

Технологія машинобудування



НАВЧАЛЬНИЙ
ПОСІБНИК

ДИПЛОМНЕ
ПРОЕКТУВАННЯ



І.О. ГРИГУРКО, М.Ф. БРЕНДУЛЯ, С.М. ДОЦЕНКО

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів

Львів
«Новий світ - 2000»
2007

ББК 34.5-5-02я73

Г83

УДК 621.001.2 (075.8)

Рекомендовано Міністерством освіти та науки України як навчальний посібник, лист № 14/18 – Г – 25 від 12.01.07

Рецензенти: Р.С.Захаров – кандидат технічних наук, доцент Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова;
П.Я. Ревнюк – кандидат технічних наук, директор ВАТ „Українського науково-дослідного інституту технології суднового машинобудування” м.Миколаїв

І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко

Г.83. Технологія машинобудування (дипломне проектування)
Навчальний посібник –2007 – 768 с.

ISBN 966-418-044-0

Викладено науково-методичні рекомендації щодо проектування дипломних проектів у машинобудівних навчальних закладах приближених до виробництва з дисциплін "Технологія обробки типових деталей", „Проектування технологічних процесів”, «Економіка, організація та планування виробництва, які допомагають студентам краще засвоїти теоретичний матеріал і використовувати його на практиці.

ББК 34.5-5-02я73

УДК 621.001.2 (075.8)

© І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля,
С.М. Доценко, 2007

©Видавництво Новий світ 2000 Львів, 2007

ЗМІСТ

Частина перша

Умовні позначення	7
Передмова	10
Глава 1. МЕТА, ЕТАПИ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
1.1. Мета, етапи та послідовність виконання дипломного проекту	12
1.2. Тематика дипломних проектів у машинобудуванні	16
1.3. Загальні вимоги щодо оформлення дипломного проектування.....	19
1.4. Вибір теми для дипломного проекту та порядок видачі завдання на дипломне проектування	26
1.5. Основні задачі переддипломної виробничої практики.....	29
1.6. Зміст переддипломної виробничої практики	30
1.7. Щоденник – звіт щодо проходження переддипломної практики	33
Глава 2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО АНАЛІЗУ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ТА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЬОГО В ЗАГАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.	
Рекомендації щодо оформлення «ВСТУПУ»	35
2.1. Короткий опис конструкції деталі та її характеристика.....	36
2.2. Аналіз технічних вимог.....	37
2.3. Матеріал деталі та його властивості.....	37
2.4. Аналіз технологічності конструкції деталі	38
2.5. Вибір типу виробництва та його характеристика	43
Глава 3.МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ, ЩОДО РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗДІЛУ В ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУВАННІ.	
3.1. Вибір виду та методу одержання заготовки.....	49
3.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	55
3.3. Визначення міжопераційних припусків та операційних розмірів вихідної заготовки.....	59
Глава 4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ МАРШРУТНОГО ТЕХПРОЦЕСУ	
4.1. Види та комплектність документів.....	68
4.2. Основні принципи проектування техпроцесів механічної обробки.....	69
4.3. Правила оформлення карт технологічного процесу.....	72
4.4. Методичні вказівки, щодо проектування технологічних процесів механічної обробки деталей.....	81
Глава 5. ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ СХЕМ БАЗУВАННЯ	
5.1. Визначення способу базування при установці і закріпленні заготовки.....	110

Глава 6. МЕТОДИКА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ, РІЗУЧОГО ТА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

6.1. Вибір технологічного обладнання.....	117
6.2. Вибір та проектування пристосування (оснастки).....	118
6.3. Вибір різучого інструмента.....	139
6.4. Вибір і розрахунок вимірювального інструмента.....	148

Глава 7. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ТА НОРМУВАННЯ РОБІТ, МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

7.1. Розрахунок режимів різання та нормування робіт однієї операції.....	152
7.2. Техніко-економічне порівняння двох варіантів технологічного процесу.....	230

Глава 8. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО НАУКОВОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Приклад 8.1. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей методом поверхневого зміцнення деталі чеканкою.....	242
Приклад 8.2. Підвищення якості, зміцнення мікротвердості поверхневого шару металу деталі «Клапан».....	246
Приклад 8.3. Методи сумісного багатокругового шліфування шийок деталі “Вісь”.....	247
Приклад 8.4. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя.....	248
Приклад 8.5. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей хімікотермічним методом зміцнення зубчастих поверхонь.....	250
Приклад 8.6. Нарізання різьби обертаючою різцевою головкою (вихривим методом).....	252

Глава 9. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ В ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗДІЛІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

9.1. Розрахункова частина виробництва.....	256
9.1.1. Виробничі розрахунки дільниці.....	256
9.1.2. Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження.....	261
9.1.3. Визначення чисельності працюючих на дільниці.....	262
9.1.4. Визначення середнього тарифного-кваліфікаційного розряду та середньо погодинної тарифної ставки основним робочих.....	266
9.2. Організація виробництва на дільниці.....	267
9.2.1. Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці.....	267
9.2.2. Організація робочих місць на дільниці.....	268
9.2.3. Організація транспортування виробів на дільниці.....	269

9.2.4. Організація інструментального господарства.....	269
9.2.5. Організація технічного контролю.....	271
9.3. Економічна частина виробництва.....	278
9.3.1. Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників.....	278
9.3.2. Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ІТП, ОКС та МОП.....	278
9.3.3. Розрахунок собівартості деталі.....	279
9.3.4. Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	280
9.3.5. Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	281
9.3.6. Результативна частина економічного розділу.....	282
Глава 10. МЕТОДИ ВИКОНАННЯ ЩОДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ	
10.1. Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та протипожежні заходи на дільниці.....	285
10.2. Виробнича санітарія та гігієна праці.....	287
10.3. Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці.....	289
10.4. Захист від шуму та виробничих вібрацій.....	291
10.5. Розрахунок захисного заземлення на дільниці.....	292
10.6. Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці.....	294
10.7. Охорона навколишнього середовища на виробництві.....	294
Глава 11. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
11.1. Етапи роботи та події щодо виконання дипломного проекту.....	296
11.2. Підготовка до захисту дипломних проектів.....	300
11.3. Проведення захисту дипломного проектів.....	301
11.4. Помилки та недоліки в дипломних проектах.....	302
Зразки виконання дипломних проектів щодо розробки технологічних процесів на виготовлення деталей «Вал – шестірня» і «Зубчасте колесо».....	304
Частина друга.....	543
Додатки.....	550

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

$A_{уел}$ – число уніфікованих розмірів конструктивних елементів;

$A_{ел}$ – число конструктивних елементів в деталі;

$K_{уел}$ – коефіцієнт уніфікації;

$K_{вм}$ – коефіцієнт використання метала;

$M_{д}$ – маса деталі, кг;

$M_{з}$ – маса заготовки, кг;

$K_{т}$ – рівень технологічності конструкції;

$T_{пр}$ – проектна трудомісткість виготовлення деталей, н-год;

$T_{баз}$ – базова трудомісткість виготовлення деталей, н-год;

$K_{с}$ – рівень технологічності конструкції за собівартістю;

$C_{пр}$ – проектна собівартість виготовлення виробів, грн.;

$C_{баз}$ – базова собівартість виготовлення виробів, грн;

$K_{м}$ – матеріаломісткість;

P – середня потужність верстатів на дільниці;

$T_{в}$ – такт випуску, хв.;

$\Phi_{дл}$ – дійсний фонд часу роботи лінії за рік, н-год;

$D_{вих}$ – суботні та вихідні дні;

$D_{св}$ – кількість святкових днів;

$K_{р}$ – коефіцієнт, що враховує утрати часу на ремонт;

$K_{рп}$ – коефіцієнт, що враховує регламентні перерви;

$P_{в}$ – річна програма випуску, шт.;

$P_{зап}$ – партія запуску деталей, шт.;

$P_{вип}$ – річний об'єм випуску деталей, шт.;

$R_{д}$ – кількість робочих днів за рік;

q – необхідний запас деталей на складі в днях;

$K_{зо}$ – коефіцієнт закріплення операцій;

O – кількість різних операцій;

P – кількість робочих місць;

$T_{в}$ – тривалість такту випуску деталей;

V – об'єм штампованої заготовки;

γ – питома вага матеріалу;

$D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

$L_{заг}$ – довжина заготовки, мм;

$\ell_{\text{дет}}$ - довжина деталі, мм;

$P_{\text{заг}}$ - припуск загальний, мм;

$B_{\text{різ}}$ - ширина різку, мм;

$B_{\text{заг}}$ - вартість заготовки, грн.;

Z_i - міжопераційний припуск, мм;

$R_{Z_{i=1}}$ - висота мікронерівностей, мкм;

$T_{i=1}$ - глибина дефектного шару, мкм;

$\rho_{\text{ко}}$ - спільна кривизна заготовки, мкм;

E_y - похибка установки деталі, мм;

R_K - загальне відхилення осі від прямолінійності, мм;

$\rho_{\text{ц}}$ - похибка зацентровки поковки, мкм;

E_3 - похибка закріплення, мм;

E_6 - похибка базування, мм;

ΔK - питома кривизна, мкм;

ΔY - зміщення осі заготовки;

Γ_0 - допуск на діаметральний розмір бази заготовки, мм;

Δ - величина залишкових просторових відхилень, мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення;

Z_{max} - максимальний припуск, мм;

Z_{min} - мінімальний припуск, мм;

N - натяг;

ρ - тиск стисненого повітря, МПа;

$F_{\text{пр}}$ - сила привода, Н;

$F_{\text{заг}}$ - вимоглива сила затискання деталі на кожному кулачку, Н;

m - кількість кулачків, шт.;

f - коефіцієнт тертя;

K_T - коефіцієнт, включаючий допоміжні сили тертя в патроні;

F_p - сила різання, Н;

K_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

$F_{\text{пц}}$ - передаюча штоком сила у пневмоциліндрах, Н;

t - глибина різання, мм;

S_3 - подача на зуб, мм/зуб;

V_p - швидкість різання, м/хв;

n - частота обертів шпинделя, хв^{-1}

$M_{\text{кр}}$ - крутний момент, Нм;

$M_{\text{пр}}$ – приведений момент, Нм;

$M_{\text{зг}}$ – момент згинання, Нм;

W – момент опору, м^3 ;

$M_{\text{об}}$ – момент обертів фрези, Нм;

σ – допустима напруга, МПа;

$T_{\text{м}}$ – технологічний (машинний) час, хв;

$T_{\text{ду}}$ – допоміжний час на установку та закріплення деталей, хв;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв;

$T_{\text{шт к}}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

$T_{\text{м доп}}$ – машинно-допоміжний час, хв;

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{оп}}$ – оперативний час, хв;

$T_{\text{від}}$ – час на відпочинок, особисті споживання, хв;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв

ПЕРЕДМОВА

Сучасні тенденції розвитку машинобудування в незалежній Україні, які орієнтуються на підвищення якості та конкурентноспроможності машинобудівних виробів, на широке застосування прогресивних конструкційних і інструментальних матеріалів, сучасної технології, на комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПК, напівавтоматів та іншого автоматизованого обладнання, потрібна підготовка висококваліфікованих спеціалістів, з глибокими теоретичними знаннями, які спроможні практично їх використовувати у своїй виробничій діяльності.

На даному етапі розвитку комп'ютеризації в технологічних процесах, інженери-технологи, інженери-конструктори та інженери-механіки масових спеціальностей «Технологія машинобудування» та «Металоріжучі верстати і інструменти» повинні володіти комп'ютерною технікою, за допомогою якої майбутні спеціалісти можуть використовувати в роботі для проведення розрахунків технологічних розмірних ланцюгів, розмірного аналізу технологічних процесів, вибору раціональних схем базування заготовок, розрахунків, похибок установки та закріплення заготовки в пристосуванні, що впливає на точність механічної обробки, розрахунків припусків, оптимальних режимів обробки, норм часу і технологічної собівартості, а також володіти практичними навичками щодо розробки технологічних процесів на технологічних картах.

Дипломний проект – це перша велика самостійна робота майбутніх інженерів-технологів, конструкторів, механіків, яка наділена на вирішення конкретних задач в галузі удосконалення технології, організації виробництва та покращення техніко-економічних показників роботи дільниці або цеха.

В запропонованому навчально-методичному посібнику призначеному для студентів машинобудівних спеціальностей вузів, які вивчають курс «Технологія обробки типових деталей», «Проектування технологічних процесів» розглядаються правила заповнення технологічних карт техпроцесів механічної обробки деталей у машинобудуванні, розрахунки режимів різання та норм часу, також наведені зразки маршрутно-операційних техпроцесів механічної обробки типових деталей на металоріжучих верстатах, оснащених системами з ЧПК.

Для виконання дипломних проектів, зміст навчально-методичного посібника дає змогу вивчення методики розробки маршрутних, маршрутно-операційних, та операційних технологічних процесів механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК із застосуванням системи автоматизованого проектування (САПР), проектування операцій для верстатів з ЧПК, включаючи технологічні дані для складання керуючих програм, проектування оснастки, а також проведення розрахунків режимів різання і норм часу на

мікро-ЕОМ.

Мета навчально-методичного посібника - ознайомлення студентів-випускників, а особливо тих хто навчається без відриву від виробництва, з тематикою дипломного проектування та змістом дипломного проектування. Теми дипломних проектів повинні бути актуальними, відповідати сучасним вимогам науки та техніки, враховувати реальні задачі машинобудування. Робота над проектом повинна базуватися безпосередньо на конкретному матеріалі виробництва, на якому проводиться переддипломна практика.

При укладанні даного навчально-методичного посібника систематизовані та згруповані більша кількість матеріалу, одержаних з досвіду роботи ведучих технологів заводів України та розрахунків дипломних проектів студентів-випускників і викладачів Первомайського політехнічного інституту та інших технічних вузів і можуть бути застосовані при проведенні розрахунків в дипломних проектах студентами-випускниками та інженерно-технічними працівниками базових заводів.

Навчальний посібник створений авторами доцентом НУК І.О.Григурко, кандидатом технічних наук, професором М.Ф. Брендзелею, кандидатом технічних наук, доцентом НУК С.М. Доценко спільно.

Автори вдячні кандидату технічних наук, доценту Р.С.Захарову та кандидату технічних наук, П.Я. Ревнюку за цінні поради та зауваження, які були висловлені ними при рецензуванні рукопису.

Автори адресують слова подяки викладачам, а особливо завідувачому лабораторії І.А.Капурі та інженеру – технологу Терлецькій О. М. за допомогу в комп'ютерній верстці, а також студентам Первомайського політехнічного інституту Миколаївського національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова які приймали участь в апробації посібника, інженерам підприємств ВАТ „Первомайськдизельмаш”, ВАТ „Фрегат” і ВАТ „Бриг”, співпраця з якими зробила можливим появу цього видання.

Подяка працівникам видавництва „Новий світ - 2000” верстальникам, редактору та комерційному директору видавництва А.А.Краснощокіх, чий новаторський погляд на роль навчальної літератури на сучасному етапі еволюції знань та професіоналізм створили умови для народження даного видання.



МЕТА, ЕТАПИ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Мета, етапи та послідовність виконання дипломного проекту.*
- *Тематика дипломних проектів з предмету «Технологія машинобудування».*
- *Загальні вимоги щодо оформлення дипломного проектування.*
- *Вибір теми дипломного проекту та порядок видачі завдання на дипломне проектування.*

1.1. Мета, етапи, послідовність виконання дипломного проекту

Дипломне проектування у машинобудівних вищих навчальних закладах розробляється з метою здобуття студентами навичок самостійної роботи і закріплення знань та умінь, що одержані при вивченні спеціальних дисциплін, а також самостійного рішення технологічних і економічних задач при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей, розробці технологічних наладок, вибору виду заготовки та розрахунку об'єму, технологія припусків на її обробку, а також при розрахунку режимів різання та норм часу на обробку деталі.

В дипломному проекті необхідно показати суть та значення наукової організації праці, прогресивної технології із використанням нових досягнень науки та техніки і методи покращення використання робочого часу, які повинні відповідати реальній меті, що стоять перед виробництвом. Дипломний проект дає можливість установити ступінь засвоєння навчального матеріалу, та уміння студентів засвоювати знання, що одержали при проходженні навчально виробничої та технологічної практики, а також підготувати студентів до виконання дипломного проекту.

Студенти повинні уміти проводити зрівнювальний аналіз базової технології із проектною технологією і довести, що варіант технологічного процесу, якому надається перевага, забезпечує в реальних виробничих умовах найбільший ефект при найменших витратах як трудових, так і матеріальних. В дипломному проекті необхідно втілювати досвід новаторів виробництва та прогресивні методи обробки поверхонь деталі.

Таблиця 1.1. Етапи та послідовність виконання дипломного проекту

Номер за порядком	Етапи	Послідовність виконання дипломного проекту
I. Загальний розділ		
1	Ознайомлення з деталями та вихідними даними для розробки дипломного проекту	1.1. Коротка відомість про деталь. Технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі 1.2. Матеріал деталі та його властивості 1.3. Аналіз технологічності деталі 1.4. Визначення типу виробництва
II. Технологічний розділ		
2	Вибір виду заготовки	2.1. Вибір виду та методу одержання заготовки 2.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
3	Припуски на механічну обробку поверхонь деталі	2.3. Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів 2.4. Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них ($\delta_{\text{зал}}, \delta_1, \delta_2, \delta_3$) 2.5. Розрахунок припусків на обробку поверхні аналітичним методом та установлення проміжних розмірів з граничним відхиленням
4	Проектування технологічних процесів	2.6. Аналіз заводського техпроцесу 2.7. Розробка плану прогресивного технологічного процесу
5	Визначення режимів різання	2.8. Визначення режимів різання та норм часу на токарно-автоматну операцію аналітичним методом 2.9. Визначення режимів різання та норм часу на фрезерну операцію аналітичним методом

Номер за порядком	Етапи	Послідовність виконання дипломного проекту
		2.10. Техніко-економічне порівняння двох варіантів однієї операції 2.11. Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом
III. Конструкторський розділ		
6	Проектування спеціального пристосування	3.1. Опис конструкції пристосування 3.2. Визначення похибок базування 3.3. Визначення зусиль затискання деталі при закріпленні в призмах
7	Проектування ріжучого інструмента	3.4. Проектування і розрахунок ріжучого інструмента
8	Проектування вимірювального інструмента	3.5. Проектування і розрахунок вимірювального інструмента
IV. Наукова частина		
9		4.1. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей хіміко-термічним методом зміцнення зубчастих поверхонь 4.2. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей методом поверхневого зміцнення деталі чеканкою. 4.3. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя. 4.4. Методика розрахунку спеціальної оправки для фрези – протяжки, що працює за прогресивною схемою різання.

Номер за порядком	Етапи	Послідовність виконання дипломного проекту
V. Економічний розділ		
10	Розрахункова частина виробництва	5.1.Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження 5.2.Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів 5.3.Визначення чисельності працюючих на дільниці 5.4.Визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду та середньо-погодинної тарифної ставки основних робочих
11	Організаційна частина проекту	6.1.Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці 6.2.Організація транспортування виробів на дільниці 6.3.Організація інструментального господарства 6.4.Організація технічного контролю
12	Економічна частина виробництва	7.1.Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників 7.2.Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ІТП, ОКП та МОП 7.3.Розрахунок собівартості деталі 7.4.Розрахунок додаткових капітальних вкладень 7.5.Техніко-економічні показники 7.6.Результативна частина економічного розділу

Номер за порядком	Етапи	Послідовність виконання дипломного проекту
VI. Охорона праці		
13		8.1.Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та проти-пожежні заходи на дільниці 8.2.Виробнича санітарія та гігіє-на праці 8.3.Виробниче освітлення та ве-нтиляція на дільниці 8.4.Захист від шуму та виробни-чих вібрацій 8.5.Розрахунок захисного зазем-лення на виробничій дільниці 8.6.Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на ді-ль-ниці 8.7.Охорона навколишнього се-редовища на виробництві

Література:

Додаток 1. Маршрутно-операційний техпроцес

Додаток 2. Специфікація

Додаток 3. Графічна частина проекту

1.2. Тематика дипломних проектів кафедри «ДВЗ» та «ТМ» спеціальність 7.090202 «Технологія машинобу-дування»

1.Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей ти-пу «Шестірня» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Шестірня» із застосу-ванням багатошпиндельних напівавтоматів.

2.Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей ти-пу «Напівмуфта зубчаста» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Напівмуфта зубчаста» із застосуванням багатошпиндельних напівавтоматів.

3. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Вал-шліцьовий» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Вал - шліцьовий» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.
4. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Вал» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Вал» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.
5. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Вал-шестірня» в цеху заводу ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Вал-шестірня» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.
6. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Колесо черв'ячне» в цеху заводу ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Колесо черв'ячне» із застосуванням багатошпіндельних напівавтоматів.
7. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Фланець» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Фланець» із застосуванням багатошпіндельних напівавтоматів.
8. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Напівмуфта» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Напівмуфта» із застосуванням багатошпіндельних напівавтоматів.
9. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Днище» в цеху «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Днище» із застосуванням автоматизованого обладнання.
10. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Втулка» в цеху ВАТ «Бриг» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Втулка» із застосуванням автоматизованого обладнання та роботизованого технологічного комплексу.
11. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Кришка» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Кришка» із застосуванням автоматизованого обладнання.
12. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Корпус» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Корпус» із застосуванням автоматизованого обладнання.

13. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Маточина» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Маточина» із застосуванням автоматизованого обладнання з ЧПК.

14. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Втулка» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Втулка» із застосуванням автоматизованого обладнання.

15. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Зірочка» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Зірочка» із застосуванням багатошпіндельних напівавтоматів.

16. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Муфта» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Муфта» із застосуванням автоматизованого обладнання з ЧПК.

17. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Зубчасте колесо» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Зубчасте колесо» із застосуванням автоматизованого обладнання з ЧПК.

18. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Шків» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Шків» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.

19. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Муфта» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Муфта» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.

20. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Шестірня» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Шестірня» із застосуванням багатоінструментальних напівавтоматів.

21. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Кришка» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Кришка» із застосуванням багатошпіндельних напівавтоматів.

22. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Втулка шатуна» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Втулка шатуна» із застосуванням автоматизованого обладнання.

23. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Вал-шестірня» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного ма-

ршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Вал-шестірня» із застосуванням автоматизованого обладнання.

24. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Маховик» в цеху заводу «Первомайськдизельмаш» та розробка прогресивного маршрутно - операційного техпроцесу на деталь «Маховик» із застосуванням автоматизованого обладнання.

25. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Напівматочина» в цеху ВАТ «Бриг» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Напівматочина» із застосуванням верстатів з ЧПК.

26. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Корпус» в цеху ВАТ «Бриг» та розробка прогресивного маршрутно-операційного техпроцесу на деталь «Корпус» із застосуванням верстатів з ЧПК.

27. Проект реконструкції механічної дільниці виготовлення деталей типу «Корпус» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно- операційного техпроцесу на деталь «Корпус» із застосуванням верстатів з ЧПК.

1.3. Загальні вимоги щодо оформлення дипломного проектування

Пояснювальну записку пишуть чорнилами, пастою або чорною тушу, чітко і акуратно, повними словами без скорочень, за виключенням скорочень, установлених ГОСТ 2.316-82; 3.1702-82 та 3.1703-82. Умовні позначення механічних, хімічних, математичних та інших величин повинні бути тотожні для усіх розділів записки. Під формулами необхідно провести розшифрування, позначення символів та числових коефіцієнтів які входять в дану формулу в тій послідовності, в якій вони приведені. Розрахунки та обчислення в записці роблять додержуючись установчих правил із вказівкою результатів за системою одиниць (СІ).

При використуванні студентами довідникових матеріалів щодо режимів різання, розрахунків норм часу, припусків, сортаментів матеріалів, прейскурантів, тощо дані повинні підтверджуватися посібниками, при цьому необхідно робити посилання на рекомендовану літературу з вказівкою сторінки, номерів карт та таблиць, тобто в квадратних дужках вказати сторінку або номер таблиці, а також порядковий номер посібника, під котрим студент записав її у списку рекомендованої літератури в кінці записки. Цей засіб значно скорочує опис та зменшує працю студента.

Пояснювальна записка пишеться від руки українською та російською, або англійською мовами, на аркушах форматом А4 за формою 3 і 5а, а рамки і основні написи оформляються за ГОСТ 2.104.82. Записки дипломних проє-

гтів дозволено друкувати на машинці або отримувати за допомогою принтера ЕОМ. Висота букв повинна бути не менше 2,5 і цифр – 3,5мм.

Машинописний текст повинен бути надрукований через півторарядкового інтервалу. У пояснювальній записці треба дотримуватись єдності термінології і писати простою мовою, доступною для фахівця не тільки даної, а й іншої галузі. Неприпустимо вживання іншомовних слів і термінів, особливо в тих випадках, коли існують українські слова і терміни одного значення. Математичні знаки потрібно застосовувати лише у формулах. Слід писати “ $n=500xv^{-1}$ ”, замість “Частота обертів дорівнює $500xv^{-1}$ ”. Знаки “№” і “%” застосовують лише у супроводі цифрових чи буквених знаків; в інших випадках вони пишуться словами. Припускається ставити знаки “№” і “%” не при цифрах тільки у заголовках таблиць. Наприклад: “№ операції”, “%”. При позначенні множини ці знаки неподвоюються. Назви хімічних елементів, якщо вони супроводжують цифрові значення, рекомендується позначати хімічними символами. Наприклад: “0,40% С; 1%Сг; 1%Ni”. Якщо назви елементів згадуються без цифр, то їх слід в усіх випадках давати словами.

Наприклад: «Сталь містить в собі вуглець, хром та нікель». Скорочення слів у пояснювальній записці можливі лише загальноприйняті. Неприпустимі скорочення типу “вир-во”, “пр-сть”, “госп-во”, “робсила”, «спецтехнологія» та ін. Скорочені позначення величин виміру пишуться без крапок.

Грошові вирази більше однієї тисячі у тексті рекомендується писати цифрами і словами: 7 тис.грн; 2 млн.грн.. Римські цифри ніколи не супроводжуються відмінковими нарощеннями: II квартал; III позиція; I курс. Арабські цифри, які позначають порядкові числівники, завжди супроводжуються відмінковими нарощеннями, які пишуться через дефіс: 2-й перехід; 030-ї операції.

При переліку кількох порядкових числівників відмінкові нарощення ставлять лише при останньому: 010, 015, 020-а операції, а не 010-а і 020-а операції.

Між числами, які виражають крайні значення (від...до), ставиться три крапки: за 3...4 роки; у 6...7 разів; 30...35 м/с. Крайні значення чисел твердості з'єднують трикрапкою: НРС 54...58.

Багатозначні числа, починаючи з п'ятизначних, розбиваються на класи і відділяються інтервалом: 2 780 ; 150 773 ; 1 780 075.

Числа, які позначають рік. Порядковий номер патенту, виробу, серії, коду та ін., на класи не розбиваються: 1992 рік; токарний напівавтомат 1713.

Числа з розмірністю слід писати тільки цифрами: об'єм 3725м^3 ; температура $+22^\circ\text{C}$. Перед числами з розмірністю знак “-” не ставиться: швидкість 97 м/аб, подача 0,30 мм/об. Числа до десяти при відсутності в тексті розмірності пишуться словами, більше десяти – цифрами. Винятками є номери операцій

і переходів які завжди слід писати цифрами. Дробові числа також завжди пишуться цифрами:

1. Заготовки одночасно подаються на дві позиції...
2. На 020-й операції устанавлюється...
3. Припуски зменшені на $\frac{1}{4}$.

Знак градуса, хвилини або секунди ставлять перед комою, яка відокремлює цілу частину від дробової: $30^{\circ},6'$; $38^{\circ}14',6''$; $24^{\circ}36', 12'',6'''$.

Якщо в тексті кінцевої фрази приводиться ряд числових значень різної величини, одиниця вказується тільки після останнього числа, наприклад 20; 30; 50мм.

Щодо ілюстрацій, які розміщені в записці, то їх нумерують арабськими цифрами, наприклад рис. 1; рис. 2; рис. 3 тощо. Аркуші пояснювальної записки нумерують починаючи від титульного аркушу. На другій сторінці приводиться завдання на дипломне проектування, потім приводиться сторінка "змісту" дипломного проекту з вказаним номером сторінки, а за нею йде сторінка "вступ", далі йдуть сторінки записки за порядком відносно «змісту», а в кінці пояснювальної записки розміщується сторінка із «рекомендованою літературою». «Зміст» записки ділиться на розділи та підрозділи. Розділи повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами з крапкою. Номери підрозділів складаються із номера розділу та підрозділу, розділених крапкою.

Назва розділів та підрозділів повинні бути короткими, відповідати змісту, їх записують у вигляді заголовку буквами більш крупнішого шрифту. Перенесення слів в заголовках не допускаються. Крапка в кінці заголовку не ставиться.

Наприклад: 7. Економічний розділ

7.1. Визначення заробітної плати виробничників, тощо

Цифровий матеріал, як правило оформляється у вигляді таблиці. Кожна таблиця повинна мати заголовок. Крім того, всі таблиці повинні бути пронумеровані, на сторінках всієї пояснювальної записки. Перед заголовком таблиці вміщується надпис «Таблиця» з вказівкою порядкового номеру написаного арабськими цифрами. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті пояснювальної записки.

Графічну частину проекту виконують на аркушах креслярського паперу формату А1 (594x641 мм) у повній відповідності з діючими стандартами ЕСКД згідно ГОСТ 2.301-82.

В дипломний проект входить наступний графічний матеріал:

1. Креслення деталі, для якої розробляється технологічний процес з технічними вимогами на матеріал, допусками твердості, шорсткості поверхонь тощо (0,25-1 аркуш).
2. Креслення вихідної заготовки з вказівкою матеріалу, розмірів та допусків на них з прийнятими штампувальними та ливниковими

нахилами та іншими технічними вимогами (0,25-1 аркуш).

3. Креслення спеціального ріжучого інструмента для одної операції (0,5 – 1,0 аркуша).
4. Креслення спеціального вимірювального інструмента або контрольного пристосування для одної операції (0,5-1,0 аркуша).
5. Креслення спеціального пристосування (загальний вид) для одної операції (1 – 2 аркуша).
6. Креслення (карти) операційних технологічних ескізів згідно з ГОСТ 3.1105-84 на усі технологічні операції, виконуючи їх послідовність (1 – 2 аркуша).
7. Креслення технологічних наладок на 2-3 операції з застосуванням автоматизованого обладнання (1 аркуш).

8. Креслення планування дільниці (2 аркуші). Креслення загальних видів та вузлів повинні мати специфікацію. Загальний об'єм графічної частини складає (8-12 аркушів). Технологічні операційні карти виконуються на спеціальних формах згідно з ГОСТ 3.1118-82; ГОСТ 3.1404-86 відносно вимогам ЕСТД. Операційні карти складаються для всіх операцій механічної обробки деталі. Кожний аркуш графічної частини проекту повинен мати основний надпис /кутовий штамп/ з вказівкою номеру аркуша та загальної кількості аркушів, які входять в проект. Першу сторінку пояснювальної записки забезпечують (штампом) основним надписом.

Текстова частина розміщується над (штампом) основним надписом креслення. Технічні вимоги на кресленні розміщують в такій послідовності:

- а) вимоги, що пред'являються до матеріалу, заготовки, термічної обробки;
- б) вимоги до якості поверхонь, вказівки про покриття;
- в) розміри, граничні відхилення розмірів та інші вимоги.

Пункти технічних вимог повинні мати наскрізну нумерацію. Кожний пункт записують з нового рядка. Заголовок «Технічні вимоги» не пишеться.

Таблиці. Цифровий матеріал у записці повинен оформлятися у вигляді таблиць. Кожна таблиця повинна мати тематичний заголовок, що розкриває її зміст. Таблицю вміщують у текст, відразу ж за першою згадкою про неї. При побудові таблиць слід мати на увазі такі правила:

- а) таблиці, відомості яких зіставляються між собою, повинні бути побудовані однаково;
- б) слід уникати вертикальної графі «№ пор», в більшості випадків абсолютно не потрібно: якщо номер рядка є номером операції, графу слід назвати «№ операції»;
- в) слід уникати горизонтальних рядків під головкою таблиці з номерами граф, якщо вся таблиця розміщується на одній сторінці;
- г) слід уникати діагональних ліній у головках таблиць з написами по обидва боки по діагоналі;

- д) якщо в одній графі в наступних рядках повинні повторюватися одні й тіж самі слова, то при першому повторенні їх замінюють словами «Те саме», а далі ланками цифр, знаків «%», «№», позначень марок, математичних і хімічних символів не допускається;
- е) якщо цифрові чи інші дані в якомусь рядку не наводяться, то у графі ставиться прочерк;
- ж) при вказуванні одиниць треба дотримуватись прийнятих скорочень (кг, мм, шт, грн, Мпа і т. д.) одиниці величини, наведених у таблицях слід вказувати так:
 - а) якщо всі цифрові дані таблиці мають одну одиницю, її слід вказувати в назві таблиці;
 - б) якщо дані, вміщені в одній чи кількох графах таблиці, мають спільну одиницю, її вказують у головці таблиці, над відповідними графами;
 - в) якщо спільну одиницю мають усі дані в рядку таблиці, одиницю вказують у відповідному рядку в боковину таблиці;
 - г) не слід давати таблиць з одним чи двома рядками цифр.

Рисунки. Рисунок не тільки полегшує розуміння суті викладених у записці питань, але у ряді випадків, наприклад при зображенні ескіза обробки, несе основне смислове навантаження. Формат рисунка повинен бути не більше 210 × 297 мм.

Креслення які пояснюють принцип дії, повинні містити тільки ті елементи, без яких цей принцип не можна пояснити. Співвідношення розмірів може не відповідати реальному. Масштаб може бути довільним. Рисунки конструкцій прикладів, їхніх вузлів і деталей відрізняються від креслень відсутністю другорядних деталей і конструктивних елементів чи спрощеним їх зображенням. Краще, щоб співвідношення розмірів на цих рисунках точно відповідало дійсному. На рисунках, що зображають розрахункові схеми, слід вказувати напрями діючих сил, місця їх прикладення і довжини плечей.

Рисунок розміщують у тексті недалеко від місця, де про нього йде мова. Якщо формат кількох сусідніх рисунків достатньо малий, їх можна розміщувати на одній сторінці, але так, щоб їх нумерація йшла підряд.

Таблиці і рисунки нумерують послідовно в межах кожного розміру арабськими цифрами. Номер таблиці і рисунка складається з номера розділу і порядкового номера таблиці чи рисунка розділених крапкою, наприклад: рисунок 3.4 (четвертий рисунок третього розділу). У текстовій частині на кожну таблицю і рисунок обов'язково повинно бути посилання. При посиланні вказують повний номер таблиці або рисунка, наприклад: (таблиця 4.3).

Формули. Всі формули, хімічні сполуки і позначення вписуються від руки розбірливо й акуратно, шрифтом більшим, ніж написаний основний

текст. Особливо це стосується виразів з показниками степеня, надрядковими і підрядковими індексами. Після формул вміщують перелік всіх прийнятих у них символів з розшифровкою значення і вказівкою їх розмірності. Символ відділяють від його розшифровки знаком тире. Остання розшифровка закінчується крапкою. Переніс формули здійснюється на математичному знаці основного рядка з обов'язковим повторенням знака в другому рядку.

У разі переносу на знаці множення (•) останній замінюється косим хрестом (×).

Список літератури. До списку літератури включають усі використані джерела: книги, брошури, статті журналів і збірників, патентні матеріали тощо. Всі джерела розташовуються в послідовності їх появи у пояснювальній записці (ГОСТ 7.32-91). Номери джерел у тексті беруть у квадратні дужки. Якщо джерело має двох чи більше авторів, то їхні прізвища з ініціалами зазначають в описі у тій послідовності, в якій вони надруковані в першоджерелі. Перед прізвищем кожного наступного автора ставлять кому. При наявності трьох авторів допускається вказувати прізвище та ініціали тільки першого з них у супроводі слів «та інші». Назва місця видання наводиться повністю, скорочують назви тільки трьох міст – Москва(М), Ленінград (Л), Київ (К).

За місяць до початку виконання дипломного проекту, студенту згідно вибраної тематики дипломного проекту видається завдання на бланкі установленої форми. Завдання на дипломний проект повинен складати керівник проекту і затверджувати у завідуючого кафедрою.

У завданні повинні бути вказані вихідні дані, які необхідні для розробки дипломного проекту, виробнича програма, режим роботи і креслення заданої деталі. Якщо завдання видається на конструювання спеціального пристосування, ріжучого та вимірювального інструменту, то керівник повинен вказати, на яку операцію потрібно розробити спеціальну оснастку.

Керівник проекту в завданні повинен указати конкретні питання технічного і організаційного характеру, які повинні бути освітлені в основних розділах проекту.

В завданні вказується перелік графічного матеріалу.

Зміни в завданні може проводити тільки керівник проекту. Завдання на дипломний проект підшивається в пояснювальній записці.

Дипломний проект складається із пояснювальної записки та графічної частини і комплекта технологічної документації. Об'єм пояснювальної записки повинен не перебільшувати 40...60 сторінок рукописного тексту на папері формату А4, без врахування технологічної документації.

Графічна частина проекту виконується на 3..5 аркушах формату А1.

Технологічні документи (маршрутні карти, операційні карти, карти ескізів).

В дипломний проект входить слідуючий графічний матеріал:

1. Креслення деталі, для якої розроблюється технологічний процес. Примітка: Конструкція деталі повинна бути така, щоб на її виготовлення вимагалось мінімум п'ять операцій.
2. Креслення заготовки з технічними вимогами.
3. Креслення 1-2 технологічних налагодок.
4. Креслення технологічних ескізів на інші операції.
5. Креслення спеціального пристосування, ріжучого та вимірювального інструмента.

КОДУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ

I. СПЕЦИФІКАЦІЯ:

Складальне креслення

Кодування складається з 12-15 цифр і букв.

Код організації розробника:

ППІ НУК – Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування

01 - № теми до ДП чи складального виробу,

25 - № за наказом, № варіанта, № згідно списку журналу чи вузла СК,

00 – порядковий номер складальних частин, які входять до виробу,

00 — порядковий номер деталей.

ППІ НУК. ДП 7.090202.52.6.10 ПЗ

2. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА:

ППІ НУК ДП 7.090202.53.6.10 ПЗ

Код організації розробника;

ППІ НУК – Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування

ДП- дипломний проект

7.090202 – код спеціальності «Технологія машинобудування»;

7.090210 – Двигуни внутрішнього згорання;

53 – номер групи студентів;

7 остання цифра року розробки документа;

10 – № згідно списку (за наказом) або варіант;

ПЗ – пояснювальна записка

1.4. Вибір теми дипломного проекту та порядок видачі завдання на дипломне проектування

Студенти індивідуально вибирають тему дипломного проекту згідно тематики дипломних проектів, яку видає викладач.

Після вибору студентом теми дипломного проекту, оформляється завдання і затверджується на кафедрі.

Завдання оформляється згідно загальним вимогам до текстових документів (ДСТУ 3008 – 95, ГОСТ 2.105 – 79), але без рамки і основного надпису (дивись приклад форми завдання).

Запропонований перелік розділів завдання складений на базі правил розробки і застосування технологічних процесів та засобів технологічного оснащення (ГОСТ 14.311 – 75, ГОСТ 14.316 – 75).

Усі розділи дипломного проекту виконуються згідно завдання з врахуванням, що в цілому графічна частина і пояснювальна записка до неї не перебільшує рекомендованого об'єму. Усі спрощення або доповнення повинні знайти відображення у бланках завдання.

Завдання доцільно зв'язувати з роботою студентів на виробничій та технологічній практиці, а для осіб, які навчаються за заочною формою навчання, з їх працею на виробництві.

Пропонуємо наступну форму завдання для виконання дипломного проекту в машинобудівних інститутах.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав кафедри

«ДВЗ» та «ТМ»

С. М. Литвин

ЗАВДАННЯ

на дипломне проектування

П.І.Б. Бельська Лілія Миколаївна

Спеціальність 7.090202 «Технологія машинобудування»

Тема дипломного проекту:

Проект рекомендації механічної дільниці виготовлення деталей типу

«Зубчасте колесо» в цеху ВАТ «Фрегат» та розробка прогресивного маршрутно – операційного техпроцесу на деталь «Зубчасте колесо» із застосування автоматизованого обладнання з ЧПК.

Початкові дані:

Креслення деталі «Зубчасте колесо»

Річний обсяг виробництва 10000 шт.

Тип виробництва Серійний

Розділи для дипломиого проектування:

1. Загальний розділ

1.1 Коротка відомість про деталь, технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі

1.2 Матеріал деталі та його властивості

1.3 Аналіз технологічності деталі

2. Технологічний розділ

2.1. Визначення типу виробництва

- 2.2. Вибір виду та методу отримання заготовки
- 2.3. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
- 2.4. Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів.
- 2.5. Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них.
- 2.6. Розрахунок припусків на обробку поверхні аналітичним методом та установаження проміжних розмірів з граничними відхиленнями.
- 2.7. Аналіз заводського техпроцесу.
- 2.8. Розробка плану прогресивного технологічного процесу.
- 2.9. Визначення режимів різання та норм часу на токарно-автоматну операцію аналітичним методом.
- 2.10. Визначення режимів різання та норм часу на зубофрезерну операцію аналітичним методом.
- 2.11. Техніко-економічне порівняння двох варіантів однієї операції
- 2.12. Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом.

3. Конструкторський розділ

- 3.1. Опис конструкції пристосування
- 3.2. Визначення похибок базування
- 3.3. Визначення зусиль затискання деталі
- 3.4. Проектування і розрахунок ріжучого інструмента
- 3.5. Проектування і розрахунок вимірювального інструмента

4. Науковий розділ

- 4.1. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя

5. Економічний розділ

- 5.1. Розрахункова частина виробництва
 - 5.1.1. Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження
 - 5.1.2. Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів
 - 5.1.3. Визначення чисельності працюючих на дільниці
 - 5.1.4. Визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду та середньо-погодинної тарифної ставки основних робочих
- 5.2. Організаційна частина виробництва
 - 5.2.1. Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці
 - 5.2.2. Організація транспортування виробів на дільниці
 - 5.2.3. Організація інструментального господарства
 - 5.2.4. Організація технічного контролю
- 5.3. Економічна частина виробництва
 - 5.3.1. Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників
 - 5.3.2. Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ІТП та МОП
 - 5.3.3. Розрахунок собівартості деталі

5.3.4 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

5.3.5 Техніко-економічні показники

5.3.6 Результативна частина економічного розділу

6. Розділ з «Охорони праці»

6.1 Виробнича санітарія та гігієна праці

6.2 Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці

6.3 Захист від шуму та виробничих вібрацій

6.4 Розрахунок захисного заземлення на виробничий дільниці

6.5 Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці

6.6 Охорона навколишнього середовища на виробництві

7. Графічна частина

Креслення: деталі, заготовки, технологічних налагоджувальних пристосувань, ріжучого та вимірювального інструментів, планування дільниці

Дата видачі завдання « ____ » _____ 200 р.

Термін виконання « ____ » _____ 200 р.

Керівник проекту _____

Консультант з «Економічного розділу»

Консультант з «Охорони праці»

Дипломник _____

1.5. Основні задачі переддипломної практики

Переддипломна виробнича практика проводиться після закінчення теоретичного курсу навчання, складання заліків та іспитів студентами – випускниками, передбачених навчальним планом, та отримання завдання на дипломне проектування.

Переддипломна практика є заключною частиною виробничої практики. Основною метою переддипломної практики є:

- закріплення, поглиблення і систематизація знань та умінь, отриманих студентами;
- ознайомлення з існуючою на заводі організацією та планування праці, технологією та економікою виробництва, напрацювання умінь аналізувати і критично їх оцінювати, знаходити шляхи виправлення «вузьких місць» та інших недоліків;
- набуття організаторських навичок в управлінні виробничим процесом на дільниці заводу та забезпечення технологічної, планової і трудової дисципліни;
- вибір матеріалів для дипломного проекту.

Базами переддипломної практики повинні бути, в першу чергу, машинобудівні заводи, оснащені сучасним технологічним обладнанням, застосо-

вуючи прогресивну технологію виготовлення деталей, а також застосовують передову і сучасну організацію праці.

Переддипломна практика студентів по можливості повинна проводитися за місцем майбутньої роботи молодих фахівців. Місце (механічний або складальний цех, відділи головного технолога та головного конструктора тощо) і термін практики визначається керівником практики при складанні індивідуального плану в залежності від теми дипломного проекту і місце майбутньої роботи молодого спеціаліста. В задачі переддипломної практики входять вивчення і аналіз технологічних процесів виготовлення деталей і виробів подібних до розмірів, форми та призначення тем, котрі передбачені дипломним завданням; ознайомлення з основами проектування пристосувань для механічної обробки деталей, способами механізації і автоматизації технологічних процесів, організацією виробництва і економікою заводу.

Зібрані на заводі матеріали є вихідними даними для проектування і не повинні бути перенесені в дипломний проект без відповідної творчої переробки і аналізу.

В період проходження переддипломної практики на заводі бажано щоб студентів тимчасово призначали дублерами ІТП (інженер-технологів, інженер-конструкторів, інженер-механіків, контрольних майстрів ВТК, інженер-нормувальників тощо), згідно даному профілю навчання.

Згідно з Положенням про виробничу і переддипломну практику студентам інститутів для керівництва практикою призначається викладач інституту. Він приймає участь в розміщенні та переміщенні студентів за робочими місцями (посадами) у відповідності з програмою практики, здійснює контроль за виконанням плану робіт, надає студентам методичну допомогу в складанні звітів про проведення практики. Загальне керівництво переддипломною практикою покладається на одного із провідних спеціалістів заводу, який організовує практику студентів, надає допомогу щодо вибору технічних документів для дипломної роботи, піклується про умови їх праці, дає докладні відгуки щодо виробничої та суспільної праці студентів, щодо отримання ними практичних і організаційних навичок, а також письмові заключення на їх звітах про переддипломну практику.

1.6. Зміст переддипломної практики

Переддипломна практика проводиться на базовому заводі і починається зі знайомства студентів з характеристикою виробів, які випускає даний завод, загальною схемою виробничого процесу, структурою заводу, його цехів та відділів і їх взаємозв'язок між собою.

Пред тим, як відвідувати механічні та складальні цехи, зі студентами проводять ввідний інструктаж з техніки безпеки, протипожежної техніки та

вимог виробничої санітарії, а також з внутрішнім розпорядком даного виробництва.

Половина відведеного на переддипломну практику часу призначається для виконання студентами обов'язків ІТП у провідних цехах та відділах заводу.

Інший час використовується для проведення виробничих екскурсій в допоміжні цехи та відділи заводу; бесіди та лекції спеціалістів заводу з питань нової техніки, прогресивної технології, організації виробництва та бригадної форми оплати праці; збирання інформації та систематизації матеріалу.

Під час проходження практики студент веде щоденник – звіт, в якому веде опис всієї щоденно виконаної роботи, зібраного та вивченого матеріалу.

Програма переддипломної практики передбачає, що в період практики студент повинен:

- підібрати відповідні заводські нормалі, стандарти і технічні вимоги на виготовлення виробів і складальних одиниць, в котрі входить деталь, що передбачена завданням на дипломне проектування;
- вивчити конструкції деталей, технічні вимоги та умови їх експлуатації, та виконати робоче креслення деталі;
- ознайомитися з технологією отримання заготовки, їх кресленнями, розрахунком розмірів припуску, технічними вимогами, визначенням собівартості заготовки;
- вивчити призначення термічної обробки, її технологію, режими, та обладнання;
- вивчити технологію механічної обробки деталі: на операційних картах показати послідовність операцій і переходів, ескізи налагоджених операцій з вказівкою баз, ріжучого інструмента, пристосування, розмірів обробки, режимів різання, норм часу, розрядів роботи;
- вивчити характеристику металооброблюючого обладнання, яке застосовується для обробки заданої деталі; короткі технічні характеристики спеціальних прогресивних верстатів-напіваавтоматів, котрі дипломник передбачає використовувати в своєму дипломному проекті;
- вивчити пристосування, які застосовуються на кожній операції, ріжучий та контрольно-вимірювальний інструмент; виконати креслення або ескізи, опис конструкції і роботи пристосування інструментів, котрі можуть бути використані в якості основи в дипломному проекті;
- ознайомитися з методами механізації і автоматизації технологічних процесів, звертаючи увагу на скорочення основного, допоміжного і підготовчо-заключного часу;

- вивчити організацію технічного контролю оброблювальної деталі, засоби контролю, причини виникнення брака; вивчити ескізи найбільш цікавих операцій контролю деталі;
- ознайомитися з під'ємно-транспортним обладнанням для транспортування деталей;
- ознайомитися з плануванням виробничих дільниць в цехи, розміщенням обладнання, організацією робочих місць із застосуванням багатостанкового обслуговування, вміти дати аналіз поточності виробництва; накреслити планування обладнання в масштабі 1:50 або 1:100 з вказівкою найбільш характерних розмірів (відстаней між верстатами, ширини проходів, сітки колон тощо);
- вивчити організацію і економіку виробництва в цеху: структуру управління цехом і дільницею, систему планових завдань і графіків, розміри партій і міжопераційних заділів, цикли обробки, графіки ремонту обладнання, організацію постачання дільниці матеріалами, інструментами тощо;
- зробити аналіз основних техніко-економічних показників обробки заданої деталі; трудомісткість на кожній операції; коефіцієнти використання матеріалів, основного часу, обладнання, випуску продукції на одиницю обладнання; склад і кількість працюючих в цеху і на дільниці, систему оплати праці різних категорій працюючих, ефективність бригадної форми організації і стимулювання праці, методику установавлення коефіцієнта трудової участі (КТУ);
- вивчити питання організації охорони праці, техніки безпеки і протипожежних засобів в цеху;
- вивчити балансову собівартість обладнання, пристосування, інструмента, термін їх використання та окупності, розмір відрахувань на амортизацію обладнання та будівлі;
- навчитися визначати витрати і вартість загальноцехових витрат на електроенергію для виробничих потреб та освітлення, воду, пар, стиснене повітря, мастильно-охолоджуючу рідину тощо;

В період проходження переддипломної практики і при складанні щоденника-звіта студент повинен самокритично оцінити зібрані матеріали, дати аналіз діючих технологічних процесів, методів отримання заготовок конструкцій пристосування, ріжучого та вимірювального інструмента, техніко-економічні показники роботи цеха тощо.

З метою скорочення часу на збір матеріалів і оформлення щоденника-звіта студент повинен знати склад служби виробництва, де можуть бути отримані потрібні для дипломного проектування дані:

ВГК (Відділ головного конструктора) – робоче креслення деталей з технічними вимогами, стандарти і нормалі на відповідні деталі та складаль-

ні одиниці, зведення щодо впровадження нових матеріалів, результати випробувань нових конструкцій машин;

ВГТ (Відділ головного технолога) – робочі креслення заготовок, технологічні карти, креслення пристосувань і інструментів, нормативи режимів різання та норм часу на обробку, норми витрат матеріалів;

ВІЗ (Відділ праці і заробітної плати) – матеріали щодо організації бригадної форми праці і багатOVERстатного обслуговування, питання тарифікації робітників, технічне нормування праці, питання підвищення продуктивності праці;

ПЕВ (Планово-економічний відділ) – зведення щодо затрат на виробництво, питання організації внутрізаводських розрахунків і аналізу роботи праці цехів; нормативи витрат на матеріали, електроенергію, паливо тощо; нормативні розрахунки розмірів партії деталей і тривалості циклів;

ВТК (Відділ технічного контролю) – зведення щодо організації контролю якості виробів, надходжених на завод матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів та обладнання: матеріали щодо обміну і аналізу брака, способам його попередження ;

ВТБ (Відділ техніки безпеки) – матеріали щодо організації техніки безпеки, охорони праці та промислової санітарії.

В залежності від величини заводу і структури його управління назва окремих підрозділів може бути іншим.

Зібраний матеріал з його аналізом та інші виконані праці, передбачені програмою переддипломної практики і зафіксовані в щоденнику-звіті, використовуються при виконанні дипломного проекту.

Досконале опрацювання вказаних вище питань щодо аналізу фактичного рівня технології і організації виробництва дає можливість студентам розробити більш продуктивні методи обробки деталі із застосуванням спеціальних, автоматизованих або високопродуктивних верстатів, пристосувань і інструментів, а також передових методів організації виробництва і праці на дільниці, що проектується.

1.7. Щоденник – звіт щодо проходження переддипломної практики

Щоденник – звіт щодо проходження переддипломної практики крім записок про щоденно опрацьовану працю повинен містити опис обладнання, інструмента, пристосування, котрі застосовуються в цеху; аналіз характерних технологічних процесів і операцій щодо виготовлення деталі, аналогічних тим, котрі були задані для дипломного проектування; техніко-економічні розрахунки.

До щоденника – звіту додаються вся зібрана або самостійно розроблена технічна документація: креслення деталей, складальних одиниць, заго-

товок з технічними вимогами до них, карти технологічних процесів і налагодок найбільш інтенсивних операцій, креслення пристосувань, ріжучого та вимірювального інструмента тощо. Щоденник – звіт повинен бути написаний чорнилами, чітко і акуратно, на аркушах паперу для письма формату А4 (297×210мм) і задовольняти вимогам ГОСТ 2.105-84.

Креслення можуть бути надані у вигляді синьок або ескізів на папері або кальці.

Весь матеріал щоденника-звіту поміщають в папку, на котру клеють ярлик розміром 105×150мм з вказівкою назви навчального закладу, зміст матеріалу, прізвище та ініціали студента.

Щоденник – звіт щодо проходження переддипломної практики з відгуком керівника практики від виробництва пред'являється в навчальну частину інституту для огляду керівником практики.

Керівник дипломного проекту і консультант з організаційно-економічного розділу в процесі консультацій знайомляться зі звітами щодо переддипломної практики, аналізуючи та зрівнюючи існуючі техніко-економічні показники з результатами, отриманими при виконанні дипломного проекту.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО АНАЛІЗУ РОБОВОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ТА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЬОГО В ЗАГАЛЬНОМУ РОЗДІЛІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Короткий опис конструкції деталі та її характеристика.*
- *Аналіз технічних вимог.*
- *Матеріал деталі та його властивості.*
- *Вибір типу виробництва та його характеристика.*

Рекомендації щодо оформлення "Вступу"

У «Вступі» дипломник висвітлює важливі рішення щодо розвитку машинобудування (автомобілебудування, верстатобудування, сільськогосподарське машинобудування, енергетичне машинобудування тощо), в якому спеціалізується дипломник.

Вступ обов'язково повинен бути логічно зв'язаний з темою дипломного проекту, в ньому коротко висвітлюється тема дипломного проекту, обґрунтовується її важливість та актуальність. У вступі відмічається основна мета і заходи щодо подальшого збільшення економічно-основних матеріалів, підвищення технічного рівня виробництва, механізації і автоматизації виробництва, щодо розробки прогресивних технологічних процесів, покращенню якості продукції.

Наприклад: при проектуванні дільниці механічного цеху бажано висвітлити питання відтворення перемінно-потокового виробництва, впровадження групою обробки деталей, застосування УСП (універсально-складальних пристосувань) та пристосувань з гідрозатискачами або пневмозатискачами тощо.

Далі, звертаючись до питань, які стоять перед автором дипломного проекту, слід розкрити зміст розділів проекту. "Вступ" повинен бути написаний на 1-2 сторінки.

Наведемо приклад:

"Вступ"

Машинобудування – є однією з важливіших галузей народного господарства.

Визначаючий рівень етапу розвитку усіх інших галузей промисловості, сільського господарства, енергетики транспорту та інші. Швидкий розвиток машинобудівної промисловості постійно вимагав науко-

вого рішення питань, зв'язаних з виготовленням машин, що призвело до виникнення науки і технології машинобудування. Технологія машинобудування - це наука про виготовлення машин певної якості у встановленій виробничій програмі кількості у заданий термін при найменших витратах живої і суспільної праці, так як при найменшій собівартості. Наукові роботи з питань технології машинобудування з'явилися з початку розвитку машинобудівної промисловості. В цих роботах узагальнювався у промисловий досвід. Ще у 1804 році вчені В.М. Северин сформулював перші основні положення технологічних процесів. Технологія - наука про заводи. У 1885 професор І. А. Тиме узагальнив висновки багатолітніх розслідувань у праці "Основи машинобудування". Організація машинних фабрик у технологічному і економічному відношенні виробництва.

У праці професора А. П. Гавриленко "Технологія матеріалів" розкриті теоретичні основи технології металообробки. Із зарубіжних вчених технологічного минулого століття відмітимо К. Кармарша, який опублікував праці "Вступ в механічне вчення технології"; "Основи механічної технології", "Словник з механічних технологій". Американець Ф. І. Тейлор в роботі "Мистецтво обробки металів". Виданий у 1900 році отримав ряд важливих положень з механічної обробки різанням. Формування технології машинобудування як науки відноситься до початку 30-х років даного століття. До перших рядів з технології машинобудування відносяться роботи А.П.Соколовського, А.І.Коширина, Б.С.Балакшина, В.М.Коваля та інші. Технологія машинобудування придумана головним чином працями радянських вчених Б.С.Балакшина, А.Н.Бородачова.

Дипломний проект виконаний з метою закріплення отриманих теоретичних знань та придбання навичок проектування механізованої дільниці та розробки маршрутно-операційного техпроцесу з виділенням прогресивних методів обробки деталей на верстатах напівавтоматах.

2.1. КОРОТКИЙ ОПИС КОНСТРУКЦІ ДЕТАЛІ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКА

Цей розділ повинен містити опис призначення та умов роботи у виробі заданої деталі, огляд і аналіз конструкції машин, приладів або окремих складальних одиниць, інструмента або іншого об'єкта виробництва.

Якщо дипломне завдання передбачає конструювання інструмента для обробки деталей на даному верстаті, то дипломнику надається ініціатива самостійно вибрати конструкцію ріжучого інструмента, а також зробити необхідні розрахунки конструкції (габарити, елементи кріплення, геометричні параметри тощо). В графічній частині проекту креслення деталі викреслюється в робочому положенні в масштабі 1:1 відповідно вимог ЄСКД.

В пояснювальній записці наводиться докладний опис деталі, її при-

значення і дія у виробі, обґрунтування вибору матеріала, його механічних властивостей, хімічного складу тощо. Рекомендується виконати відпрацювання конструкції деталі на технологічність.

Приведені характеристики повинні служити вихідним матеріалом для вибору метода отримання заготовки і розробки технологічного процесу.

Приклад 2.1.

Деталь “ Вал-шестірня “ довжиною 340 мм, діаметрами: $\varnothing 50f7$, $\varnothing 60k6$, $\varnothing 70h12$, $\varnothing 96h12$. Відноситься до класу “Валів”. Маса деталі $m = 9$ кг.

Деталь входить у вузол центрального редуктора і служить для передачі крутних моментів від ведучого валу до зубчастого колеса. Працює на згин та кручіння.

2.2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ДЕТАЛІ “ВАЛ-ШЕСТИРНЯ”

Точність геометричної форми поверхонь деталі: допуск радіального биття

пов. $\varnothing 50f7$, $\varnothing 60k6$, $\varnothing 96h12$ відносно осі Б не більше 0,05 мм.

Таблиця 2.1 Точність розмірів та ступінь шорсткості поверхонь деталі “Вал-шестірня”, у міліметрах

№ поверхні дет.	Найменування поверхні деталі, розміри	Точність квалітету	Допуск відхилення	Шорсткість
3	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 50f7(-0,025)$ $-0,050$	7(f7)	-0,025 -0,050	R _a 1,6
6	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 96h12(-0,35)$	12(h12)	-0,35	R _a 3,2
4, 9	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 60k6(+0,021)$ $+0,002$	6(k6)	+0,021 +0,002	R _a 0,4
1-11	Довжина (лінійний розмір) $340 \pm \frac{IT14}{2}$	$14 \pm (\frac{IT14}{2})$	$\pm 0,635$	R _a 6,3

2.3 МАТЕРІАЛ ДЕТАЛІ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

Отже із аналізу роботи “Вала-шестірні” у вузлі редуктора Лебідки ЛЕК-3 приходимо до висновку, що “Вал-шестірня” повинна із запасом сприймати виникнену під час роботи вузла напругу: крутіння, вигин, а також знос.

В даному випадку підходящим матеріалом із якого можна виготовити “Вал-шестірню” буде сталь 40X. Вона добре протистоїть вигину та крутін-

ню. Стійкість "Вала-шестірні" збільшується, якщо піддати термічній обробці: загартуванню до твердості HRC 30...40.

В даному пункті необхідно зробити опис: із якого матеріалу виготовляється деталь, ГОСТ, хімічний склад – механічні властивості марки матеріалу.

Приклад 2.2. Для деталі "Вал-шестірня" матеріал – конструкційна легуюча сталь марки 40ХН, яка застосовується для виготовлення деталей, що витримують значні деформуючі навантаження.

Дані хімічного складу та механічних властивостей матеріалу слід вписати в таблиці 2.2. та 2.3. із додатків.

Таблиця 2.2. Хімічний склад сталі 40ХН ГОСТ 4543-84

Склад в %						
Вуглець (С)	Кремій (Si)	Марганець (Mn)	Хром (Cr)	Нікель (Ni)	Молибден (Mo)	Ванадій (V)
0,33 - 0,40	0,17 - 0,37	0,25 - 0,50	1,2 - 1,5	3,0 - 3,5	0,35-0,45	0,10-0,18

Таблиця 2.3 Механічні властивості сталі 40ХН ГОСТ 4543-84

Твердість по Бринеллю НВ	Межа текучості σ_T (МПа)	Тимчасовий опір $\sigma_{Т0,2}$ (МПа)	Відносне подовження δ , %	Відносне звуження φ , %
269	1100	1200	12	50

2.4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Робота технолога розпочинається з технологічного контролю креслень, який повинен бути спрямований на відповідність технологічних запитів об'єктів виробництва умовам і можливостям конкретного виробництва, дотримування у виробках заданої технологічності.

В пояснювальній записці необхідно видати якісну та кількісну оцінки технологічності конструкції деталі.

Якісна оцінка:

- 1) характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування, як попередня;
- 2) складна або проста форма деталі;
- 3) жорстка або нежорстка деталь;
- 4) чи є в деталі поверхні, які легко піддаються обробці універсальними інструментами.

Кількісна оцінка:

- 1) базується на визначенні відношення досягнутих показників до базових.
- 2) за коефіцієнтом уніфікації.

$$K_{y_{ел}} = \frac{A_{уел}}{A_{ел}}$$

де $A_{уел}$ – число уніфікованих розмірів конструктивних елементів;

$A_{ел}$ – число конструктивних елементів в деталі (зовнішні поверхні, внутрішні поверхні, торці, уступи, фаски, галтелі, зуб'я, шліці, шпоночні пази, канавки, різьби).

Конструкція деталі та її конструктивні елементи визначають структуру застосування верстатів та характер технологічного процесу при виготовленні деталі, ось чому етап аналізу технологічності деталі являється особливо важливим в системі технічної підготовки виробництва.

Технологічність деталі знаходиться мінімумом трудових затрат при механічній обробці деталі та в процесі технічного обслуговування.

Суть технологічності деталі – у зменшенні штучного часу на виготовлення деталі та повної собівартості виробництва.

Технологічність включає в себе:

- 1) коефіцієнт використання металу $K_{вм} = \frac{M_d}{M_3}$, повинен бути максимальним;
- 2) конструкція деталі повинна бути проста та доступна при обробці різними методами;
- 3) забезпечення вибору надійних установочних баз;
- 4) одержання заготовки найбільш ефективними методами.

Технологічною вважається деталь, для якої числове значення показника $K_{уел}$ більше 0,6.

Якщо квалітети точності розмірів більшості поверхонь вище 6-го, то деталь по точності вважається не технологічною, якщо для обробки деталі не вимагається доводочних операцій (суперфінішування, хонінгування, притирання, калібрування), то деталь по шорсткості вважається технологічною.

Відпрацювання конструкції на технологічність рекомендується виконувати згідно такого порядку:

- 1) підібрати і проаналізувати вихідні матеріали, необхідні для оцінки технологічності;
- 2) провести порівняльну оцінку і розрахунок рівня технологічності;
- 3) розробити заходи щодо поліпшення показників технологічності.

Основними показниками технологічності конструкції виробу є трудомісткість, собівартість, матеріаломісткість і енергомісткість.

Трудомісткість виготовлення виробу виражається сумою нормо-годин, витрачених на технологічні процеси виготовлення деталей.

Рівень технологічності конструкції за трудомісткістю визначається за формулою:

$$K_T = T_{\text{пр}} / T_{\text{баз}}$$

де $T_{\text{пр}}$ і $T_{\text{баз}}$ - проектна та базова трудомісткості виготовлення деталей, нормо-годин.

Собівартість - сумарне значення витрат на матеріали, заробітну плату виробничих робітників з нарахуванням і накладних витрат. Собівартість є узагальнюючим показником якості виробу.

Рівень технологічності конструкції за собівартістю визначається за формулою:

$$K_C = C_{\text{пр}} / C_{\text{баз}}$$

де $C_{\text{пр}}$ і $C_{\text{баз}}$ - проектна і базова собівартісті виготовлення виробів, грн.

Матеріаломісткість характеризує кількість матеріалу, витраченого на виготовлення виробу, одиниці маси і визначається за формулою:

$$K_M = M_d / P,$$

де M_d - маса деталі, кг; P - середня потужність верстатів на дільниці.

Енергомісткість характеризує кількість паливно-енергетичних ресурсів, які витрачаються на виготовлення виробу, наприклад кВт, кал.

Рівні технологічності виробу за матеріаломісткістю і енергомісткістю визначаються аналогічно рівням технологічності з трудоемкості та собівартості і визначаються за формулою:

$$K_E = E_{\text{пр}} / E_{\text{б}}$$

Примітка: Після проведення аналізу технологічності всі пропозиції щодо змін конструкції повинні бути систематизовані в пояснювальній записці

Приклад 2.3. Вихідні дані – креслення деталі "Вал-шестірня" (див.рис.2.1)

Якісна оцінка

Деталь простої форми відноситься до класу "Валів", її поверхні складаються із поверхонь обертання та торцевих поверхонь, не вимагаючих складної форми заготовки. Для обробки деталей не вимагається спеціальної оснастки. Деталь цілком міцна та жорстка (відношення довжини деталі до діаметру $L/D = 340/96 = 3,5$ менше 12). Всі поверхні для обробки доступні. За якісною оцінкою деталь може вважатися технологічною.

Кількісна оцінка:

За коефіцієнтом уніфікації згідно формули:

$$K_{y \text{ ел}} = \frac{A_{y \text{ ел}}}{A_{\text{ ел}}} = \frac{22}{22} = 1,0; \quad K_{y \text{ ел}} > 0,6$$

де $A_{y \text{ ел}}$ – число уніфікованих елементів, $A_{y \text{ ел}} = 22$;

$A_{\text{ ел}}$ – число конструктивних елементів, $A_{\text{ ел}} = 22$.

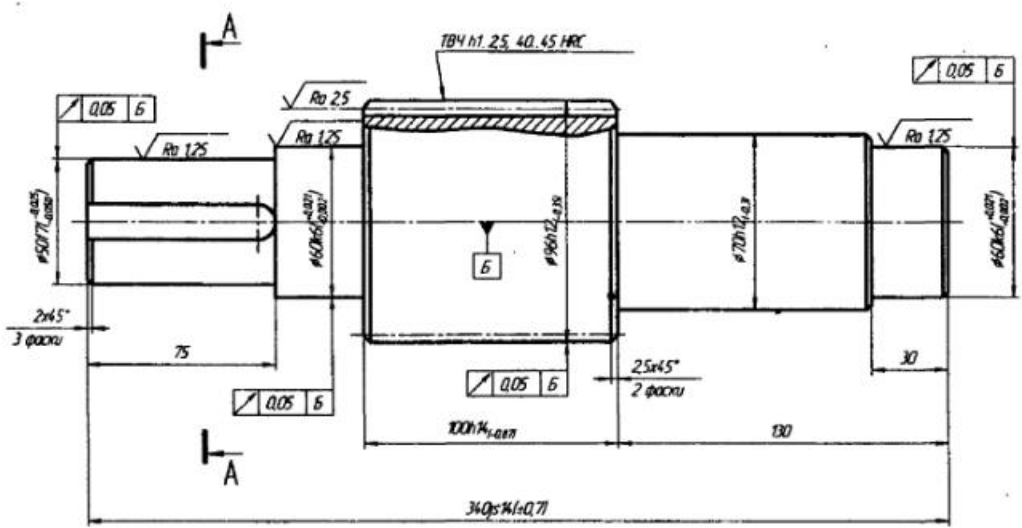
Отже, за коефіцієнтом уніфікації деталь являється технологічною.

Самий вищий квалітет точності розмірів деталі 6-й, отже за точністю деталь також технологічна.

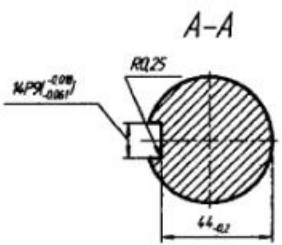
Виготовлення деталі не вимагає доводочних операцій, отже за шорсткістю деталь технологічна.

Висновок: на основі якісної та кількісної оцінок, вважаємо, що деталь технологічна

√ Ro 5 (✓)



Модуль	m	3
Число зубів	z	30
Кут нахилу	β	$10^{\circ}15'47''$
Направлення ліній зубів	-	ліве
Види перехідного контуру	-	ГОСТ 975-81
Група точності ГОСТ 943-81	-	8-9-7-В
Діаметр зовнішній нормалі	d_w	$34,16_{-0,2}^{+0,1}$
Крок зубів	P_z	114,0
Пастинка кордо зубів	$S_{\alpha c}$	5,55
Висота дії пастинки кордо зубів	$h_{\alpha c}$	2,99
Діаметр довільного кола	d_f	90



1 Гр IV КТ770 ОСТ 5 9034-84
 2 ± 2

Рисунок 2.1. Вал-шестірня

№ документа	№ документа	№ документа	№ документа	№ документа	№ документа
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Вал-шестірня				9	11
ГОСТ 40ХН ГОСТ 1543-71				Дата	Дата

2.5. ВИБІР ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКА

Один із початкових даних при проектуванні техпроцесів передбачено для якого типу виробництва повинен бути розроблений технологічний процес механічної обробки деталі, в залежності від програми річного випуску деталей та маси деталі M_d . У машинобудуванні є такі типи виробництва: одиничне, малосерійне, середньосерійне, великосерійне та масове.

В цьому розділі студент повинен на одній сторінці дати пояснення характеристику вибраного типу виробництва за слідуючою формою опису.

1. Одиничне виробництво:

- характеризується виробництвом великої номенклатури різнотипних за конструкцією деталей за рік.

Обробляються вони штучно, або малими партіями, які за рік ні разу не повторюються. В цьому випадку цех, або дільниця мають весь перелік універсального технологічного обладнання, яке розташоване в цеху за груповим признаком. Деталі дорогі, тому що норма штучно-калькуляційного часу на технологічних операціях велика і при механічній обробці деталей використовують працівників з високим розрядом.

Технологічний процес розробляють тільки маршрутним описом (маршрутний техпроцес). Заготовки в одиничному виробництві не приближені до форми деталі і мають великі припуски на механічну обробку (прокат, поковки та виливки).

Ріжучий та вимірювальний інструменти - універсальні.

2. Серійне виробництво:

- тип виробництва, коли деталі виготовляються партіями. Партії складають із однотипних за конструкцією деталей, в яких форма та розміри не дуже відрізняються один від одного. Партія деталей виготовляється у виробництві одночасно. Технологічний процес може бути з маршрутно - операційним описом (маршрутно - операційний техпроцес) на окремих операційних картах. Верстати можуть бути застосовані самі різнотипні: універсальні та спеціальні. Широко поширюється автоматизація технологічних операцій на верстатах. Обладнання розташовується в цеху за ходом технологічного процесу. Після закінчення обробки одної деталі верстати переналагоджуються на обробку іншої партії.

Ріжучий та вимірювальний інструменти застосовуються як універсальні, так і спеціальні.

В серійному виробництві крім універсальних пристосувань приймаються (УСП) універсально - складальні пристосування та спеціальні пристосування. Заготовки, приближені до форми та розмірів готової деталі і мають нормативні припуски.

Спеціалізація верстатів та робочих, спеціальне технологічне оснащення роблять серійне виробництво економічніше одиничного виробництва. В зв'язку з цим серійне виробництво має саме широке розповсюдження.

3. Масове виробництво:

- характеризується тим, що в ньому виконується обробка одної або дуже приближених за формою та розміром деталі в дуже великих об'ємах. Кожна операція закріплена за певними верстатами. Виробництво оснащено спеціальними верстатами, які виконують весь цикл обробки деталі на операції в автоматичному режимі, включаючи установку та знімання деталі.

Верстати розташовані чітко за ходом технологічного процесу.

Технологічний процес виготовлення деталі докладно розписаний в операційних картах.

Всі верстати оснащені спеціальними пристосуваннями, які забезпечують швидко: установку, базування та затиск деталі на верстаті.

Кваліфікація робітників нижча, ніж в одиничному та серійному виробництві. Ріжучий та вимірювальний інструменти, як правило, спеціального виготовлення.

Заготовки - штамповки, литво під тиском, за допомогою випалюваних моделей та інші, які забезпечують максимальне приближення до форми та розмірів деталі з оптимальними припусками.

Незважаючи на великі капітальні затрати, ефективність масового виробництва дуже висока, тому що затрати швидко окуплюються малою собівартістю деталі, а великий об'єм виробництва збільшує ефективність.

Такт випуску деталей знаходиться тільки в поточно - масовому виді виробництва, частіше всього на поточно - механізованих лініях, де верстати з'єднані послідовно жорстким міжопераційним транспортним зв'язком.

Тривалість такту випуску деталей залежить від типу лінії:
для однономенклатурної:

$$T_B = 60 \times \Phi_{до} \times K_3 / \Pi_B;$$

для багатноменклатурної:

$$T_B = 60 \times \Phi_{до} \times K_3 / \sum_{i=1}^n \Pi_i$$

для автоматичної:

$$T_B = 60 \times \Phi_{дл} \times K_3 / \Pi_B,$$

де $\Phi_{до}$ і $\Phi_{дл}$ - дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання потокової або автоматичної лінії, годин.

$K_3 = 0,75 \dots 0,95$ - плановий нормативний коефіцієнт завантаження, який враховує простої з організаційно - технічних причин і регламентовані

перерви на відпочинок (менше значення K_3 відповідає масовому виробництву); Π_B - річна програма випуску виробів (деталей), шт.;

Π_i - число виробів (деталей), які підлягатимуть випуску за рік;

i - порядковий номер виробу (деталей), $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Ефективний річний дійсний фонд часу роботи одиниці обладнання і робочих місць ($\Phi_{до}$ і $\Phi_{дл}$), розраховується за формулою:

$$\Phi_{до} = (D_p - D_{вих} - D_{св}) \times 2 \times t_3 \times K_p \times K_n = \\ = (365 - 104 - 8) \times 2 \times 8 \times 0,93 \times 0,95 = 3580 \text{ н.год.},$$

де $D_p = 365$ - кількість днів за рік;

$D_{вих} = 104$ - суботні та вихідні дні;

$D_{св} = 8$ - кількість святкових днів;

2 - кількість змін;

$t_3 = 8$ - кількість годин на робочій зміні;

$K_p = 0,93$ - коефіцієнт, враховуючий утрати часу на ремонт;

$K_n = 0,95$ - коефіцієнт, враховуючий регламентні перерви;

Π_B - річна програма, шт (кількість деталей, що підлягають обробці).

Дані для оцінки типу виробництва приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Таблиця для вибору типу виробництва

Маса деталі, кг	Кількість деталей, які підлягають обробці у виробництві, шт.				
	Одиничне	Мало-серійне	Середньо-серійне	Велико-серійне	Масове
до 2,5	до 10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000 і більше
2,5-5,0	до 10	10...500	500...35000	35000...75000	75000 і більше
5,0-10,0	до 10	10...300	300...25000	25000...50000	50000 і більше
10-50	до 10	10...200	200...10000	10000...25000	25000 і більше
50 і більше	до 5	5...100	100...300	300...1000	5000 і більше

Якщо відносно таблиці 2.4. виробництво масове, то потрібно знаходити такт випуску за формулою:

$$T_B = \frac{\Phi_{дл}}{\Pi_B} = \frac{(365 - D_{вих} - D_{св}) \times 2 \times 8 \times 0,93 \times 0,95 \times 60}{\Pi_B}, \text{ хв}$$

де $\Phi_{дл}$ - дійсний фонд часу роботи лінії за рік;

365 - кількість днів за рік;

$D_{вих}$ - суботні та вихідні дні (104);

$D_{св}$ - кількість святкових днів за рік, (8);

$K_p = 0,93$ - коефіцієнт, що враховує утрати часу на ремонт;

$K_{рп} = 0,95$ - коефіцієнт, що враховує регламентні перерви;

P_v - річна програма випуску, шт. /кількість деталей, що підлягають обробці/;

2 - кількість змін;

8 - кількість годин на робочій зміні.

Якщо відносно таблиці 2.7. виробництво серійне, то потрібно знаходити партію запуску деталей за формулою:

$$P_{зап} = \frac{P_v}{P_d}$$

де $P_{зап}$ - величина партії запуску деталей, шт.;

P_v - річний об'єм випуску деталей, шт.;

P_d - кількість робочих днів за рік;

$$P_d = 365 - D_{вих} - D_{св} = 365 - 104 - 8 = 253 \text{ днів}$$

g - необхідний запас деталей на складі в днях коливається від 5 до 8 днів.

Для дрібних і середніх деталей $g = 6...8$. Для великих $g = 5...7$.

Приклад 2.4. Вихідні дані - кількість деталей, що підлягають обробці $P_v = 10000$ шт.

Маса деталі $M_{дет} = 5,0$ кг.

Відносно таблиці 2.4. тип виробництва середньосерійний.

Так, як виробництво серійне, знаходимо величину партії запуску за формулою:

$$P_{зап} = \frac{P_v}{P_d} \times g = \frac{10000}{253} \times 5 = 198 \text{ шт}$$

де $P_v = 10000$ шт

Для визначення типу виробництва користуються коефіцієнтом закріплення операцій, тобто кількістю різних операцій, що виконуються на одному робочому місці протягом місяця. Згідно з ГОСТ 3.1121-84 коефіцієнт закріплення операцій для групи робочих місць визначається за формулою:

$$K_{зo} = O / P,$$

де O - кількість різних операцій, які виконуються на робочих місцях дільниці чи в цеху;

P - кількість робочих місць на дільниці чи в цеху.

ГОСТ 3.1108-84 рекомендує такі значення коефіцієнтів закріплення операцій в залежності від типу виробництва: для одиничного виробництва - $K_{30} > 40$; для малосерійного виробництва - $20 < K_{30} < 40$; для середньо-серійного виробництва - $10 < K_{30} < 20$; для великосерійного виробництва - $1 < K_{30} < 10$; для масового виробництва - $K_{30} = 1$.

Приклад 2.5. Вихідні дані - на дільниці з 10 робочих місць протягом місяця на 1,2,3,4,5-му робочих місцях виконувалась одна операція; на 6,7-му місцях - дві; 8,9,10-му місцях - три.

$$K_{30} = \frac{1 \times 5 + 2 \times 2 + 3 \times 3}{10} = 1,8$$

Отже, виробництво на дільниці великосерійне тому що $1 < 1,8 < 10$.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ, ЩОДО РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗДІЛУ В ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Застосування видів заготовок типів виробництва.*
- *Групи складності видів заготовок.*
- *Визначення об'єкту та маси заготовки.*
- *Розрахунок міжопераційних та операційних розмірів вихідної заготовки.*
- *Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків.*
- *Довідниковий метод для визначення міжопераційних припусків на механічну обробку.*

Технологічний процес виготовлення деталі є вихідним матеріалом для виконання всіх розділів дипломного проекту і повинен бути розроблений відповідно вимог стандартів ЄСТД і ЄСТПВ.

Вихідними даними для проектування технологічного процесу є: робоче креслення деталі, призначення деталі у складальному виробі, а також річний об'єм випуску деталей. Крім того, при проектуванні використовують необхідну довідникову літературу з нормативів режимів різання, стандарти і каталоги ріжучого, вимірювального та допоміжного інструментів.

Проектування нового технологічного процесу містить в собі:

- аналіз технологічності деталі;
- аналіз існуючого технологічного процесу;
- вибір типу виробництва;
- визначення розміру виробничої партії;
- вибір вихідної заготовки і визначення її розмірів, допустимих відхилень і припусків на механічну обробку;
- вибір технологічних баз, тобто поверхонь базування і закріплення заготовки, які забезпечують задану точність виготовлення деталі при оптимальній продуктивності прийнятого технологічного процесу;
- маршрутний опис технологічного процесу;
- вибір необхідного обладнання і технологічної оснастки (приспосовування для закріплення заготовки, ріжучого та вимірювального інструментів тощо);
- повний операційний опис технологічного процесу з послідовністю виконання технологічних операцій і переходів, із заповненням всіх граф технологічної документації і карт ескізів;

- призначення режимів різання на кожному переході і розрахунок основного (машинного), штучного і штучно-калькуляційного часу на операцію;
- визначення технічної норми часу на кожен операцію, розряду роботи і розцінки;
- проведення зрівнювальних економічних розрахунків для двох можливих варіантів обробки деталі.

3.1. ВИБІР МЕТОДУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ

Вибір методу одержання заготовки в першу чергу залежить від типу виробництва, її матеріалу, конфігурації та технічних вимог.

Наприклад: в одиничному виробництві частіше всього вибирають заготовку – прокат різного профілю: круглий, квадратний, шестигранний та листовий, а також приймаються прості поковки та відливки.

В серійному виробництві використовуються заготовки, які вже достатньо приближені до форми та розмірів готової деталі. Величина припусків приближена до нормативної на відміну від одиничного виробництва.

Види заготовок:

- поковки та штамповки для виготовлення ступінчастих валів, шестернів тощо;
- лиття відцентрове, в металеві формі (кокілі), в оболонкові форми, за допомогою виплавлюваних моделей, методом порошкової металургії (спікання) тощо.

В масовому виробництві використовуються точні заготовки: штамповки калібровані, спеціальний профільний та калібрований прокат, труби гарячекатані та холоднокатані, лиття відцентрове, під тиском та методом порошкової металургії.

При розробці цього розділу необхідно вибрати два найбільш вигідні варіанти заготовок та дати техніко – економічне порівняння двох видів заготовок за рахунок різниці їх вартості за преїскурантними цінами.

На вибір способу одержання заготовки впливають наступні фактори:

- марка матеріалу, його хімічно – механічні властивості, виробнича програма та тип виробництва, виробничі можливості заготовчих цехів заводу, а також конструктивна форма та розміри деталі.

При виборі способу одержання заготовки необхідно прагнути до того, щоб форма та розміри заготовки були максимально наближені до форми та розмірів деталі.

У машинобудуванні застосовуються заготовки у вигляді прутів: круглого, квадратного, шестигранного перерізу; гарячекатаного та холоднокатаного профільного та листового прокату, товстостінних безшовних труб; поковок, отриманих за допомогою методу вільної ковки, ковки в штампах, чеканки, ротаційного обтиску, відливок із сталі, сірого, ковкого і високоміц-

II – нескладні виливки – виливки відкритої коробчастої або циліндричної форми; зовнішні поверхні прямолінійні та криволінійні з підсилюючими ребрами, фланцями з отворами та заглибинами простої конфігурації і внутрішні порожнини прості з гладкими та рівними поверхнями без виступів та заглибин. Типові представники – плити розміточні, кронштейни простої конструкції, маховики зі спицями, шківів, корпуси патронів, револьверні головки, складні вилки тощо.

III – Середньої складності виливки – виливки відкритої коробчастої або циліндричної форми відповідного призначення; зовнішні поверхні криволінійні та прямолінійні з наявністю навісних частин ребер, муфт, кронштейнів, фланців з отворами та заглибинами супроти складної конфігурації; внутрішні порожнини середньої складності, з гладкою прямолінійною та одного – двома криволінійними поверхнями з незначними виступами та заглибинами на одній із гладких поверхонь, невисокими ребрами, перемичками. Типові представники – блоки, шпинделі, матриці, циліндри ребристі, шестерні з вилитим зубом, задні бабки, монети, планшайби, супорти металоріжучих верстатів, корпуси редукторів тощо.

IV Складні виливки – виливки закритої та частково відкритої коробчастої або циліндричної форми відповідного призначення, зовнішні поверхні криволінійні та прямолінійні із незначною кількістю перетинаючих поверхонь, що мають виступаючі частини та заглиблення складної конфігурації; внутрішні порожнини складної конфігурації з невеликою кількістю перетинаючих криволінійних та прямолінійних поверхонь, з великою кількістю виступаючих та заглиблених місць, ребер, перемичок. Типові представники – столи та основи металоріжучих верстатів, станини ковочних машин; траверси, корпуси гідравлічних головок, лопасті гідротурбін, каретки, фартуки, консолі, шестерні двудискові, корпуси редукторів тощо.

V Особливо складні та унікальні виливки – виливки закритої коробчастої та циліндричної форми відповідального призначення: комбіновані, що складаються із двох – трьох та більше розгалужень, зовнішні поверхні криволінійні перетинаючі під різними кутами ребер, кронштейнів та фланців, з високими виступаючими та заглибленими місцями; внутрішні порожнини складної та особливо складної конфігурації із криволінійними поверхнями, перетинаючими під різними кутами. Типові представники – станини та передні бабки металоріжучих верстатів, фасонні сталеві циліндри, блок – циліндри і кришки циліндрів дизелів, відлиті колінчасті вали, планшайби та стойки унікальних верстатів.

Групи складності поковок:

I – прості поковки – поковки з постійним перетином без отворів. Типові представники – шайби, глухі фланці, плити, вали гладкі діаметром до 75 мм., довжиною до 1 м., прямокутні поковки із меншим боком прямокутника до 75 мм.

ного чавунів і кольорових металів, здобувається литтям у піщано – глиняні форми, в металеві форми (кокілі), за допомогою виплавлених моделей, у оболонковій формі та інші; зварних заготовок для корпусів та кронштейнів.

Так, як на машинобудівному виробництві переважно працюють в умовах середньосерійного типу виробництва, то основними заготовками являються лиття, поковки, зварні конструкції.

Заготовки виготовляються безпосередньо в своїх ливарних, ковальсько- пресових та зварювальних цехах.

Заготовки – лиття на базовому заводі одержують слідуючими методами: виливки (поршні, блоки, циліндри, кришки циліндрів, корпуси водяних насосів та інші) із сірого чавуну СЧ20, СЧ24 виливають в піщано – глиняних формах, які збирають із стержнів по кондукторам. Цей спосіб лиття в піщано – глиняних формах найпоширеніший у машинобудуванні і доходять до 75...80% виливок. В піщано – глиняних формах виливають заготовки самі складні за конфігурацією та масою до кілька сотен тон. Основними недоліками лиття в піщано – глиняних формах являється низька точність, великі припуски на механічну обробку та високі параметри шорсткості. Вартість виготовлення виливок мінімальна, але потребує найбільших витрат металу.

Виливки (корпуси шестерневих насосів, маховики, корпуси повзунів, кришки та інші) із сірого чавуну СЧ20, СЧ24 виливають в металевих формах (кокілях). Їх стійкість досягає від 500...8000 виливок. Кокілі дозволяють отримувати виливки із точними розмірами (до 12 класу).

Параметр шорсткості досягає: $Ra = 20$ мкм. за рахунок скорочення ливникової системи зменшується витрата металу на 15...20%, а трудомісткість механічної обробки є наслідок зменшення припусків та високої точності розмірів заготовки, зменшується в два рази.

Собівартість виливок в кокіль знижується на 30% проти виливки в піщаних глиняних формах. Виливки гільзи, втулки, рубашки, із сірого чавуну СЧ24 виливають методом відцентрового лиття, яке завершується в заливці металу в обертовій формі, котрі обертаються до закінчення кристалізації металу, за рахунок обертів форми досягається велика міцність металу виливки, збільшується рідинотекучість, практично відсутні витрати на виготовлення стержнів, при цьому методі лиття знижується витрата металу, тому що відсутня ливникова система.

Коефіцієнт витрат металу у виливках складає $K_{вм} = 0,6...0,8$.

Групи складності виливок:

I – прості виливки – виливки переважно плоскі, маловідповідального призначення; внутрішні порожнини відсутні; зовнішні поверхні гладкі, прямолінійні, з невисокими підсилюючими ребрами, буртами, отворами тощо. Типові представники – кришки, вилки, важелі, маховики без спиць тощо.

II – нескладні поковки – поковки із небагато змінюючим перетином, поковки постійного перетину з отворами. Типові представники – фланці з отворами, шестерні з бобишкою, вали гладкі та одноступінчасті діаметром до двісті мм. (200 мм.), довжиною до 3 м., бруски прямокутні із меншим боком прямокутника до 200 мм., штамповані кубики.

III – складні поковки – поковки із невеликою кількістю перемінних перетинів. Типові представники – вали гладкі діаметром більше 200 мм., довжиною більше 3 м., двох – трьох ступінчасті вали, гладкі вали з фланцем, шестерні з бобишкою та отвором, хомути, траверси направляючі, важелі прості, втулки, циліндри.

IV – особливо складні поковки – поковки складної конфігурації, потребуючі гнуття, поковки із більшою кількістю перемінних перетинів. Типові представники – вали ексцентрикові, вали гладкі багатоступінчасті довжиною більше 3 м., гладкі двоступінчасті із фланцем, шатуни, важелі, важелі складні, рами, пустотілі поковки із заковуванням.

Групи складності гарячих штамповок:

I – прості штамповки. Типові представники – тіла обертання в площині рознімання штампів без отворів, призматичні гарячі штамповки без різних переходів, ребер та западин, валики;

II – нескладні гарячі штамповки. Типові представники – тіла обертання в площині рознімання з отворами, призматичні гарячі штамповки з ребрами та прошитими отворами та виступами, гарячі штамповки, одержані на горизонтально – ковочних машинах в три переходи не менше, колінчасті вали із згинанням в одній площині;

III – складні гарячі штамповки. Типові представники – тіла обертання із виступами, шестерні із зуб'ями, призматичні штамповки, колінчасті вали із противагою, розподільні вали, складні вали та осі;

IV – особливо складні штамповки. Типові представники – тіла обертання в комбінації з декількома ребрами, колінчасті вали з колінами в різних площинах, лопатки турбін, гарячі штамповки, одержані на горизонтально – ковочних машинах в п'ять та більше переходів.

Заготовки у виді поковок та штамповок застосовують для деталей (вали, вал – шестірна, шестерні, зубчасті колеса, колінчасті вали), працюючих безпосередньо на вигин, розтяг, крутіння. При виготовленні поковок та штамповок необхідно прагнути до того, щоб конфігурація заготовки та її розміри були близько наближені до розмірів та конфігурації готової деталі.

Заготовку-штамповочну поковку одержують на (КГШП) кривошипних гарячештамповочних пресах.

Технологічний процес виготовлення поковок складається із слідуєчих етапів. нагрів металу, виконання ковальських операцій, первинної термічної обробки поковки (віджиг, нормалізація та інші).

Складні поковки потребують збільшеного числа операцій, серед яких одноіменні можуть повторюватися два і більше разів. Напівфабрикати поковки надходять в піч для допоміжного нагріву (один або більше разів, в залежності поковки). Ковку виконують на ковочних молотках і гідравлічних пресах. Параметр шорсткості поверхні поковок складає $Ra = 320 \dots 400$ мкм. Коефіцієнт використання металу складає $0,4 \dots 0,5$. Заготовки у виді штамповки отримують ковкою у штампах. При виготовленні штамповок їх розміри та конфігурація близькі до розмірів та конфігурації деталей, зменшується витрата металу, скорочується норма часу отримання заготовки.

Штамповки бувають у відкритих та закритих штампах. На базовому заводі штамповки виготовляються в гарячому та холодному стані.

Штамповки у відкритих штампах застосовуються для деталей (шатуни, важелі, коромисла, кришки, клапани та інші). Цей метод штамповки характеризується тим, що зазор між верхньою та нижньою частинами штампу являється перемінним і зменшується в процесі деформації металу. В зазор витікає залишок металу, який утворює задирки.

Задирки являються одним із недоліків у відкритих штампах.

Штамповки у закритих штампах застосовуються для деталей (шестірні, вали, напівмуфти). Цей метод відрізняється тим, що невеликий зазор між верхньою та нижньою частиною штампу забезпечує тільки їх взаємну рухливість та в процесі деформування металу залишається постійним. Задирки при цьому методі відсутні, що дає економію металу.

Точність виготовлення характеризується класом точності умовно позначеним T1...T5. Клас точності штамповки встановлюється в залежності від техпроцесу і обладнання для її виготовлення. При закритій штамповці на КГШП клас точності T2...T3. Група сталі умовно позначається M1...M3. Група сталі M2, так як вуглець $0,35-0,42$ %. (табл. 1.с.8)

1. Коефіцієнт витрат металу в штампувальних заготовках складає:

$K_{в.м.} = 0,7 \dots 0,8$. Коефіцієнт витрат металу являється одним із техніко - економічних показників щодо вибору виду заготовки і розраховується за формулою:

$$K_{в.м.} = \frac{M_d}{M_3},$$

де M_d – маса деталі, кг., M_3 – маса заготовки, кг.

2. Масу заготовки розраховують виходячи із її об'єму та міцності матеріалу. Необхідно прямувати до того, щоб форма та розміри вихідної заготовки були близькі до форми та розміру готової деталі, щоб зменшити трудомісткість механічної обробки, скоротити витрати металу ріжучого інструменту, електроенергії, тощо.

Масу заготовки розраховують за формулою:

Варіант 1:

$$M_{\text{заг}} = V \times \gamma, \text{ кг,}$$

де V – об'єм штампованої заготовки,

γ – питома вага матеріалу, $\text{кг/м}^3 = 7850$ для сталі об'єм штампованої заготовки круглого перетину,

L – довжина заготовки, м.

Об'єм заготовки кільця:

Варіант 2:

1. Масу штамповки розраховують за формулою:

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{д}} \times K_{\text{р}}$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$K_{\text{р}}$ – розрахунковий коефіцієнт, що встановлюється в залежності з характером деталі.

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi \times (D_{\text{з}}^2 - D_{\text{о}}^2)}{4} \times L_{\text{заг}}, \text{ м}^3$$

де $D_{\text{з}}^2, D_{\text{о}}^2$ – діаметр зовнішньої та внутрішньої поверхні заготовки, м.

$L_{\text{заг}}$ – довжина заготовки.

В залежності з табл. 20 додаток ГОСТ 7505-84 $K_{\text{р}} = 1,5 \dots 1,8$. Приймаємо $K_{\text{р}} = 1,65$.

Отже маса заготовки буде дорівнювати $M_{\text{з}} = M_{\text{г}} \times 1,65$ кг

4. Степінь складності визначається співвідношенням маси заготовки штамповки до маси фігури, в котру вписується штамповка (циліндр з діаметром і довжиною).

$$C = \frac{M_{\text{з}}}{M_{\text{ф}}};$$

де $M_{\text{з}}$ – маса штамповки;

$M_{\text{ф}}$ – маса фігури, в котру вписується штамповка.

Визначаємо масу фігури за формулою:

$$M_{\text{ф}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \ell \times \gamma$$

де $\pi - 3,14$

D – діаметр фігури

L – довжина фігури

γ – щільність сталі (7800 кг/м^3)

Вибір виду заготовки можна оцінити одним із способів, зрівнюючи собівартість двох варіантів. Наприклад, поковки та прокату. Якщо собівартість поковки буде менша собівартості прокату, то за рахунок меншого припуску на обробку, меншої маси заготовки, скорочення часу на чорнову

обробку, собівартості готової деталі із поковки, ще більше буде відрізнятися від деталі, виготовленої із прокату, то дальшого порівняння варіантів роботи немає необхідності.

А якщо собівартість поковки буде більше собівартості прокату, то необхідно провести додаткові техніко-економічні розрахунки. Ескізи основних видів заготовок (див. в додатку).

Приклад. 3.1. Деталь відноситься до складу "Валів". Для виготовлення даної деталі приймемо наступні два варіанти заготовок:

а) гарячекатаний прокат звичайної точності, круглого перетину (код 095002);

б) штамповка, одержана на пресі (код 412ПХ).

Вдало вибраний вид заготовки та спосіб її виготовлення дають змогу отримати готовий виріб без механічного оброблення в умовах автоматизованого та екологічно чистого виробництва.

Максимальне наближення геометричних форм і розмірів заготовки до форми та розмірів готової деталі є однією з головних тенденцій технічного процесу у виробництві заготовок. Заготовки із гарячекатаного прокату в основному застосовуються в одиничному та малосерійному виробництві, а також в серійному виробництві для виготовлення деталей, які мають малий (до 5...7мм) перепад в розмірах ступінчастих деталей.

Заготовки штамповані в основному застосовують в серійному, великосерійному та масовому типах виробництва.

В перелічених видах виробництва широко застосовують профілі, що виготовляють прокатуванням, пресуванням, волочінням, вальцюванням тощо.

Ці способи дають змогу отримати заготовку з високою якістю матеріалів, низькою вартістю, з мінімальними припусками для механічного оброблення, а деколи обходиться і без механічного оброблення.

3.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Варіант I – прокат

1 Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{в.м.} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}}$$

де $M_{дет}$ – маса деталі, $M_{дет} = 9$ кг

$M_{заг}$ – маса заготовки з прокату, кг $M_{заг} = V \times \gamma$

де V – об'єм заготовки, м³

γ – питома вага матеріалу заготовки, $\gamma = 7800$ кг/м

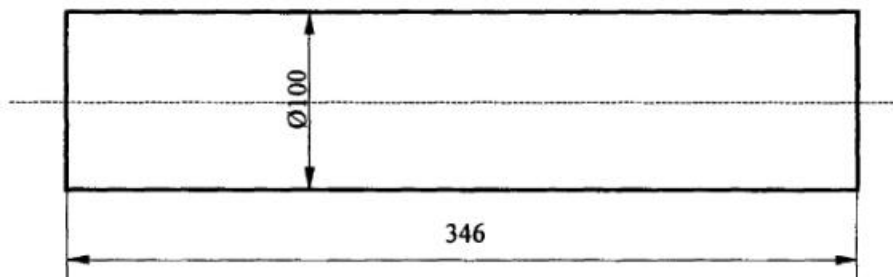


Рисунок 3.1. Ескіз заготовка-прокат

Щоб визначити об'єм заготовки (V), треба знати її розміри ($D_{\text{заг}}$ і $L_{\text{заг}}$), а для цього треба визначити спільний припуск на найбільший діаметр та на довжину деталі.

$$D_{\text{найб}} = 96 \text{ мм}, \quad D_{\text{заг}} = 100 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{дет}} + P_{\text{обшт1}} + P_{\text{обшт2}} = 340 + 3 + 3 = 346 \text{ мм}$$

де $P_{\text{обшт1}}$ – спільний припуск на перший торець (лівий)

$P_{\text{обшт2}}$ – спільний припуск на другий торець (правий)

$L_{\text{дет}}$ – довжина деталі, мм

2 Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V = A_1 \times L_{\text{заг}} = 0,00785 \times 0,346 = 0,002716 \text{ м}^3$$

3 Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_{\text{заг1}} = V \times \gamma = 0,002716 \times 7800 = 21,2 \text{ кг}$$

$$\text{де } A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2$$

4 Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг1}}} = \frac{9}{21,2} = 0,424$$

5 Визначаємо вартість заготовки за формулою:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_{1\text{т}}}{1000} \times M_{\text{заг1}} + C_{\text{р}}, \text{ грн}$$

де $C_{1\text{т}}$ – вартість одержання 1 тонни прокату, грн

Приймаємо $C_{1\text{т}} = 1800$ грн

$M_{\text{заг1}}$ – маса заготовки, кг

$C_{\text{р}}$ – вартість різання, грн

$C_{\text{р}} = 0,8$ грн

$$C_{\text{заг1}} = \frac{1800}{1000} \times 21,2 + 0,8 = 38,2 \text{ грн.}$$

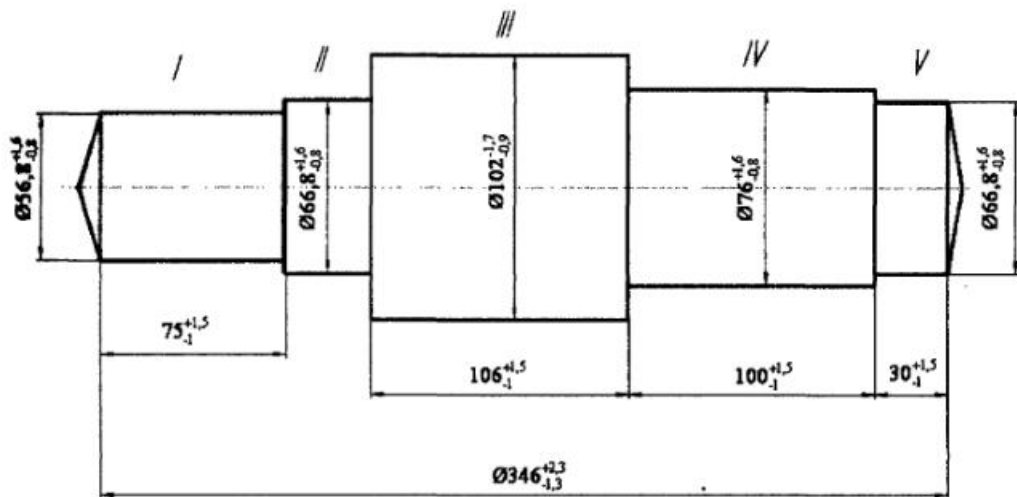


Рисунок 3.2. Ескіз заготовки-штамповки

1 Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м.} = \frac{M_{дет}}{M_{заг2}}$$

де $M_{дет}$ – маса деталі,

$$M_{дет} = 9 \text{ кг}$$

$M_{заг2}$ – маса заготовки, кг

$$M_{заг2} = V \times \gamma, \text{ кг}$$

де V – об'єм штампованої заготовки, м^3

γ – питома вага матеріалу заготовки, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\gamma = 7800 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Щоб визначити об'єм заготовки-штамповки розбиваємо умовно креслення заготовки на прості частини, щоб кожна з них мала просту геометричну форму, зручну для розрахунку об'єму.

$$\text{Об'єм заготовки: } V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

Щоб визначити об'єм кожної частини, треба знати їх діаметри та довжини. Для цього визначаємо спільні припуски на діаметри (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5) торці та устуги.

$$D_{\text{заг}} = D_{\text{ном.дет}} + (\Pi_{\text{обш}} + \delta_{\Pi}) \times 2$$

де $D_{\text{ном}}$ – номінальний діаметр деталі

$\Pi_{\text{заг}}$ – спільний припуск на сторону, мм

δ_{Π} – додаток на спільний припуск в залежності від класу шорсткості.

$$D_{\text{заг1}} = 50 + (2,6 + 0,8) \times 2 = 56,8 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг2,5}} = 60 + (2,6 + 0,8) \times 2 = 66,8 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг3}} = 96 + (2,7 + 0,3) \times 2 = 102 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг4}} = 70 + (2,7 + 0,3) \times 2 = 76 \text{ мм}$$

Визначення довжини частини заготовки

$$L_{\text{заг1}} = L_{\text{дет1}} = 75 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг2}} = L_{\text{дет2}} = 35 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг3}} = L_{\text{дет3}} + 2\Pi = 100 + 3 + 3 = 106 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг4}} = L_{\text{дет4}} = 100 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг5}} = L_{\text{дет5}} = 30 \text{ мм}$$

2 Визначаємо об'єм заготовки кожної частини за формулою:

$$V = A \times L_i, \text{ м}^3,$$

де A – площа перерізу, м^2

L_i – довжина відповідної частини, м

Об'єм I-ї частини

$$V_1 = A_1 \times L_{\text{заг1}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг1}}^2}{4} \times L_{\text{заг1}} = \frac{3,14 \times 0,0568^2}{4} \times 0,075 = 0,0001899 \text{ м}^3$$

Об'єм II-ї та V-ї частини

$$V_{2,5} = A_{2,5} \times L_{\text{заг2,5}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг2,5}}^2}{4} \times L_{\text{заг2,5}} = \frac{3,14 \times 0,0668^2}{4} \times 0,065 = 0,0002276 \text{ м}^3$$

Об'єм III-ї частини

$$V_3 = A_3 \times L_{\text{заг3}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг3}}^2}{4} \times L_{\text{заг3}} = \frac{3,14 \times 0,102^2}{4} \times 0,106 = 0,0008657 \text{ м}^3$$

Об'єм IV-ї частини

$$V_4 = A_4 \times L_{\text{заг4}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг4}}^2}{4} \times L_{\text{заг4}} = \frac{3,14 \times 0,076^2}{4} \times 0,1 = 0,0004534 \text{ м}^3$$

$$V = V_1 + V_{2,5} + V_3 + V_4 = 0,0001899 + 0,0002276 + 0,0008657 + 0,0004534 = 0,001737 \text{ м}^3$$

3 Маса заготовки:

$$M_{\text{заг2}} = V \times \gamma = 0,001737 \times 7800 = 13,55 \text{ кг}$$

Приймаємо утрату металу на чад (в середньому 10-15%), визначаємо масу матеріалу для визначення штампованої заготовки:

$$M_{\text{заг2}} = 13,55 + (13,55 \times 0,15) = 15,58 \text{ кг}$$

4 Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг2}}} = \frac{9}{15,58} = 0,578$$

5 Визначаємо вартість заготовки-штамповки за формулою:

$$C_{\text{заг2}} = \frac{C_{1\text{T}}}{1000} \times M_{\text{заг2}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4,$$

де $C_{1\text{T}}$ - вартість 1 тонни штамповки, грн

$$C_{1\text{T}} = 2100 \text{ грн}$$

K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти серійності, маси матеріалу, складності заготовки

$$C_{\text{заг2}} = \frac{2100}{1000} \times 15,58 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 32,7 \text{ грн}$$

Таблиця 3.1. Зрівняльна характеристика

Вид заготовки	$K_{\text{вм}}$	Вартість заготовки, грн
Гарячекатаний прокат	0,424	38,2
Штамповка	0,578	32,7

Висновок: більш економічним варіантом являється заготовка, яка одержана методом штамповки.

3.3. Визначення міжопераційних припусків та операційних розмірів вихідної заготовки.

Для розрахунку міжопераційних припусків на механічну обробку та визначення розмірів заготовки застосовуються два методи: розрахунково-аналітичний та довідковий. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків виконується за методом, який запропонував д.т.н., професор В.М.Кован і базується на аналізі виробничих похибок, які виникають при конкретних умовах виконання обробки заготовки.

3.3.1. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків:

Міжопераційний припуск – шар металу, що зрізується з поверхні заготовки при виконанні технологічної операції механічної обробки поверхні деталі.

Міжопераційний припуск визначається різницею розмірів, одержаних на суміжних – попередніх та тих, що тільки що виконуються технологічних переходах процесу обробки даної поверхні.

Для зовнішніх поверхонь деталі $Z_i = \alpha - \beta$;

Для внутрішніх поверхонь деталі $Z_i = \beta - \alpha$;

де Z_i – міжопераційний припуск;

α - розмір, одержаний на попередньому переході (операції);

β - розмір, який потрібно одержати на переході, що виконується на даній операції.

Найменший припуск на обробку зовнішньої поверхні поковок в патроні, при найменшому граничному розмірі заготовки (для зовнішніх поверхонь) та при найбільшому граничному розмірі заготовки (для внутрішніх поверхонь) може бути виражений за формулою (двосторонній припуск) :

$$2Z_{i \min} = 2 \times (R_{z_{i-1}} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_{yi}^2}, \text{ мм}$$

При обробці поверхонь обертання в центрах:

$$2Z_{i \min} = 2 \times (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}), \text{ мм}$$

При послідовній обробці протилежних поверхонь (односторонній припуск):

$$Z_{i \min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_{yi}, \text{ мм}$$

При паралельній обробці протилежних поверхонь (двосторонній припуск):

$$2 Z_{i \min} = 2 \times (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_{yi}), \text{ мм}$$

де $Z_{i \min}$ – найменший припуск на одну сторону,

$R_{z_{i-1}}$ – шорсткість, яка була отримана на попередньому переході,

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні заготовки після попереднього переходу.

ρ_{i-1} – векторна сума просторових відхилень взаємозв'язаних поверхонь, отриманих на попередньому переході,

ϵ_{yi} - векторна сума відхилень установки та базування деталі на переході, що виконується на даній операції.

Сумарне значення ρ_{i-1} визначається як векторна сума просторових відхилень поверхонь заготовки, наприклад: зміщення зацентрування $\rho_{ц}$ та кривизни заготовки $\rho_{к}$:

$$\rho_{i-1} = \rho_{к} + \rho_{ц}, \text{ мкм}$$

А якщо неможливо передбачити направлення вектора в просторі, в

цілях отримання вірних значень ρ_{i-1} його значення підсумовують за правилом квадратного кореня.

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2}, \text{ мкм}$$

Похибку установки ε_y визначають у вигляді векторної суми похибок базування деталі ε_δ та похибки закріплення ε_3 :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_\delta^2}, \text{ мм}$$

Допуск на припуск визначається як різниця найбільшого та найменшого граничних значень припуску, що знімається на даному переході:

$$\delta_z = Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i, \text{ мм}$$

де δ_{i-1} – допуск розміру заготовки на попередній операції;

δ_i – допуск розміру заготовки на даній операції.

Розрахунок міжопераційних припусків та граничних розмірів поверхонь, що обробляються на переходах (операціях) ведеться за визначеною послідовністю.

В першу чергу визначають порядок виконання технологічних операцій та установлюють базові опорні поверхні, потім у довідниках знаходять значення складових елементів RZ_{i-1} ; T_{i-1} ; ρ_{i-1} ; ε_y ; δ_{i-1} та записують розрахункові значення припусків на усіх операціях для заданої поверхні деталі що приведено в таблиці 3.2.

3.3.2. Розрахунок припусків на обробку поверхні ø60к6 аналітичним методом і установлення проміжних розмірів з граничними відхиленнями

В даному типі виробництва токарна обробка вала виконується на токарному напівавтоматі у центрах, передній з яких являється плаваючий, а задній – обертаючий.

Шліфувальна обробка виконується на круглошліфувальному верстаті. При цьому деталь встановлюється у жорстких центрах.

Величина розрахункового припуску для першої операції чи переходу визначається за формулою:

$$2Z_{ip} = 2(RZ_{i-1} + T_i) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y-1}^2} + e_{i-1}$$

Для послідууючої операції чи переходів:

$$2Z_{ip} = 2(RZ_{i-1} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} + IT_{i-1},$$

де Z_{ip} – спільний розрахунковий припуск для даної операції, мкм;

R_{zi-1} – висота мікронерівностей, що залишилися в попередній операції чи переході, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару, що залишилися в попередній операції чи переході, мкм;

r_{i-1} – сумарне значення просторових відхилень, що залишилися від попередніх операції чи переході в мкм;

ϵ_{yi} – похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм;

e_i – нижнє граничне відхилення розміру вала після попередніх операцій чи переходу, мкм;

IT_{i-1} – допуск розміру після попередніх операцій чи переходів, мкм.

Складаємо таблицю початкових даних. Значення допусків розміру IT узяті по ГОСТ 25347-82 (СТСЕВ 144-75).

Значення висоти мікронерівностей R_z та глибини дефектного шару T взяті з таблиці 5 і 12 (15с. 169).

Сумарне значення просторових відхилень для обробки в центрах зовнішньої поверхні визначаємо за формулою:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{KO}^2 + \rho_{Ц}^2}$$

де ρ_{KO} – спільна кривизна заготовки (15, табл.6, с. 171).

Спільна кривизна заготовки ρ_{KO} визначається за формулою:

$$\rho_{KO} = \Delta K \times L; \text{ (15, табл. 2, с. 167)}$$

де ΔK – відносне значення кривизни після правки в залежності від середнього діаметра, мкм/мм; $\Delta K = 0,15$ мкм/мм;

L – спільна довжина заготовки, мм;

$\rho_{Ц}$ – похибка зацентровки поковки визначається за формулою:

$$\rho_{Ц} = 0,25 \times \sqrt{IT_0^2 + 1};$$

де IT_0 – допуск діаметра базової поверхні заготовки, використовуваної при зацентровці, мм.

Згідно табл. 16, див.15, с.186 $\Delta K = 0,15$ мкм/мм, після правки на пресах:

Тоді $\rho_{KO} = 0,15 \times 340 = 51$ мкм;

$$\rho_{Ц} = 0,25 \times \sqrt{2,4^2 + 1} = 0,65 \text{ мм}; \quad \rho_{Ц} = 650 \text{ мкм};$$

$$\rho_0 = \sqrt{51^2 + 650^2} = 653 \text{ мкм};$$

$$\rho_1 = 0,06 \times \rho_0 = 0,06 \times 653 = 39 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = 0,05 \times \rho_1 = 0,05 \times 39 = 1,96 \text{ мкм};$$

де 0,06; 0,05 – коефіцієнти уточнення (15, табл. 22, с. 18)

Значення ρ_2 знехтуємо в виді його малості, тобто приймаємо $\rho_2 = 0$.

Визначаємо похибку установлення на всіх операціях за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_y^2};$$

де ε_{δ} – похибка базування;

ε_y – похибка закріплення.

Так як обробка на центрах, передній центр – плаваючий, то похибка базування дорівнює 0, (табл. 19, с. 115) $\varepsilon_y = 0$.

Одержані значення висоти мікронерівностей глибини дефектного шару, просторових відхилень та похибок установлення заносимо в табл. 3.2. для $\phi 60\text{к6}$ $\begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix}$

Таблиця 3.2. Розрахунок припусків аналітичним методом

Метод обробки поверхні	Квалітетний ряд точності	Параметр шорсткості	Граничні відхилення розміру	Допуск розміру IT, мкм	Розрахункові величини			
					Висота мікронерівн. R_z , мкм	Глибина дефект. шару T, мкм	Сума простор. відхилень ρ , мкм	Похибка установлення ε_y , мм
Заготовка штамповка	-		+1600 -800	IT ₀ = 2400	$R_{z0} = 160$	$T_0 = 200$	$\rho_0 = 653$	$\varepsilon_{y0} = 0$
Чорнове точіння	14(h14)	R _a 6,3	-740	IT ₁ = 740	$R_{z1} = 125$	$T_1 = 125$	$\rho_1 = 39$	$\varepsilon_{y1} = 0$
Чистове точіння	11(h11)	R _a 3,2	-190	IT ₂ = 190	$R_{z2} = 50$	$T_2 = 50$	$\rho_2 = 1,96$	$\varepsilon_{y2} = 0$
Попереднє шліфування	8 (h8)	R _a 2,5	-46	IT ₃ = 46	$R_{z3} = 25$	$T_3 = 25$	$\rho_3 = 0$	$\varepsilon_{y3} = 0$
Чистове шліфування	6(к6)	R _a 1,25	+21 +2	IT ₄ = 19	$R_{z4} = 10$	$T_4 = 15$	$\rho_4 = 0$	$\varepsilon_{y4} = 0$

Згідно таблиці 3.2. проводимо розрахунки проміжних припусків на поверхні деталі і вибрані дані заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3. Розрахунок проміжних припусків

Розрахункові величини в мкм	Прийняте значення припусків, мм
1) Розрахунковий припуск на чорнове точіння $2Z_{1p} = 2(R_z + T + p) + ei = 2(160 + 200 + 653) + 800 = 2826$	$2Z_{1p} = 2,826$
2) Розрахунковий припуск на чистове точіння $2Z_{2p} = 2(R_{z1} + T_1 + P_1) + IT_1 = 2(125 + 125 + 39) + 740 = 1318$	$2Z_{2p} = 1,318$
3) Розрахунковий припуск на попереднє шліфування: $2Z_{3p} = 2(R_{z2} + T_2 + P_2) + IT_2 = 2(50 + 50 + 1,96) + 190 = 393,92$	$2Z_{3p} = 0,39$
4) Розрахунковий припуск на чистове шліфування: $2Z_{4p} = 2(R_{z3} + T_3 + P_3) + IT_3 = 2(25 + 25 + 0) + 46 = 146$	$2Z_{4p} = 0,146$

Згідно таблиці 3.3. проводимо розрахунки проміжних припусків на поверхні деталі і вибрані дані заносимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4. Розрахунок проміжних розмірів

Найменування припуску та розміра	Умовне позн.	Розрахункові значення, мм	Прийняті значення, мм
Розмір поверхні по кресленню	d_4	-	$\varnothing 60k6 (+0,021 / +0,002)$
Вихідні розрахункові розміри	d_{icx}	$\varnothing 60,002$	
Припуск на чистове шліфування	$2Z_{4p}$	0,146	
Розмір після попереднього шліфування	d_3	$\varnothing 60,148$	$\varnothing 60,14h8(-0,046)$
Припуск на попереднє шліфування	$2Z_{3p}$	0,39	
Розмір після чистового точіння	d_2	$\varnothing 60,538$	$\varnothing 60,5h11(-0,19)$
Припуск на чистове точіння	$2Z_{2p}$	1,318	
Розмір після чорнового точіння	d_1	$\varnothing 61,856$	$\varnothing 61,9h14(-0,74)$
Припуск на чистове точіння	$2Z_{1p}$	2,826	
Розмір заготовки		$\varnothing 64,682$	$\varnothing 67,5 (+1,6 / -0,8)$

Після визначення розмірів проміжних припусків та фінішних розмірів заготовки, визначають її конфігурацію і виконують креслення вихідної заготовки із вказівкою її номінальних розмірів та відповідних допусків.

Відлиті заготовки із чавуну та сталі повинні задовольняти наступним вимогам: товщина стінок відливки повинні бути по можливості однакові і не мати різких переходів; форма заготовки повинна передбачати зручний

розтин моделі; поверхні відливки, розташовані перпендикулярно площості розміру моделі, повинні мати конструктивні ливарні ухили від 1 : 10 до 1 : 20 і також до 1 : 50 при довжині 25...500 мм. та більше.

Заготовки, одержані штамповкою та ковкою, не повинні мати різких змін розмірів поперечних перетинів. Переходи від одного до другого виконуються дугами відносно більших радіусів, а гострі кути ребер повинні бути закруглені. Штамповки повинні мати ухили поверхні, розташованих перпендикулярно площості розрізу штампю.

Ухили для зовнішніх поверхонь складають від 1 : 10 до 1 : 7; для внутрішніх – від 1:7 до 1:5.

Для ливарних і штамповочних ухилів, одержаних розрахунком, припуски на заготовку повинні бути збільшені.

3.3.3. Довідниковий метод для визначення міжопераційних припусків на механічну обробку

На основі прийнятого виду заготовки та технологічного маршруту виконуємо розрахунок припусків; операційних розмірів та допустимих відхилень довідниковим (табличним) методом.

Довідниковий метод визначення міжопераційних припусків складається із того, що за допомогою стандартизованих таблиць вибирають загальний припуск на кожену поверхню деталі, одержуючи при цьому розміри заготовки, а потім визначають операційні, проміжні розміри та допуски.

Розрахунок починають вести із фінішної операції – обробки. За таблицями відповідних видів обробки встановлюють розміри проміжних припусків на кожену операцію, а потім визначають проміжні розміри заготовки.

Вихідними даними для розрахунку припусків є: прийнятий метод одержання заготовок (прокат, штамповка, литво); прийнятий технологічний процес обробки; методи установки та закріплення заготовки на кожній операції; прийняті пристосування та ріжучі інструменти для кожної операції.

Найменші значення рекомендованих припусків вибираються із довідників та ГОСТів, а потім дані заносяться в окремі графи таблиці.

Приклад 3.2. Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів на поверхні деталі

Визначаємо спільні та операційні припуски для деталі “Вал-шестірня” згідно довідкових таблиць незалежно від технологічного процесу механічної обробки. Вибрані дані припусків заносимо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 Загальні та операційні припуски для деталі “Вал-шестірня”

Найменування та номер поверхні деталі	Загальний припуск $P_{\text{Общ}}$ ($2P_{\text{Общ}}$), мм	Операційні припуски, мм		
		Чорнова обробка $P_1, (2P_1)$	Чистова обробка $P_2, (2P_2)$	Шліфувальна обробка $P_3, (2P_3)$
Діаметри:				
Зовнішня пов. 3 $\varnothing 50f7$	$(2,6+0,8) \times 2 = 6,8$	$6,8-2,4=4,4$	2	0,4
Зовнішня пов. 6 $\varnothing 96h12$	$(2,7+0,3) \times 2 = 6$	$6-2=4$	2	--
Зовнішня пов. 2, 18 $\varnothing 60k6$	$(2,6+0,8) \times 2 = 6,8$	$6,8-2,4=4,4$	2	0,4
Зовнішня пов. 7 $\varnothing 70h12$	$(2,7+0,3) \times 2 = 6$	$6-2=4$	2	--
Торці 1 і 11 $L=340$ мм	$(2+1) \times 2 = 6$	3	3	--

3.3.4. Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них

Операційні розміри визначаються слідуючим способом. Спочатку визначається розмір заготовки ($D_{\text{заг}} = D_{\text{ном}} + 2P_{\text{заг}}$). Потім послідовно звёрху вниз необхідно відняти операційні припуски для зовнішніх та торцевих поверхонь, в наслідку одержимо останні операційні розміри (D_1 ; D_2 ; D_3)

де $D_{\text{заг}}$ – розмір діаметра заготовки, мм;

$D_{\text{ном}}$ – номінальний діаметр деталі, мм;

D_1 – розмір після чорнової обробки,;

D_2 – розмір після чистової обробки,;

D_3 – розмір після оздоблювальної обробки (кінцевої)

Розрахункові дані заносимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6. Операційні розміри та допуски на них.

Найменування поверхонь, операційні переходи	Операційні припуски, мм	Операційні розміри, мм	Допуски на операційні розміри, мм
Зовнішня поверхня обертання 3 $\varnothing 50f7(-0,025 / -0,050)$			
Розмір заготовки	$2P_{\text{заг}} = 6,8$	$50+6,8=56,8$	$(+1,6 / -0,8)$
Точити начорно	4,4	$56,8-4,4=52,4$	$h14(-0,74)$
Точити начисто	2	$52,4-2=50,4$	$h10(-0,19)$
Шліфувати	0,4	$50,4-0,4=50$	$f7(-0,025 / -0,050)$
Зовнішня поверхня обертання 6 $\varnothing 96h12(-0,35)$			
Розмір заготовки	$2P_{\text{заг}} = 6$	$96+6=102$	$(+1,7 / -0,8)$
Точити начорно	4	$102-4=98$	$h14(-0,87)$
Точити начисто	2	$98-2=96$	$h12(-0,35)$
Зовнішня поверхня обертання 4, 9 $\varnothing 60k6(+0,021 / +0,002)$			
Розмір заготовки	$2P_{\text{заг}} = 6,8$	$60+6,8=66,8$	$(+1,7 / -0,9)$
Точити начорно	4,4	$66,8-4,4=62,4$	$h14(-0,74)$
Точити начисто	2	$62,4 - 2 = 60,4$	$h10(-0,12)$
Шліфувати	0,4	$60,4 - 0,4 = 60$	$k6(+0,021 / +0,002)$
Торці I і II			
Розмір заготовки	$2P_{\text{заг}} = 6$	$340+6=346$	$(+2,3 / -1,0)$
Підрізати торець начорно	3	$346-3=343$	$\pm 0,635$
Підрізати торець начисто	3	$343-3=340$	$\pm 0,635$

**План (логіка) викладу і застосування матеріалу:**

- *Термінологія механічних операцій.*
- *Види та комплектність документів.*
- *Основні принципи проектування техпроцесів механічної обробки.*
- *Правила оформлення карт технологічного процесу.*
- *Методичні вказівки, щодо проектування технологічних процесів.*

4.1. ВИДИ ТА КОМПЛЕКТНІСТЬ ДОКУМЕНТІВ

Згідно з ГОСТ 3.1102-81 і ГОСТ 3.1404-86 при проектуванні технологічного процесу в залежності від типу виробництва, його організації та специфічних особливостей використовують: маршрутний опис технологічного процесу; маршрутно-операційний і операційний опис техпроцесу. В маршрутному технологічному процесі зміст операцій записують в маршрутні карти в послідовності їх виконання без переходів та режимів різання. Застосовується в одиничному та малосерійному типах виробництва.

В маршрутно-операційному процесі передбачається короткий опис змісту окремих операцій в маршрутній карті, а решта операцій оформляється на операційних картах. Застосовується в серійному виробництві. Для курсового та дипломного проектування рекомендується операційний або маршрутно-операційний опис технологічного процесу. В операційному технологічному процесі маршрутна карта вміщує в собі тільки назву операцій в технологічній послідовності, включаючи контроль та переміщення, перелік документів, які застосовуються при виконанні операції, технологічне обладнання та норми праці.

Самі операції розробляються на операційних картах. Застосовуються в великосерійному та масовому типах виробництва.

ЄСТД — комплект нормативних документів загального та спеціального призначення. Правила оформлення документів на технологічні процеси та операції, які виконуються на універсальних верстатах та верстатах з ЧПК. Види цих документів з ГОСТ 3.1404-86.

При проектуванні та втіленні у виробництво технологічних процесів, операцій на обробку деталей використовують наступні документи:

Таблиця 4.1. Види технологічних документів

Назва документу	Форма	ГОСТ
1	2	3
Для операцій які виконуються на універсальних верстатах		
Титульний лист (ТЛ)	2	3.1105-84
Маршрутна карта (МК)		
Перший заголовний лист	1	3.1118-82
Послідуючі листи (продовження)	1а, 1б	3.1118-82
Операційна карта (ОК) механічної обробки:		
Перший лист	2	3.1404-86
Продовження	2а	3.1404-86
Карта ескізів (КЕ)	7.7а 8.8а	3.1105-84
Операційна карта технологічного контролю (КТК)	1.1а 2.2а	3.1502-85
Для операцій, які виконуються на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК)		
Титульний лист (ТЛ)	2	3.1105-84
Карта технологічного процесу (КТП):		
Перший лист	1	3.1418-82
Послідуючі листи (продовження)	1а, 1б	3.1418-82
Операційна карта (ОК):		
Перший лист	3	3.1404-86
Послідуючий лист	3а /2а/	3.1404-86
Карта наладки інструменту (КНІ)	4, 4а	3.1408-82
Карта кодування інформації (ККІ)	5, 5а	3.1408-86
Карта ескізів (КЕ)	7, 7а 8, 8а	3.1105-84
Операційна карта технічного контролю (КТК)	2, 2а	3.1502-85
Карта заказів для розробки керуючих програм (КЗП)	6, 6а	3.1105-84

4.2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Технологічні процеси механічної обробки деталі проектують в слідуючій послідовності відносно (ГОСТ І4.30І-83).

1. Вихідні дані проектування техпроцесу відносно технічного завдання, яке одержав технолог від начальника технологічного бюро, що містить у собі слідуючі дані:

- а)креслення оброблюваної заготовки з необхідними технічними вимогами;
- б)креслення складальної одиниці в яку входить оброблена деталь;
- в)виробнича програма випуску деталей;
- г)каталог із паспортними даними верстатів та план їх розміщення в цеху;
- д)каталоги ріжучого, допоміжного та вимірювального інструменту;
- е)довідникові матеріали, нормалі, ГОСТи, стандарти сортamentів матеріалу;
- ж)нормативи режимів різання;
- з)нормативи допоміжного підготовчо-заклучного часу на технічне обслуговування робочого місця та нормативи на відпочинок і особисті витрати часу.

2.В залежності від річного об'єму випуску виробів визначають тип виробництва, технологічний цикл (такт випуску) або розмір партії та вид заготовки.

3.Установлюють оптимальний варіант послідовності обробки - технологічний маршрут.

4.Вибирають верстати для механічних операцій.

5.Визначають спосіб базування, установки та закріплення заготовки на кожній операції та уточнюють порядок операцій.

6.Операції розділяють на переходи та установлюють міжопераційні припуски та допуски.

7.Визначають розміри заготовки.

8.Вибирають оснастку та намічають принципіальні схеми спеціальної оснастки.

9.Підбирають тип та розмір інструмента та розробляють конструктивні ескізи спеціальних інструментів.

10.Установлюють режими різання для всіх переходів.

11.Здійснюють технічне нормування, установлюють професію та розряд роботи.

12.Якщо намічено декілька оптимальних варіантів обробки, то проводять економічні розрахунки.

13.Оформляють документацію технологічних процесів механічної обробки.

14.Розробляють організацію виробничих дільниць, включаючи їх планування та внутріцеховий транспорт.

Розробка технологічного процесу являється одним із важливих етапів підготовки виробництва, тому що від нього залежить якість продукції, трудомісткість та економічність виробництва.

При розробці техпроцесу керуються слідуючими принципами:

1.Насамперед обробляють ті, поверхні, які є базовими при посліую-

чій обробці.

2. При чорновій обробці поверхні знімаються найбільші шари металу.

3. Потім виконують обробку поверхонь при зніманні металу, котрих в найменшій мірі впливає на шорсткість заготовки, тобто при обробці ступінчастих валів), спочатку обробляють ступені більшого діаметру, потім ступені меншого діаметру.

4. Першочерговими операціями технологічного процесу повинні бути ті, на яких більше всього може об'явитися брак із-за прихованих дефектів металу (раковин, тріщин та інше).

5. Точні поверхні щодо розміру, шорсткості, взаємному розташуванні відносно базовій поверхні (соосність, перпендикулярність, паралельність, радіальний та торцевий бій та інше), виконують з одної установки.

6. Чистові операції необхідно виконувати в кінці обробки заготовки, тому що при цьому зменшується можливість пошкодження оброблених поверхонь.

7. Чорнову обробку поверхонь виконують на верстатах, які призначені для чорнкової обробки, а чистову обробку поверхонь виконують на верстатах для чистової обробки поверхонь.

8. При виборі установочних баз слід дотримуватися двох основних умов:

а) необхідно виконувати принцип сполучення технологічних баз з конструкторськими (наприклад отвір в шестерні одночасно служить посадочним місцем для більшості операцій);

б) необхідно дотримуватися принципу постійності бази на основних технологічних операціях, тобто користуватися в якості установочних баз одні і тіж поверхні (наприклад - плоскість і отвори для закріплення, центрові отвори ступінчастих валів). Принцип базування заготовок повинен суворо дотримуватися (ГОСТ 2.14195-86).

9. Використовувати метод концентрації операцій технологічного процесу, тобто одночасно виконувати більше число переходів на кожній позиції та використовувати комбіновані інструменти (ступінчасті свердла, зенкери, розвертки та інше).

10. Технологічні операції механічної обробки необхідно ув'язувати з термічною обробкою, призначати окремі операції після операції термічної обробки, які збільшують механічні властивості металу (цементация, гартування).

Від виду термічної обробки залежать міжопераційні припуски. Їх необхідно збільшувати, щоб забезпечити менші відхилення від форми геометричної поверхні. порушень деформаціями, які одержані при термічній обробці.

4.3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КАРТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Титульний лист (ТЛ) — це заголовний документ на якому записуються:

Номер креслення та назва деталі, на яку проектується техпроцес, прізвище та підпис тих, хто розробив та перевірів техпроцес, а також тих, хто затвердив цей техпроцес.

Маршрутна карта (МК) - це документ, який містить в собі опис техпроцесу виготовлення деталі за усіма операціями в технологічній послідовності.

Маршрутна карта являється обов'язковим документом техпроцесу, за ГОСТ 3.1118-82, ЕСТД в ній вказується: (ММ) - назва, сортамент, марка матеріалу, його код за класифікатором; (ОМ) - код одиниці міри маси, довжини деталі, (МЗ) - маса заготовки за класифікатором;

МКД - маса деталі за конструктивним документом;

ОН - одиниця нормування витрат матеріалу або часу;

Нвигр - норма витрат матеріалу та (Кв м) - коефіцієнт його використання;

КЗ - код заготовки за класифікатором, профіль та розміри вихідної заготовки;

КД - кількість деталей що виготовляються із однієї заготовки;

ДУ - номер (код) дільниці та цеху, в якому виготовляється операція;

РМ - номер (код) робочого місця, номер (код) операції (процесу) в технологічному процесі виготовлення деталі (включаючи контроль та транспортування); код операції за технологічним класифікатором, її назва, значення документів, інструкцій щодо охорони праці, пристроїв для виконання даної операції; код обладнання за класифікатором, його скорочена назва та інвентарний номер;

СМ - ступінь механізації технологічної операції;

ПР - код професії робітника-верстатника за класифікатором;

Р - розряд роботи;

НВ - код умов праці та норм виробітку за класифікатором;

КР - кількість робітників, зайнятих при виконанні операції;

КООД - кількість одночасно оброблюючих деталей;

ОП - об'єм виробничої партії в штуках;

Кшт - коефіцієнт штучного часу при багатOVERстатному обслуговуванні;

Тпз - норми підготовчо-заключного та (Тшт) - штучного часу на операцію;

ПІ - номер позиції інструментальної наладки;

Лр - розрахункова довжина робочого ходу;

t - глибина різання;

V - швидкість різання;

S - подача;

I - кількість проходів;

n - число обертів за хвилину (хв^{-1}).

При маршрутному та маршрутно-операційному опису техпроцесу маршрутна карта (МК) - являється одним із основних документів, на ній описуються увесь процес в технологічній послідовності виконання операцій. При операційному описі техпроцесу карта (МК) виконує роль зведеного документа, в якому вказується адресна інформація (номера операцій, технологічне обладнання та норми часу). Технологічні операції розробляють на операційних картах, які застосовуються у великосерійному та масовому виробництвах. Приклад заповнення маршрутної карти за ГОСТ 3.1118-82 форма 1 (див. в додатку). При заповненні МК слід:

1. Інформацію записувати на всю довжину рядка, при необхідності переносити на слідуючі рядки.

2. Кожному типу рядка відповідає свій службовий символ;

НАПРИКЛАД:

A - номер, назва операції,

B - застосоване обладнання,

O - зміст операції, переходу,

T - інформація про застосування технологічної оснастки, ріжучих та вимірювальних інструментів при виконанні технологічних операцій.

P - режим різання.

Номер операції: вказувати потрібно трьома цифрами з інтервалом в п'ять одиниць. У виробничих умовах це дає можливість ввести нові операції, зміни та доповнення.

Наприклад: перша операція - 005, друга - 010, третя ~ 015, четверта -020 і т.п.;

Назва операції і її код записується відносно ГОСТ 17420-82. Як правило, назву операції порівнюють з назвою обладнання.

Наприклад: код 4103 - токарна з ЧПК; код 4101 - агрегатна; код 4110 - токарна; код 4114 - токарно-гвинторізна; код 4117 – токарно-автоматна і т. п.

Обладнання записується слідуючим образом:

код, назва та модель верстата.

Наприклад: код 381021, токарний з ЧПК 16K20ФЗ, код 381612, горизонтально-фрезерний БРІЗП і т.п.

Номера переходів вказуються цифрами 1,2,3,4, і т.п.

Запис змісту операції та переходу може бути повною або скороченою

При наявності ескізу обробки виконується скорочення -форми запису із посиланням на умовне намічення обробленої поверхні.

Наприклад:

1. Точити пов.(1), фаску (3), канавку (5) згідно ескізу.
2. Розточити отв. (2) згідно ескізу.

Повний запис слід писати при відсутності ескізу обробки для проміжних переходів. В запис змісту переходу /операції/ слід указувати безпосередньо розміри обробки з їх граничними відхиленнями.

Таблиця 4.2. Приклади запису маршруту технологічних операцій

Номер переходу	Зміст переходу
Приклад 1	
1	Установити та закріпити деталь в 3-х кулачному патроні
2	Підрізати торець (1) як чисто
3	Точити пов. (2) в розмірі $\varnothing = 50\text{мм}$ на $L = 130 \pm 0,5\text{мм}$
4	Свердлити отвір (3) в розмірі $20\text{H}11(^{+0,13})$
	$L = 40\text{мм}$ або свердлити отв. (3) $\varnothing 20\text{H}11(^{+0,13})$ на $L=40\text{мм}$
5	Зенкерувати отв. (3) в розмір $21,6\text{H}10(^{+0,084})\text{мм}$ $L=40\text{мм}$
6	Розвернути отв.(3) в розмір $22\text{H}9(^{+0,052})\text{мм}$ $L=40\text{мм}$
7	Відкріпити, зняти деталь та покласти в тару
8	Контроль робітником (виконавцем)
Приклад 2	
1	Установити та закріпити деталь в технологічному пристосуванні
2	Фрезерувати наз $10\text{N}9(-0,036)$ на $L=100\text{мм}$ в розмірі $3,9^{+0,25}$ та 30мм
3	Відкріпити, зняти деталь та покласти в тару
4	Контроль робітником
Приклад 3	
1	Установити та закріпити деталь в 3-х кулачному патроні
2	Фрезерувати зубчасту поверхню
3	Перевірити розміри ВТК
4	Відкріпити, зняти деталь та покласти в тару

Інформацію про технологічну оснастку потрібно записувати в такій послідовності: пристосування, допоміжний, ріжучий інструмент, засоби вимірювання.

“Пристосування”, записується код та назва пристосування. Класифікатором передбачено кодування тільки універсальних пристосувань.

До нестандартних пристосувань слід писати “спеціальні”.

Наприклад:

396130 - 3-х кулачковий самоцентруючий патрон;

396131 - машинні лещата,

392840 – центри і т.п.

Для допоміжного інструменту записується код та назва.

Наприклад:

Код xxxxx оправка для розточки

Код xxxxx втулка перехідна

Для різальних інструментів: записується код, назва та матеріал різальної частини.

Наприклад:

392101 - різець прохідний Т5К10 16×25×140; φ= 45°; ГОСТ 18671-83;

392167 - свердло спіральне 20; Р6М5, 2φ= 118°; ГОСТ 2092-87.

Код різального інструменту за класифікатором (див. в додатку)

Так само для засобів вимірювання.

Наприклад:

393310- штангенциркуль ЩЦ 1-125-0,1

393110 - калібр-пробка Ø50Н7

Код засобів вимірювання вказується за класифікатором, приведеним в додатку.

Для кінцевих операцій слід передбачати засоби з контролю шорсткості поверхні

Наприклад: Код xxxxx зразки шорсткості.

3.Операційна карта механічної обробки (ОК) - призначається для опису технологічної операції із вказівкою послідовності виконання переходів, засобів технологічного оснащення, режимів різання та трудових витрат. Заповнюється на кожну операцію, в основному при великосерійному та масовому виробництвах. Приклад заповнення операційної карти приводиться в додатку. Операційна карта оформляється за ГОСТ 3.1404-86. У формі 2 ОК передбачається зона для розміщення ескізу обробки (див. додаток). Якщо ескіз розмістити на цій карті неможливо, то застосовується карта ескізів (КЕ). Форми 2 і 3 призначені для оформлення операцій, що виконуються як на універсальному технологічному обладнанні, так і на верстатах з ЧПК. Графи операційної карти, які мають однакову назву із маршрутною, заповнюються аналогічно при слідуєчому доповненні. Твердість оброблюваної заготовки вказується за Брінелем НВ. Важливою частиною розробки технологічного процесу є виконання ескізів обробки, карт ескізів (КЕ) та схем обробки. Вони допомагають краще зрозуміти технологічний процес.

4.Операційні ескізи обробки виконуються на карті ескізів (КЕ) за ГОСТ 3.1105-84, призначаються для графічних ілюстрацій до ОК, КТП, та МК, дотримуючись слідуєчих правил:

а) масштаб вибирається свавільно, але з урахуванням можливості розміщення усіх ескізів у відведених для них місцях на операційних картах або на картах ескізів (КЕ) повинен дотримуватись на всіх ескізах;

б) на кожному ескізі обробки необхідно: показати контур обробки деталі в робочому положенні на верстаті при обробці та в тому вигляді, який вона повинна одержати після виконання операції, привести достатню кількість видів деталі, виділити усі поверхні обробки на даній операції, для наочності товстими лініями або червоним олівцем, вказати умовні позначення технологічних баз, затискачів (ГОСТ 3.1107-81); показати розміри, одержані при даній операції із вказівкою допустимих відхилень і вимогливості шорсткості оброблених на даній операції поверхонь проставити номер поверхні на продовженні розмірної лінії операційних розмірів арабськими цифрами в кружочках діаметром 6-8мм в направленні годинникової стрілки

5.Карта наладки інструмента призначається для вказівок повного складу допоміжного та ріжучого інструмента в технологічній послідовності його застосування. КН/І застосовується в комплекті з ОК, КЕ, КТП. В ній приводиться: номер операції, в технологічному процесі виготовлення деталі, означення деталі, програми, обладнання з ЧПК, номер переходу в технологічному процесі, номер позиції інструментальної наладки, код, назва допоміжного та ріжучого інструменту, вжитого на один перехід, налагодні розміри опорних точок. Карти КН/І в курсових та дипломних проектах застосовувати не обов'язково.

6.Карта кодування інформації /ГОСТ 3.1404-86 форма 5/ призначена для покадрового опису тексту КП. КК/І застосовується в комплекті з КЕ. В ній вказується: коротка назва обладнання та улаштування ЧПК номер програми, зміст кадру, зміст переходу /див. додаток/.

7.Карта замовлень для розробки керуючих програм призначена для вказівок вихідних даних, необхідних для розробки керуючих програм до верстатів з ЧПК. В ній приводиться: назва операції, коротка назва обладнання та улаштування ЧПК, дати початку та кінця і кількість роботи щодо розробки керуючих програм, кількість деталей в партії, число запусків виготовлення партії деталей за рік, тираж програми. Є дані щодо розробки керуючої програми. Допускається розробляти ескіз деталі з вказівкою її початкових розмірів та даних щодо базування. Відмічаються особливості операційного техпроцесу, які потрібно обчислювати при підготовці КП. Зміст граф основних надписів технологічних документів та інформації, вписаної в графи та рядки маршрутної та операційної карт.

Таблиця 4.3. Зміст інформації, які вносяться в графи та рядки маршрутною карти

Номер графи пункту (підпункту)	Зміст інформації
1	Назва учбового закладу в скороченому вигляді, наприклад ПМК, ДМТ
2	Номер креслення виробу (деталі, складальної одиниці) за основним конструкторським документом
3	Код класифікаційних групувань технологічних признаков для типових та групових техпроцесів за технологічним класифікатором
4	<p>Позначка документу з ГОСТ 3.1201-84, перші сім цифр в верхній частині графи - код виробництва – розроблювача.</p> <p>В цій графі записується шестизначний поштовий індекс інституту. В учбових цілях допускається замість цифр умовно записувати “ххххх”</p>
5	<p>Літера присвоєна технологічному документу з ГОСТ 3.1102-81</p> <p>I – разового виготовлення в одиничному виробництві II - попередній проект А - серійне виробництво Б – масове виробництво</p> <p>При курсовому або дипломному проекті допускається в цій графі записувати “КП” або “ДП”</p>
6	Назва виробу (деталі складальної одиниці) за основним конструкторським документом.
8	Номер операції
12	Характер роботи, яку виконують особи, що підписують документ
13	Прізвище осіб, які приймають участь в розробці, оформленні та контролю документа
14	Підпис осіб, які розроблюють та контролюють документи.
15	Дата підпису.
26	Загальна кількість аркушів документа
27	Порядковий номер аркушів документа.

Номер графі пункту (підпункту)	Зміст інформації
28	<p>Умовна позначка виду документу з ГОСТ 3.1102-81</p> <p>Наприклад: МК - маршрутна карта КТМ - карта технологічного процесу КЕ - карта ескізів ОП - операційна карта</p>
30	<p>Графа для наскрізної нумерації листів усього комплексу</p> <p>Графи 7, 9, 10, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24 при виконанні курсового та дипломного проекту не заповнюються.</p>
31	<p>Позначки службових символів:</p> <p>А - номер цеху, дільниці, робочого місця, номер операції код та назва операції, позначка документів, застосованих при виконанні операції.</p> <p>Б - код, назва обладнання та інформація щодо трудових затрат.</p> <p>М – інформація, щодо вжитку основного матеріалу та заготовки, допоміжних та комплектуючих матеріалів з вказівкою їх кбду, коди, одиниці величини, кількість на виробі та норму витрат.</p> <p>О - зміст операції (переходу). Інформація записується на усьому рядку, в зв'язку з необхідністю продовження інформації переноситься на слідуючі рядки. В зв'язку з відсутністю ескізів обробки, тут записують розміри обробки окремих поверхонь</p> <p>Т – інформація про технологічну оснастку в такій послідовності: пристосування, допоміжний інструмент, різальний інструмент, слюсарний, засоби вимірювання.</p> <p>Перед назвою оснастки вказується код відповідно класифікатору. Кількість однакової однозначно робочої оснастки вказується цифрою в дужках</p> <p>Наприклад: “...391255xxxx(2)- фреза торцева Т15К6”</p> <p>Р - рядок вводиться, якщо потрібно вказати інформацію про режим обробки</p>
32	<p>В графі “МОІ” вказується назва, сортамент, розмір та марка матеріалу, номер стандарту, код заготовок</p>

Номер графи пункту (підпункту)	Зміст інформації
33	Код одиниці величини: маси, довжини, площі і т.п. деталі або заготовки за класифікатором Наприклад: Для маси показаній в кг -код 166, в г. - 163, в т. -168
34	Код операції згідно класифікатору технологічних операцій Наприклад: 4259 – фрезерно-центрувальна операція (коди див. в додатку)
35	Код обладнання.
36	Код ступеня механізації праці вказується однозначною цифрою (див. додаток)
37	Код професії (див. додаток)
38	Розряд роботи, необхідний для виконання операції Код включає три цифри: перша - розряд роботи за тарифно-кваліфікаційним довідником дві наступні - код форми та система оплати праці 10 - відрядна форма оплати праці 11 - відрядна система оплати праці пряма 12 - відрядна система оплати праці преміальна 13 - відрядна система оплати праці прогресивна 20 - почасова форма оплати праці 21 та 22 - почасова система оплати праці проста та преміальна Код умов праці включає в себе цифру - умови праці: 1 - нормальні 2 - важкі та шкідливі 3 - особливо важкі, особливо шкідливі та букву, яка вказує вид норми часу: Р - аналітично розрахункова Д - аналітично дослідницька Х – хронометражна С – дослідно-статистична
40	Призначення документів, вживаючих при виконанні даної операції Наприклад: ІОП - інструкція з охорони праці

Номер графи пункту (підпункту)	Зміст інформації
41	Призначення профіля та розмірів заготовок Рекомендується вказувати товщину, ширину та довжину (деталі) заготовки, сторону квадрата або діаметр та довжину Наприклад: $\varnothing 100; L=255$ мм
42	Кількість виконавців, які зайняті при виконанні операції
43	Кількість одночасно оброблюваних заготовок (деталей)
44	Кількість деталей, що виготовляються із одної заготовки · Наприклад: прута
45	Одиниця нормування, на яку встановлена норма часу Наприклад: 1, 10, 100 хв
46	Маса заготовки
47	Об'єм виробничої партії в штуках
48	Коефіцієнт штучного часу при багатOVERстатному обслуговуванні залежить від кількості обслуговування верстатів Кількість верстатів: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Коефіцієнт: 1, 0,65, 0,48, 0,39, 0,35, 0,32
49	Норма штучного часу на операцію
50	Норми підготовчо-заключного часу на операцію
51	Коди технологічної оснастки за класифікатором (див. додаток)

4.4. Методичні вказівки, щодо проектування технологічних процесів механічної обробки деталей

Проектування технологічних процесів містить комплекс послідовних взаємозв'язаних робіт:

- вибір методу одержання заготівки;
- вибір технологічних баз;
- вибір типового технологічного процесу;
- визначення послідовності і змісту технологічних операцій;
- визначення, вибір і заказ нових засобів технологічного оснащення;
- вибір та розрахунок режимів різання;
- нормування виконаних технологічних операцій;
- визначених професії та кваліфікації виконавця;
- організація виробничих дільниць;
- вибір засобів механізації і автоматизації елементів технологічних процесів та внутріцехових засобів транспортування;
- складання планування виробничої дільниці та розробка операцій переміщення деталей та відходів;
- оформлення робочої документації на технологічні процеси;

Важливим завдання розробки послідовності операції є забезпечення повної обробки заготовки зі всіх сторін з мінімальним числом установів і при найменшій кількості технологічного оснащення. При розробці схеми послідовності обробки проводиться ескізне проектування або вибір пристосувань для базування та закріплення заготовки при кожному установі.

Після визначення кількості і послідовності виконання установів визначають послідовність обробки поверхонь деталі, які складаються із конструктивних елементів заготовки (внутрішні та зовнішні поверхні).

Елементи, які можна обробляти одним інструментом, групують внутрі даної зони обробки і по всім зонам. Це дає можливість визначити кількість типорозмірів інструментів для обробки заготівки і виявити можливість обробки всіх допустимих зон при даному установі набором інструментів, розміщених в різцетримачах або в магазині верстата з ЧПК, котрі має улаштування автоматичної зміни інструмента.

Прогресивним є технологічний процес з максимальною концентрацією операцій. Визначення послідовності і змісту технологічних операцій залишається у виборі тих операцій із загальної кількості операцій, за допомогою котрих забезпечується обробка деталі із заданою точністю та шорсткістю поверхонь. При цьому слід віддати перевагу операціям з максимальною концентрацією переходів. Для цього в одиночному та серійному виробництві застосовують верстати з ЧПК. А у великосерійному та масовому виробництвах використовують автомати, напівавтомати, агрегати верстатів та автоматичні лінії.

Послідовність технологічних операцій повинна забезпечувати механічну обробку точних поверхонь останніми, щоб запобігти можливості їх пошкодження.

4.4.1. Аналіз заводського техпроцесу на механічну обробку деталі „Вал-шестірія”

Таблиця 4.1. Маршрутний технологічний процес базового заводу на механічну обробку деталі „Вал-шестірія”

№ Опер	Зміст та назва операції	Тип верстату	Оснастка
005	Заготівельна. Заготовка-прокат $\varnothing 100\text{мм}$; $L = 346 \text{ мм}$		
010	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 1. Зацентрувати торець 1. Переустановити заготовку. Підрізати торець 11. Зацентрувати торець 11	Токарно-гвинторізний 1М64	Патрон 3 ^х ку- лачко- вий
015	Токарно-гвинторізна Точити пов. 9 $\varnothing 62,4\text{мм}$, пов. 7 $\varnothing 72\text{мм}$, пов. 6 $\varnothing 98\text{мм}$ Притупити гострі кромки на пов. 10, 8, 12	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
020	Токарно-гвинторізна Точити пов.3 $\varnothing 52,4\text{мм}$, 4 $\varnothing 62,4\text{мм}$ Притупити гострі кромки на пов. 2, 5	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
025	Термічна обробка. Покращення НВ 269	Піч	
030	Дробоструминна. Очистити заготовку від окалини.	Камера – дробострум.	
035	Токарно-гвинторізна Точити пов. 9 $\varnothing 60,4\text{мм}$, пов. 7 $\varnothing 70\text{мм}$, пов. 6 $\varnothing 96\text{мм}$. Точити фаски 10, 8, 12	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
040	Токарно-гвинторізна Точити пов. 3 $\varnothing 50,4\text{мм}$, 4 $\varnothing 60,4\text{мм}$ Точити фаску 2, 5	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
045	Вертикально-фрезерна. Фрезерувати шпонковий паз 13	Вертикально-фрезерний 6540	Присто- сування спец.
050	Слюсарна Притупити гострі кромки, видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
055	Зубофрезерна. Фрезерувати зуб'я на пов. 6	Зубофрезер- ний 5К324	Центри
060	Слюсарна. Притупити гострі кромки, видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
065	Термічна Азотувати пов. зуб'їв $h1 \dots 2,5 \text{ HRC } 40-45$		
070	Круглошліфувальна. Шліфувати пов. 9, 4, 3	Круглошліфу- вальний 3М151	Центри

075	Слюсарна. Пригупити гострі кромки	Верстак слюсарний	Лещата
080	Промивочна. Промити деталь.	Промивочна машина	
085	Контроль технічний.	Контр. плита	

4.4.2. Розробка плану прогресивного технологічного процесу

Після проведення аналізу діючого заводського техпроцесу, виявляємо “вузькі місця” і складаємо технологічний маршрут обробки деталі „Вал-шестірня” із застосуванням більш прогресивного обладнання інструмента і заготовки.

Таблиця 4.2. Технологічний маршрут обробки деталі „Вал-шестірня”

№ опер	Зміст та назва операції	Тип верстату	Оснастка
1	2	3	4
005	Заготівельна. Заготовка-штамповка $\varnothing 56,8 \times \varnothing 102 \times \varnothing 76 \times \varnothing 66,8 L = 346 \text{мм}$		
010	Фрезерувально-центрувальна. Фрезерувати та центрувати торці I і II одночасно. Фреза торцюва (2 шт.), свердло центрове $\varnothing 4 \text{мм}$. Контроль ШЦ – Ш-400-0,1 ГОСТ 166-63	Фрезерно-центрувальний МР-76М	Призми з прихватами
015	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 9 $\varnothing 62,4 \text{мм}$; пов. 7 $\varnothing 72 \text{мм}$; пов. 6 $\varnothing 98 \text{мм}$. Поперечним супортом точити фаску 10, 8, 12	Токарний напівавтомат 1712	Центри
020	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 3 $\varnothing 52,4 \text{мм}$; пов. 4 $\varnothing 62,4 \text{мм}$ Поперечним супортом точити фаску 2, 5	Токарний напівавтомат 1712	Центри
025	Термічна обробка. Покращення НВ 269	Піч	
030	Дробоструминна. Очистити заготовку від окалини.	Камера – дробострум.	
035	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 9 $\varnothing 60,4 \text{мм}$; пов. 7 $\varnothing 70 \text{мм}$; пов. 6 $\varnothing 96 \text{мм}$. Поперечним супортом точити фаски 10, 8, 12	Токарний напівавтомат 1712	Центри

040	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 3 $\varnothing 50,4\text{мм}$; пов. 4 $\varnothing 60,4\text{мм}$ Поперечним супортом точити фаску 2, 5	Токарний напівавтомат 1712	Центри
045	Вертикально-фрезерна. Фрезерувати шпонковий паз 13	Вертикально- фрезерний 6540	Призми з прихва- тами
050	Слюсарна Притупити гострі кромки, видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
055	Зубофрезерна. Фрезерувати зуб'я на пов. 6	Зубофрезер- ний 5К324	Центри
060	Слюсарна. Притупити гострі кромки, видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
065	Термічна Азотувати пов. зуб'їв $h1 \dots 2,5 \text{ HRC } 40-45$		
070	Круглошліфувальна. Шліфувати пов. 9, 4	Круглошліфу- вальний 3М161Е	Центри
075	Круглошліфувальна. Шліфувати пов. 3	Круглошліфу- вальний 3М151	Центри
080	Слюсарна. Притупити гострі кромки	Верстак слюсарний	Лещата
085	Промивочна. Промити деталь.	Промивочна машина	
090	Контроль технічний.	Контрольна плита	

				Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
ППП НУК				997-3395			01140	
				Вал-шестірня			У	7 01

Затвердив

Менілов В.В.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес
механічної обробки деталі „Вал-шестірня”

Розробив

Іванов С. А.

Перевірив

Петров Ю. М.

Н. контр.

Тодосієв Ю. Ф.

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.														Зм	Лист	№ док	Підпис	Дата	

Розроб						ППП НУК				997-3395			10140		
Перевр.															
Нормир.															
Н. контр.													Вал-шестієрня		

01	Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71												
02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КВМ	Вид загот.	Профіль и размеры				КД	МЗ
		кг	9	01	-	0,58		Штамповка ф56,8хф102хф76 L=346				1	15,58

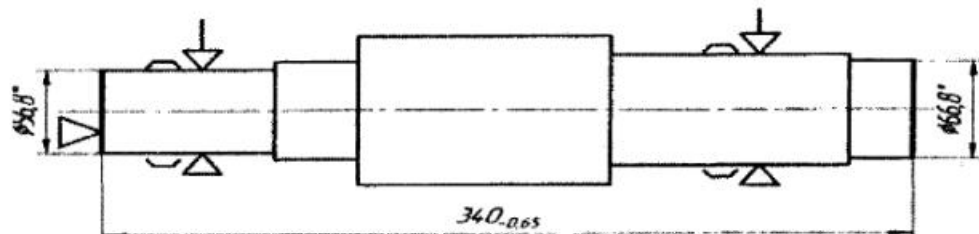
A	Цех	Діл	PM	Опер	Найменування операції																
B	Найменування обладнання							CM	Проф.	P	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тшт	Тп.з.	Тшт.тк.			
A 03				005	Заготівельна																
04	Заготовка-штамповка																				
05																					
A 06				010	4269 Фрезерно-центрувальна																
B 07	38	18	25		Фрезерно-центрувальний МР-76М							1	18632	311				2,6	16	2,68	
O 08	Установити та закріпити заготовку																				
09	Фрезерувати та центрувати торці 1 та 11 одночасно.																				
T 10	ІР ХХХХХХ Призма, прихвати, Р.І. 39125Фреза торцева ф 100мм Т15К6, 391242 свердло центрове ф 4мм Р6М5, В.І. ХХХХХХ оправка для фрези, ХХХХХХ цанговий патрон, 393311 штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1																				
11																					
A 12				015	4112 Токарно-автоматна																
13	38	11	11		Токарний напівавтомат моделі 1712							1	18225	311				3,97	28	4,11	
O 14	Установити та закріпити заготовку																				
15	Повздовжнім супортом точити пов. 9 øб2,4мм; 7 øб2,4мм; 6 ø98мм начорно																				
16	Поперечним супортом точити 10, 8, 12																				
МК																					

Дубл.																				
Взам.																				
Позн.																				
Розроб.	Коржук																			
Перев.	Тодосієв																			
Н. контр.	Капура																			010
Найменування операції		Матеріал				Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД							
Фрезерно-центрувальна		Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71				НВ-240	кг	9	ф56,8хф102хф76 L=346			15,58	1							
Обладнання		Позначення програми				То	Тв	Тп.з.	Тшт.		ЗОР									
Фрезерно-центрувальний МР-76М		-				0,56	1,8	16	2,6		Емульсія									
Р			ПІ		Д або В		L		t	Li	S	n	V							
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																			
Т 2	XXXXXX Призми, прихвати																			
3																				
О 4	1. Фрезерувати та центрувати торці 1 та 11 одночасно.																			
Т 5	Р.І. 391255 Фреза торцева ф 100мм Т15К6, 391242 свердло центрове ф 4мм Р6М5, В.І. XXXXXX оправка для фрези, XXXXXX цанговий патрон,																			
6	393311 штанг ендиркуль ШЦ-II-400-0,1																			
Р 7									3	1	0,1	500	80							
8																				
9																				
10																				
11																				
OK																				

Дубл.														
Взам.														
Подл.									Эл.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	

Разроб.	<i>Івачюс</i>		2.01.06	ПШ НУК	997-3395	20140	У			010
Перев.	<i>Петрос</i>		5.01.06							
Н. контр.	<i>Годосев</i>		4.01.06							

Вал-шестірня

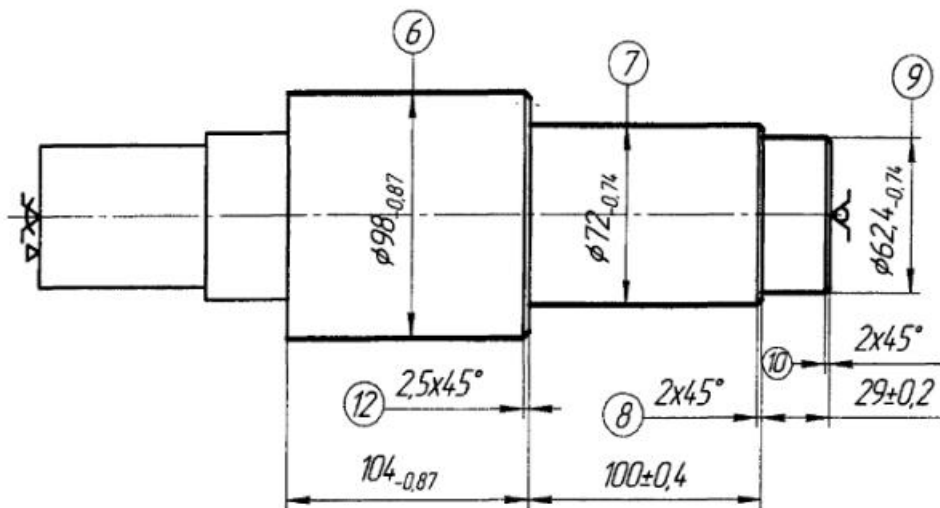
 $\sqrt{R_a} 6,3$ 

* Розміри для довідок

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Розроб.	Коржук			ІПІ НУК				997- 3395				60140							
Перев.	Тодосієв																		
Н. контр.	Капура			Вал-шестірня								015							
Найменування операції			Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД						
Токарно-автоматна			Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 010			15,58	1						
Обладнання			Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.		ЗОР								
Токарний напівавтомат 1712			-			1,42	2	28	3,97		Емульсія								
Р				ПІ	Д або В		L		t	Li	S	n	V						
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	ІР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																		
3																			
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 9 ø62,4мм, 7 ø62,4мм, 6 ø98мм начорно																		
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний φ=90° Т15К10, В.І. 393311 штанг ендиркуль ІІІ-ІІ-250-0,1																		
Р 6									2,2	1	0,3	630	148						
7																			
О 8	2. Поперечним супортом точити 10, 8, 12																		
Т 9	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, В.І. 393311 штанг ендиркуль ІІІ-ІІ-250-0,1																		
Р 10									2	1	0,2	630	148						
11																			
OK																			

Дубл.												
Взам.												
Подл.								Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

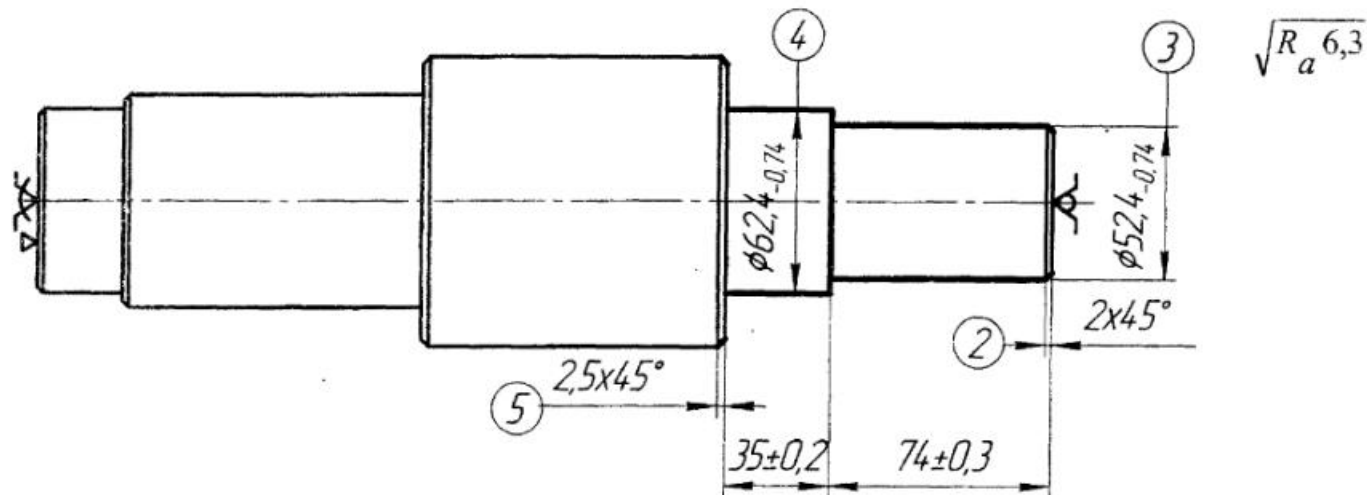
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППІ НУК	997- 3395	20140		
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>					
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня		У		015



Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Розроб.	Коржук				ППІ НУК			997- 3395						60140						
Перев.	Тодосієв																			
Н. контр.	Капура				Вал-шестірна									020						
Найменування операції				Матеріал				Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД					
Токарно-автоматна				Сталь 38ХН3МФА ГОСТ 4543-71				НВ-240	кг	9	з операції 015			15,58	1					
Обладнання				Позначення програми				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР								
Токарний напівавтомат 1712				-				1,14	2	28	3,77	Емульсія								
Р				ПІ	Д або В			L			t	Li	S	n	V					
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																			
Т 2	ПР ХХХХХХ Торцевий повдковий пристрій з плаваючим центром																			
3																				
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 3 ø52,4мм, 4 ø62,4мм начорно																			
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний φ=90° Т15К10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																			
Р 6										2,2	1	0,3	630	148						
7																				
О 8	2. Поперечним супортом точити фаски 2, 5																			
Т 9	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																			
Р 10										2	1	0,2	630	148						
OK																				

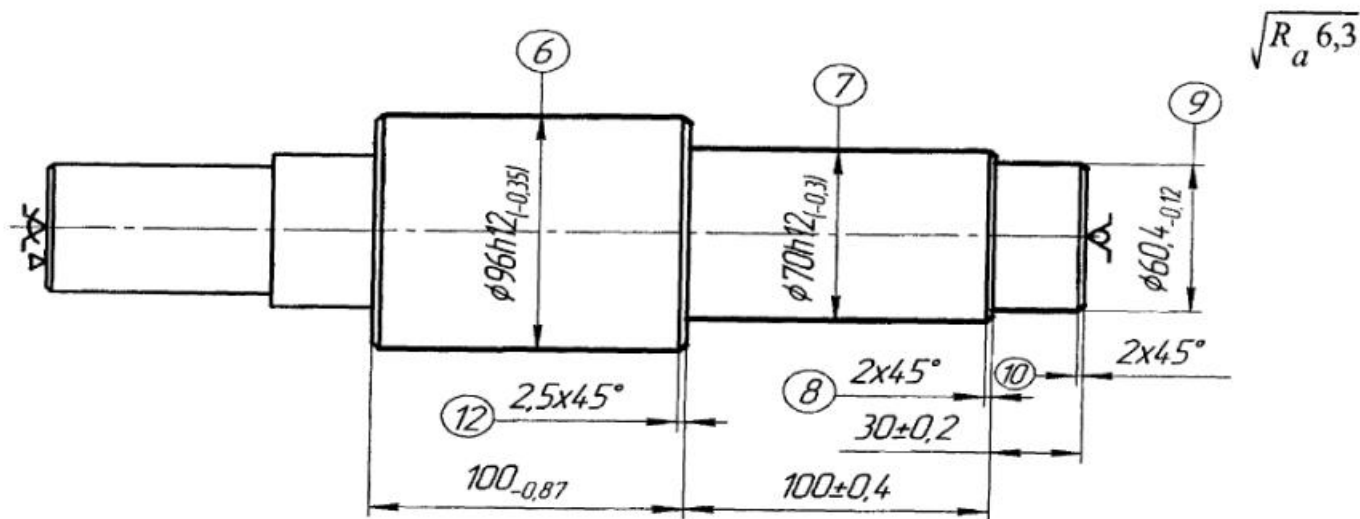
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППІ НУК	997- 3395	20140		
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>					
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня		у		020



Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Розроб.	Коржук																			
Перев.	Тодосієв																			
Н. контр.	Капура																			035
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД								
Токарно-автоматна		Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 030			15,58	1								
Обладнання		Позначення програми			То	Тв	Тп.з	Тит.	ЗОР											
Токарний напівавтомат 1712					1,42	2	28	3,97	Емульсія											
Р			ПІ	Д або В		L	t	Li	S	n	V									
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																			
Т 2	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																			
3																				
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 9 ø60,4мм; 7 ø70мм; 6 ø96мм начисто																			
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний φ=90° Т15К10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1																			
Р 6							1	1	0,3	630	148									
7																				
О 8	2. Поперечним супортом точити фаски 10, 8, 12																			
Т 9	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1																			
Р 10							1	1	0,2	630	148									
ОК																				

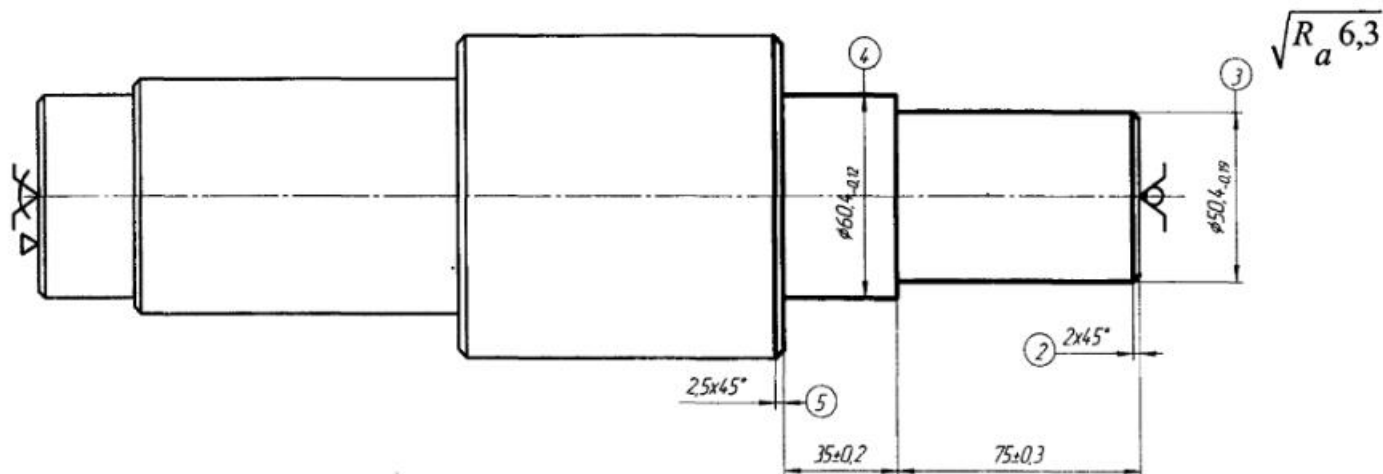
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.										Эм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Іванов		2.01.06	ППП НУК				997-3395		20140								
Перев.	Петров		5.01.06															
Н. контр.										Тодосев		4.01.06		Вал-шестірня		У		035



Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Розроб.	Коржук			ПІІ НУК			997-3395						60140						
Перев.	Тодосієв																		
Н. контр.	Капура			Вал-шестірня									040						
Найменування операції			Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД						
Токарно-автоматна			Сталь 38ХН3МФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 035			15,58	1						
Обладнання			Позначення програми			To	Tв	Tп з	Тшт.		ЗОР								
Токарний напівавтомат 1712						1,14	2	28	3,77		Емульсія								
P				ПІ	Д або В	L		t	Li	S	n	V							
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
T 2	PR XXXXXX Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																		
3																			
О 4	1. Подовжнім супортом точити пов. 3 ø50,4мм, 4 ø60,4мм начисто																		
T 5	392841 Центр обертаючий, P.I. 392101 різець прохідний φ=90° T15K10, В.I. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																		
P 6								1	1	0,3	500	150							
7																			
О 8	2. Поперечним супортом точити фаски 2, 5																		
T 9	392841 Центр обертаючий, P.I. 392101 різець фасочний, В.I. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																		
P 10								1	1	0,2	500	150							
OK																			

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																			2	
															040					
Р											ПИ	D або B	L	t	i	S	n	V		
О 1	4. Поперечним супортом точити фаски 5, 6, 8																			
Т 2	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																			
Р 3														1	1	0,2	630	189		
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
OK																				

Дубл.														
Взам.														
Подл.									Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППІ НУК				997- 3395		20140				
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>											
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня						у			040	



Дубл.																	
Взам.																	
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата			

Розроб. *Іванов* 2.01.06Перев. *Петров* 5.01.06

ПІІ НУК

997-3395

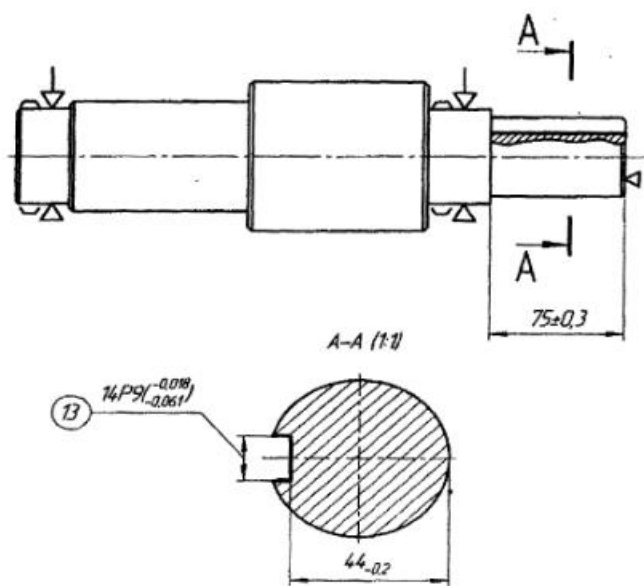
20140

Н. контр. *Тодосєв* 4.01.06

Вал-шестірна

У

045



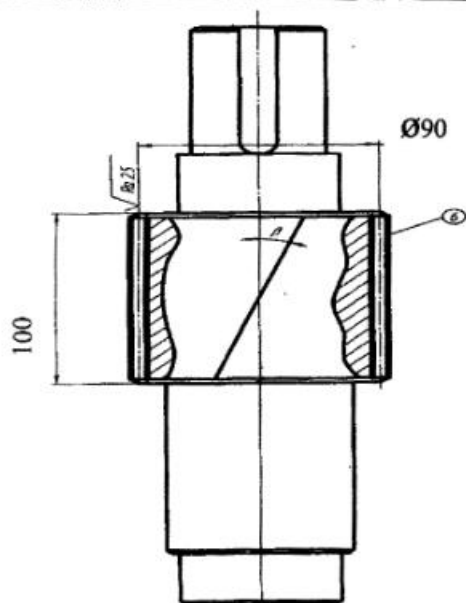
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.	Коржук																		
Перев.	Тодосієв																		
Н. контр.	Капура																		055
Найменування операції				Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОД					
Зубофрезна				Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 050			15,58	1					
Обладнання				Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.		ЗОР							
Зубофрезерний 5К324				-			8	2	16	10,67		Емульсія							
Р				III			Дабо В	L	t	Li	S	n	V						
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	PR XXXXXX центри, повідковий пристрій																		
3																			
О 4	1. Фрезерувати зуб'я на пов. 6																		
Т 5	PI. 392210 фреза черв'ячна Р6М5; CI. XXXXXX штангензубомір																		
Р 6									16	1	0,1	200	24						
7																			
8																			
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППІ НУК	997- 3395	20140						
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>									
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>							У		

Вал-шестірня

$$\sqrt{R_a} 6,3$$

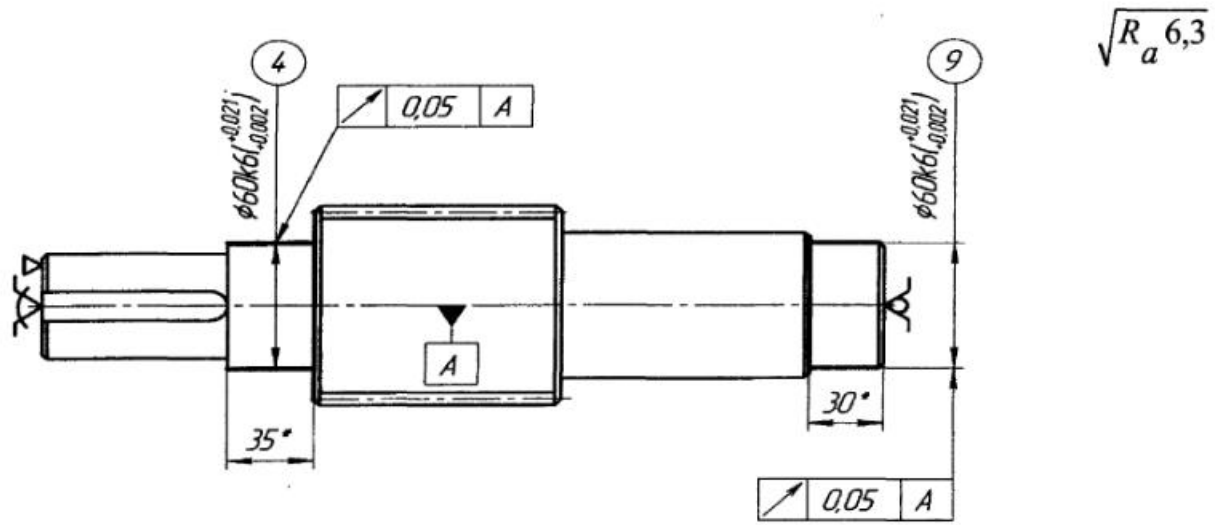


Модуль	m	3
Число зуб'ів	Z	30
Кут нахилу	B	10°
Направлення лінії зуба	-	ліве

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Розроб.	Коржук			ППІ НУК				997- 3395			60140									
Перев.	Тодосієв																			
Н. контр.	Капура							Вал-шестірня											070	
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД								
Круглошліфувальна		Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 065			15,58	1								
Обладнання		Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР											
Круглошліфувальний 3М161Е		-			0,49	1,57	18	2,34	Емульсія											
Р		ІІІ			Д або В	L	t	Li	S	n	V									
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																			
Т 2	ІІР ХХХХХХ повідковий пристрій з плаваючим центром. Центр обертаючий																			
3																				
О 4	1. Шліфувати пов. 9, 4																			
Т 5	РІ. 398110 Круг шліфувальний ППІ300x125x76; ВІ. 393110 калібр-скоба																			
Р 6								0,2	1	0,005	800/200	30								
7																				
ОК																				

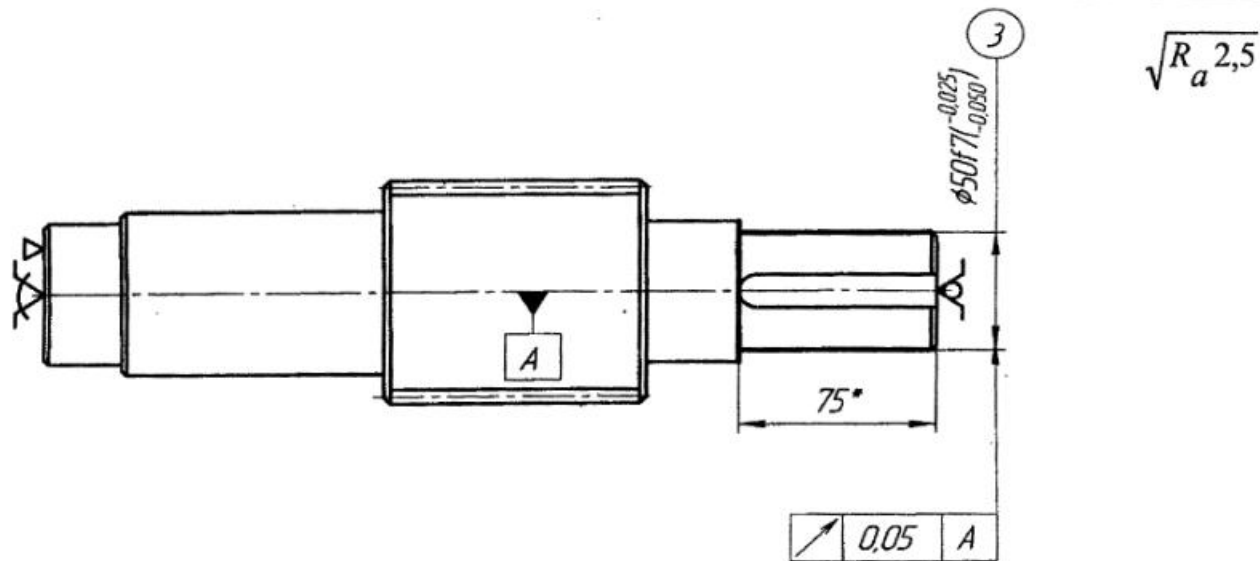
Дубл.										
Взам.										
Подл.								Зм.	Лист.	№ докум.
										Підпис
										Дата

Розроб.	Іванов	2.01.06	ППІ НУК	997- 3395	20140
Перев.	Петров	5.01.06			
Н. контр.	Тодосєв	4.01.06	Вал-шестірня		У
					070



Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.	Коржук																		
Перев.	Тодосів																		
Н. контр.	Капура																		075
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД							
Круглошліфувальна		Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71			НВ-240	кг	9	з операції 070			15,58	1							
Обладнання		Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР										
Круглошліфувальний 3М161Е		-			0,3	1,57	18	2,12	Емульсія										
Р			ПІ	Д або В	L	t	Li	S	n	V									
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	ПР ХХХХХХ повідковий пристрій з плаваючим центром. Центр обертаючий																		
3																			
О 4	1. Шліфувати пов. 3																		
Т 5	РІ. 398110 Круг шліфувальний ПП300x125x76; ВІ. 393110 калібр-скоба																		
Р 6						0,2	1	0,005	800/200	30									
7																			
ОК																			

Дубл.															
Взам.															
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП НУК			997- 3395			20140					
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>												
Н. контр.	<i>Тодосев</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня						у			075		





План (логіка) викладу і засвосння матеріалу:

- *Вибір технологічних баз*
- *Визначення способу базування при установці і закріпленні заготовки.*

5.1. Визначення способу базування при установці та закріпленні заготовки

БАЗА – поверхні деталі, відносно яких деталь орієнтується у виробі.

По характеру застосування бази бувають: конструкторські, технологічні, вимірювальні і установочні.

КОНСТРУКТОРСЬКА БАЗА – база, що використовується для визначення положення деталі у виробі згідно кресленню.

В якості конструкторських баз використовують також лінії симетрії: осі валів та отворів.

ТЕХНОЛОГІЧНА БАЗА – база, що використовується для визначення положення заготовки при виготовленні деталі поверхні.

ВИМІРЮВАЛЬНА БАЗА – база, що використовується для визначення відносного положення заготовки і засобів вимірювання.

УСТАНОВОЧНА БАЗА – поверхні деталі відносно яких орієнтується при виготовленні деталі поверхня, що обробляється на даній операції.

ОПОРНА УСТАНОВОЧНА БАЗА – це, коли оброблювана деталь безпосередньо опирається своєю установочною базою на відповідні поверхні верстака або пристосування.

ПЕРЕВІРОЧНА УСТАНОВОЧНА БАЗА – поверхня оброблюваної заготовки, по якій виконується вивірка положення цієї заготовки на верстаті або установка ріжучого інструменту.

Для забезпечення найвищої точності оброблюваної деталі завжди прагнуть до того, щоб конструкторська, технологічна, установочна та вимірювальна бази уявляли собі одну і ту ж поверхню деталі - принцип єдності баз. Необроблені поверхні заготовки називають **чорновими базами**, а оброблені - **чистовими**.

Чорнові бази використовують тільки для першої установки. Заготовку з верстака не знімають до тих пір, поки не підготують чистову базу для слідуєчої установки.

ВИБІР БАЗ ДЛЯ ЧОРНОВОЇ ОБРОБКИ:

1. При обробці заготовок, отриманих литтям та штампуванням, необроблені поверхні в якості баз можна використовувати тільки на перших операціях. При дальшій обробці це не допускається.

2. В якості технологічних баз приймаються поверхні з розмірами, які забезпечують більшу точність базування і закріплення заготовки в пристосуванні, ці поверхні повинні мати більш високі квалітети точності, найменшу шорсткість, не мати ливарних прибутків, литників та інших дефектів.

3. Якщо в заготовках оброблюються усі поверхні, в якості технологічних баз для першої операції потрібно приймати поверхні з найменшими припусками. Тим самим при послідуєчій обробці виключається можливість виявлення на заготовках "чорноти".

4. База для першої операції повинна вибиратися з врахуванням забезпечення кращих умов обробки поверхонь, які застосовуються в послідуєчому в якості технологічних баз.

ВИБІР БАЗ ДЛЯ ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ:

1. При виборі баз потрібно знати, що найвища точність обробки досягається при умові використання на усіх операціях механічної обробки одних базових поверхонь, тобто при додержанні принципу єдності баз.

2. При чистовій обробці підтримуються принципу сполучення баз, відносно якому в якості технологічних базових поверхонь використовуються конструкторські та вимірювальні бази. При спільності технологічної та вимірювальної баз похибка базування рівна нулю.

3. Бази для кінцевої обробки повинні мати найвищу точність розмірів та геометричної форми, а також найменшу шорсткість поверхні. Вони не повинні деформуватися під дією сил різання, затиску і власної маси деталі.

4. Вибрані технологічні бази повинні спільно із затискуючими улаштуваннями забезпечити надійне закріплення деталі та незмінність її положення в період обробки.

5. Вибрані бази та метод базування повинні знайти більш просту і надійну конструкцію пристосування, зручність установки і знімання оброблюваної деталі.

Технологічні опори, по призначенню розділяють на головні і допоміжні, а по конструкції на регулюючі та жорсткі.

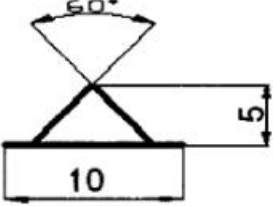
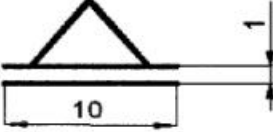

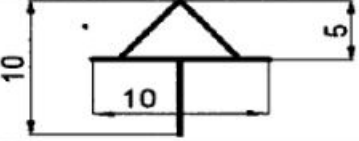
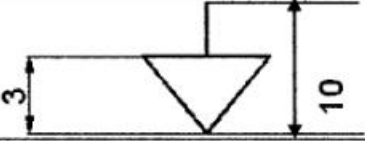
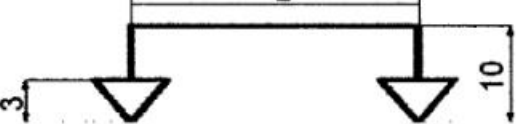
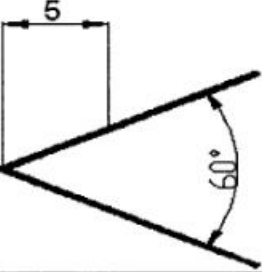
Жорсткі опори надають заготовці (деталі) вимогливе положення та позбавляють її шести ступенів вільності. Жорсткі опори залишаються постійно непорушними при обробці усіх заготовок деталі.

Регулюючі опори регулюють перед обробкою кожної нової партії заготовок.

Допоміжні опори рухомі та підводимі, застосовуються в тому випадку, якщо деформація заготовки деталі може вийти за межі установлених допус-

ків. Приклади нанесення позначення опор затискуючих та установочних улаштувань приведені в таблиці 5.1.

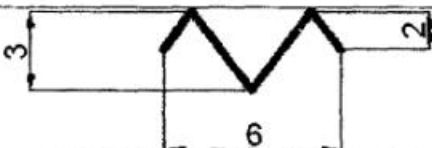

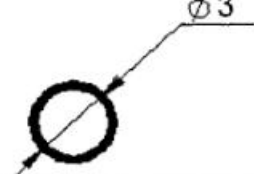
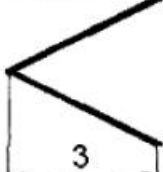
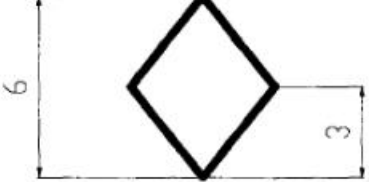

Таблиця 5.1. Зображення опор, затискачів і установочних улаштувань ГОСТ 3.1107-81

Назва	Визначення на видах спереду, ззаду
1	2
Опори:	
Нерухома	
Рухома	
Плаваюча	
Регулююча	
Затискачі:	
Одиничний	
Подвійний	
Нерухомий центр	


Назва 1	Визначення на видання спереду,задач 2
Установочні улаштування:	
Обертовий центр	
Плаваючий центр	
Циліндрична оправка	
Шарикова (роликів) оправка	
Повідковий патрон	



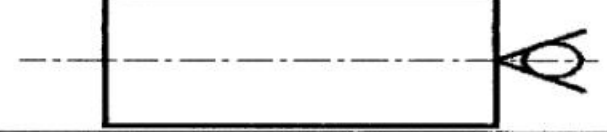



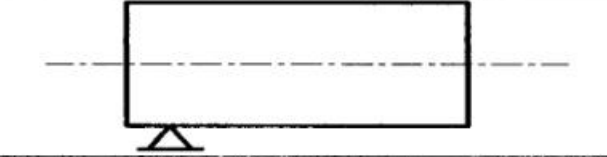

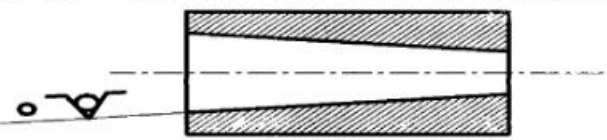
Таблиця 5.2. Визначення форми робочих поверхнь опор, затискачів, установочних улаштувань (ГОСТ 3.1107-81)



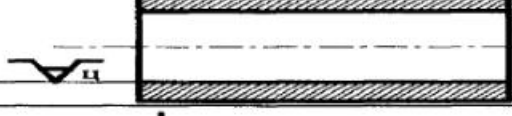
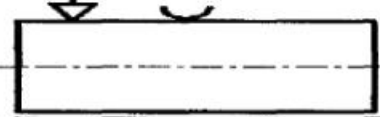
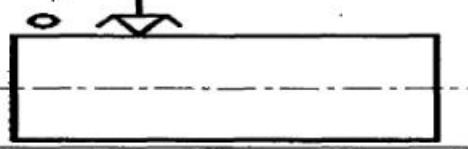

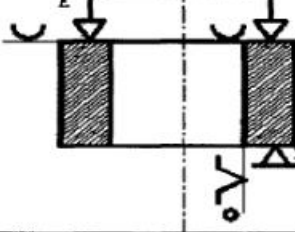
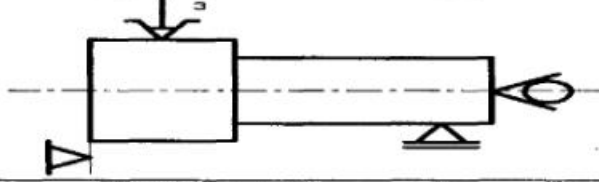

Поверхні 1	Визначення 2
Плоска	
Призматична	

Поверхні	Визначення
і Рифлена, різьбова, шлі- цьова	2 
Сферична	R1.5 
Циліндрична, шарова	Ø3 
Конічна	
Ромбова	6 3 
Трьохгранна	3 

Таблиця 5.3. Приклади нанесення визначень кріплення на схемах

Вид кріплення	Визначення
і В нерухомому гладко- му центрі	2 

Вид кріплення	Визначення
1	2
В рифленому центрі	
В плаваючому центрі	
В обертовому центрі	
В зворотньому обертовому центрі з рифленою поверхнею	
В повідковому патроні	
З рухомим люнетом	
З нерухомим люнетом	
На циліндричній оправці	
На конічній роликовій оправці	

Вид кріплення	Визначення
1 На різьбовій оправці з зовнішньою різьбою	2 
На шліцьовій оправці	
На цанговій оправці	
На регулюючій опорі з сферичною поверхнею	
У пневматичному затискачі з рифленою поверхнею	
В лещатах з пневмо приводом з призматичними губками	
В кондукторі з центруванням на призматичний палець з упором на три опори і з електроприводним улаштуванням подвійного затискача, деталей.	
В трьохкулачковому патроні з упором в торець з підтискним обертовим центром і з рухомим люнетом	
На конічній оправці з гідрошлястовим затискачем з упором на рифлену поверхню торця і з обертовим центром	



МЕТОДИКА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ, РІЗУЧОГО ТА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Вибір технологічного обладнання.*
- *Вибір та проектування пристосування (оснастки).*
- *Вибір різучого інструмента.*
- *Вибір допоміжного інструмента.*

6.1. Вибір технологічного обладнання

Вибір обладнання - один із важливіших факторів при проектуванні технологічного процесу обробки металів різанням. Для кожної технологічної операції, при виборі обладнання, студент повинен додержуватись основних факторів програми випуску деталей відповідно завданню, тип виробництва, розміри деталі, розміри та розташування оброблюючих поверхонь, вимоги до точності, шорсткості поверхні та економічності обробки, необхідність найбільш повного використання верстатів згідно з потужністю та завантаженням, просте їх обслуговування, коефіцієнт використання, вартість верстатів та орієнтація на застосування верстатів. Для кожної технологічної операції вказується, на якому верстаті буде використовуватися дана операція; при цьому повинна бути приведена коротка характеристика верстата: його назва, модель, основні розміри та потужність, ціна верстату, тощо.

Згідно з технічною характеристикою вибраний верстат повинен відповідати слідуючим вимогам:

- а) робоча зона (висота центрів, відстань між центрами, розміри стола тощо) повинна відповідати габаритам оброблюваної деталі;
- б) потужність, жорсткість та кінематичні можливості верстата повинні дозволяти вести роботу на оптимальних режимах різання;
- в) продуктивність верстата повинна відповідати заданому об'єкту випуску деталей.

Коротка характеристика обладнання, яке застосовується на базовому заводі приводиться в додатку. Студент повинен використовувати паспорти верстатів, або випуску із паспортів, які приводяться в додатку і підбирати верстати відносно паспортним даним. Основними принципами вибору моделі верстату являється економічність процесу обробки, для цього питання необхідно провести техніко-економічні порівняння обробки даної деталі на різних верстатах при заданій програмі випуску деталей та вибрати ту модель верстата, яка дає найменшу трудомісткість та собівартість механічної обробки деталі.

Практика показує, що найбільш багатоваріантним є обладнання для токарної обробки. Вибір токарно - гвинторізних, токарних верстатів з ЧПК, токарних багатоінструментальних та багатошпиндельних напівавтоматів не завдає великих труднощів в розрахунках, за допомогою графіків, що встановлюють границю економічного використання цих верстатів при різних програмах випуску деталей.

Згідно з класифікацією верстатів, технологічне обладнання поділяється на такі види: верстати (універсальні) широкого вжитку, верстати високої продуктивності, верстати спеціалізовані та спеціальні. Верстати (універсальні) широкого вжитку застосовують в одиничному і малосерійному виробництві. Верстати високої продуктивності застосовують в середньосерійному та великосерійному виробництві і частково в масовому виробництві. До верстатів цього виду належать: токарні багаторізцеві напівавтомати, токарні одно й багатошпиндельні автомати і напівавтомати, круглошліфувальні, що працюють методом глибинного шліфування (поперечної подачі), фрезерно-центрувальні, карусельно-фрезерні та інші.

Спеціалізовані верстати створюють на базі верстатів високої продуктивності встановленням додаткових шпинделів та інших вузлів, за допомогою яких вони можуть бути пристосовані для виконання конкретних операцій при обробці конкретних деталей в умовах масового виробництва. Спеціальні верстати проєктують та виготовляють на особливе замовлення та використовують для виконання певної операції. Проєктування та виготовлення верстатів цієї групи є дуже дорогим. Тому вони виправдовують себе лише у масовому виробництві. Особливі групи складають агрегатні верстати, що застосовуються в серійному та масовому виробництвах, та верстати з числовим програмним керуванням, які використовуються в умовах мало- та середньосерійного виробництва. Вибір технологічного обладнання повинен задовольняти вимогам даного типу виробництва. З метою економічних витрат електроенергії механічну обробку невеликих за розмірами і трудомісткістю деталей слід планувати на верстати з меншими габаритними розмірами і менше за потужністю двигуни.

6.2. Вибір та проєктування пристосування (оснастки)

Одною з важливіших факторів розробки технологічних процесів механічної обробки деталей різанням являється правильний вибір та проєктування конструкції оснастки.

Пристосування (оснастка) - це допоміжний змінний пристрій до верстату який призначений для правильної установки та закріплення заготовки при її механічній обробці деталі.

Вибір технологічної оснастки, в першу чергу залежить від типу виробництва. В одиничному і малосерійному виробництвах застосовують універсальне пристосування (патрони, поворотні столи, лещата, ділильні універсальні головки тощо).

У великосерійному і масовому виробництвах, застосовують головним чином спеціальні пристрої, які скорочують допо-міжний і основний час більше, ніж універсальні, при більш високій точності.

В практиці сучасного машинобудівного виробництва сформувались такі системи технологічної оснастки: універсально збірне пристосування /УЗП/ компонується з остаточно оброблених взаємозамінних стандартних універсальних елементів. Їх використовують як спеціальні оборотні пристрої короткочасної дії. Вони забезпечують установаження та фіксацію заготовок у межах габаритних можливостей комплексу. УЗП.

Спеціальні збірно-розбірні пристосування (ЗРП) - оснастка, яка компонується із стандартних елементів додатковою їх механічною обробкою і використовують як спеціальні необоротні пристосування тривалої дії з оборотних елементів.

Нерозбірні спеціальні пристосування (НСП) - пристосування які компонується із застосуванням стандартних деталей та вузлів загального призначення як необоротні пристосування довготривалої дії з необоротних деталей і вузлів.

Вони складаються з двох частин: уніфікованої базової частини та змінної наладки. Пристосування цієї системи стійкі до змін конструкцій оброблюваних заготовок та коригувань технологічних процесів. У випадку подібних змін необхідна лише заміна змінної наладки. Пристосування цієї системи використовують при груповій обробці деталей.

Універсально-безналагоджувальні пристосування (УБП) - найбільш поширена система в умовах серійного машинобудування. Ці пристосування забезпечують установки та фіксацію оброблюваних заготовок будь-яких деталей малого та середнього габариту. При цьому установка заготовок зв'язана з необхідністю контролю їх орієнтації в просторі. Такі пристосування забезпечують виконання широкої номенклатури операцій обробки заготовок.

Універсально-налагоджувальні пристосування (УНП) – пристосування, які забезпечують установку за допомогою спеціальних наладок, фіксацію оброблюваних заготовок малого і середнього габариту та виконання широкої номенклатури операцій обробки заготовок.

Спеціалізовані налагоджувальні пристосування (СНП) - забезпечують за певною схемою базування, установаження за допомогою спеціальних наладок і фіксацію споріднених за конструкціями заготовок для здійснення типових операцій.

При проектуванні пристосування студент повинен мати наступні дані: принципову схему пристосування з вказівкою способу базування та закріплення заготовки, та готової деталі з технічними вимогами; технологічний процес механічної обробки деталі; характеристика верстата, на якому буде оброблятися деталь в даному пристосуванні; умови роботи пристосування; річну програму випуску деталей.

При проектуванні пристосування студент повинен використовувати: довідникові посібники, нормалі, стандарти та ГОСТ на деталі та вузли оснастки для верстатів, а також в конструкції оснастки застосовувати пневматичні та гідравлічні пристрої затискання.

При виборі пристосування студенту необхідно користуватися наступними пунктами етапів підготовки до проектування оснастки:

- а) вибір для вихідних даних для підготовки до проектування оснастки: креслення оброблюваної заготовки, опис технологічного процесу механічної обробки деталі, дані про попередню операцію та можливих відхиленнях, виникнутих на ній, найкращого способу базування заготовки, схеми базування;
- б) опис головних вимог до пристосування;
- в) розробка ескізу пристосування;
- г) розрахунки елементів пристосування;
- д) розрахунки зусилля затискання заготовки в пристосуванні;
- е) конструювання пристосування.

При конструюванні пристосування студент повинен дотримуватися такої послідовності:

- а) накреслити контур оброблюваної деталі у двох або трьох видах на відстані, яка дає можливість викреслювати всі три види проекції установочних, направляючих затискувальних елементів пристосування;
- б) накреслити установочні або опорні (рухливі елементи, рухливі та нерухомі опори), оправки, призми, кондукторні втулки, направляючі елементи, тощо, навколо контуру оброблюваної заготовки;
- в) накреслити допоміжні та затискувальні елементи пристосування;
- г) накреслити корпус, вказати усі необхідні розміри та перерізи;
- д) нанести усі габаритні та контрольні розміри пристосування - діаметрів контурних втулок, відстані між базовими поверхнями, посадочні розміри базових поверхонь;
- е) розробити технічні вимоги на точність виготовлення пристосування.

В технічні вимоги входять головним чином точність взаємного розміщення основних та допоміжних баз, а також виконуючих поверхонь пристосування.

На цьому кресленні нумерують усі деталі та заповнюють специфікацію з вказівкою марки матеріалу, номеру ГОСТів, тощо.

При проектуванні пристосування слід розраховувати: відхилення установки деталі в пристосуванні; відхилення статичного налагодження верстата; сумарне відхилення обробки; силу затискання заготовки в залежності від сили різання; для пристосування з механізованим приводом діаметр гідро- або пневмоциліндру, осьову силу на штоці привода.

При проектуванні пристосування обов'язково враховуються вимоги техніки безпеки, обслуговування робочого місця, втомленості робочого, тощо. Оброблююча заготовка на загальному виді пристосування приймається прозорою. Її контури накреслюються кольоровими олівцями або товстими лініями.

Приклади розрахунку пристосування для виконання конструкторського розділу.

Приклад 6.1.

Вихідні дані: Операція токарна.

Необхідно: підрізати торець шківів висотою $H = 120$ мм та діаметром: $D = 160$ мм до діаметра $d = 40$ мм. Припуск на обробку (на сторону) $P = 2$ мм. Режимі різання: подача $S = 0,3$ мм/об; швидкість різання $v = 140$ м/хв; частота обертання шпинделя $n = 400$ хв⁻¹.

Сила різання $F_p = 800$ Н. Для закріплення заготовки на даній операції застосовується трьохкулачковий самоцентруючий пневматичний важільний патрон, що здійснює закріплення заготовки від обертового пневматичного циліндра двобічної дії.

Необхідно: розрахувати головні елементи патрону та пневмоциліндра, вибрати та розробити опис конструкції та технічних вимог до них

6.1.1. Методика розрахунку патрона та пневмоциліндра.

Визначасмо силу $F_{пр}$ привода для закріплення оброблюючої заготовки, тобто, силу яка передається штоком пневмоциліндра за формулою:

$$F_{пр} = F_{зат} \times m \times K_T \times \left(1 + \frac{3 \times \ell}{\ell_1} \times f_1\right) \times \frac{a}{b}; \text{ Н}$$

де $F_{зат}$ - вимоглива сила затискання на кожному кулачку:

$$F_{зат} = F_p \times \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times D_1}{m \times f \times D} \times K_T; \text{ Н}$$

де m - кількість кулачків ($m = 3$).

$K_T = 1,05$ - коефіцієнт, включаючий допоміжні сили тертя в патроні;

ℓ - виліт кулачка від його опори до центру прикладення сили затиску (конструктивно $\ell = 40$ мм).

ℓ_1 - довжина направляючої частини кулачка (при затиску заготовки діаметром $D = 160$ мм в патроні з зовнішнім діаметром 250 мм $\ell_1 = 65$ мм);

$f_1 = 0,1$ - коефіцієнт тертя в направляючих кулачках;

" a " та " b " - плечі важеля привода до осі штоку (конструктивно " a " = 20 мм та " b " = 100 мм);

$F_p = 800$ Н сила різання;

$\alpha = 90^\circ$ - кут призми кулачка (при радіусних кулачках)

D_1 - діаметр оброблюючої поверхні (при підрізці торця $D_T = 160$ мм);

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків (з гладкою поверхнею

$f_{гн} = 0,25$; з кільцевими канавками $f_{к.к} = 0,35$; з хрестоподібними канавками

$f_{хк} = 0,45$; з зуб'ями паралельно осі патрону $f_3 = 0,8$);

Приймаємо $D = 160$ мм - діаметр затисненої поверхні;

K - коефіцієнт запасу, конується пристосовно для конкретних умов обробки за формулою;

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 - коефіцієнт врахування збільшення сили різання при переривному різанні; приймаємо $K_3 = 1$;

K_4 - коефіцієнт врахування постійності сили затиску (для механічних пневматичних приводів $K_4 = 1$; для ручних лещат $K_4 = 1,3 \dots 1,6$)

звідки отримуємо $K = 1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,8$

підставляючи цифрові значення величин у формули, одержимо

$$F_{\text{зат}} = 800 \times \frac{1 \times 160}{3 \times 0,35 \times 160} \times 1,8 = 1371 \text{ Н}$$

$$F_{\text{пр}} = 1371 \times 3 \times 1,05 \times \left(1 + \frac{3 \times 40}{65} \times 0,1\right) \times \frac{20}{100} = 1023 \text{ Н}$$

Передаюча штоком сила (Н) у пневмоциліндрах двобічної дії рівна:

$$F_{\text{п.ц.}} = 10 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho \times \eta = 10 \times \frac{3,14 \times 150^2}{4} \times 0,4 \times 0,85 = 6000 \text{ Н}$$

де D - діаметр поршня пневмоциліндра, мм (приймаємо $D = 150$ мм)

ρ - тиск стисненого повітря у магістралі, МПа

приймаємо $\rho = 0,4$ Мпа

$\eta = 0,85$ ккд циліндра.

Якщо значення сили відоме, то можливо вирахувати діаметр поршня циліндра за формулою (або зробити перевірку правильності вибору діаметру)

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_{\text{п.ц.}}}{\rho_{\text{в}} \times 0,78 \times \eta}} = \sqrt{\frac{6000}{0,4 \times 0,78 \times 0,85}} = 150 \text{ мм}$$

Вибираємо найближчий більший діаметр циліндра $D = (150 \text{ мм})$

Схема розміщення сил затиску з допомогою пневмоприводу для обробки заготовки в трьох кулачковому патроні показана на рисунку 6.1.

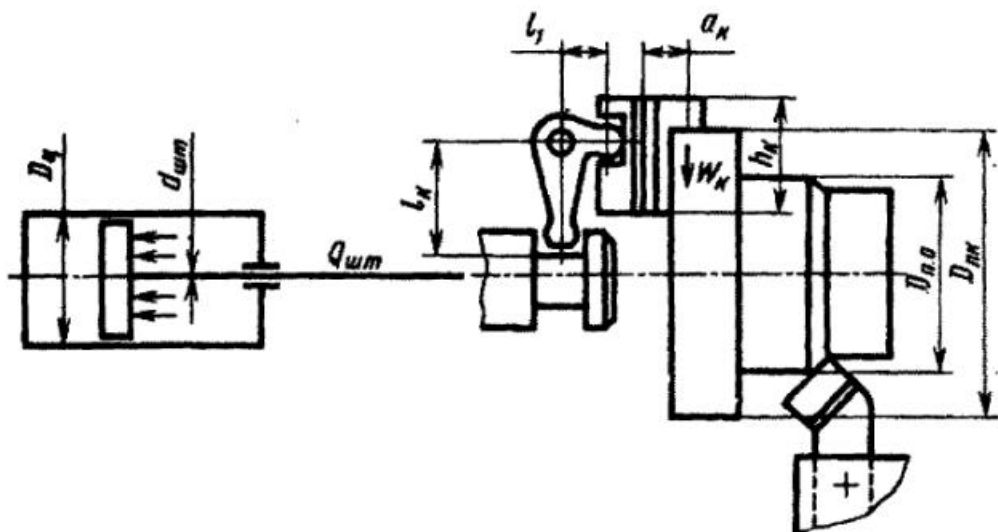


Рисунок 6.1. Схема обробки поверхні зовнішнього діаметру деталі при використанні трьохкулачного патрону з пневматичним приводом затиску деталі.

Приклад 6.2. Вихідні дані: Деталь "Вал-шестірна" $\varnothing 50H10_{(-0,1)}$, установлюється на призми з кутом $\alpha=90^\circ$. Розмір глибини шпоночного пазу дорівнює $h=6^{+0,25}$ мм.

Ширина шпоночного пазу $B = 8N9^{(+0,062)}$

Глибина різання $t = B = 8$ мм

Подача на зуб $= 0,1$ мм/зуб

Швидкість різання $V = 24$ м/хв.

Частота обертів шпинделя $n = 200$ хв⁻¹

Рішення :

6.2.1. Опис конструкції пристосування

Деталь "Вал-шестірна" установлюється на призми 18 із затисною планкою 5 до упору в торець деталі. При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери діафрагма 17 під тиском повітря зі штоком 25 опускається вниз і за допомогою затисної планки 5, деталь притискається до призми 18. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки 32 на пневмовимикачі пневмокамери, шток 25 підіймається вгору і звільнює деталь.

6.2.2. Визначення похибок базування

Похибка базування можна визначити за спідуючою формулою:

$$E_8 = 1,21 \times T_D \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де T_D – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь установлюється на призму $T_D = -0,10$ мм.

Тоді похибка базування буде дорівнювати:

$$E_8 = 1,21 \times 0,10 = 0,12 \text{ мм}$$

Така похибка базування за висотою укладається в допуск розміра б, яка складає 0,25 мм, що являється достатнім допуском для обробки паза.

6.2.3. Визначення зусиль затискання деталі при закріпленні в призмах проводимо слідуючим чином:

6.2.3.1. Визначаємо силу різання за формулою:

$$F_p = \frac{10 \times C_F \times t^{X_F} \times S^{e_F} \times V^{U_F} \times Z}{D^{g_F} \times n^{w_F}} \times K_{M_F} = \frac{10 \times 68,2 \times 8^{0,85} \times 0,1^{0,75} \times 8^1 \times 3}{8^{0,73} \times 200^{-0,13}} \times 1,02 =$$

$$= \frac{10 \times 68,2 \times 5,856 \times 0,1778 \times 8 \times 3}{4,563 \times 1,9913} \times 1,02 = 1913 \text{ Н}$$

де коефіцієнти $C_F = 68,2$; $X_F = 0,85$; $U_F = 0,75$; $U_F = 1,0$; $g_F = 0,73$; $w_F = -0,13$

6.2.3.2. Визначаємо крутний момент

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{1913 \times 18}{2 \times 100} = 76,5 \text{ Нм}$$

6.2.3.3. Визначаємо потужність різання

$$P = \frac{F_p \times V}{60} = \frac{1913 \times 24}{60} = 0,77 \text{ кВт}$$

6.2.3.4. Здвигаюча сила при затисканні та різанні деталі визначається за формулою:

$$F_{зд} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 1913 = 2296 \text{ Н}$$

6.2.3.5. Зусилля затискання деталі визначається за формулою:

$$F_{зат} = \frac{1,5 \times F_p}{f} = \frac{1,5 \times 1913}{0,45} = 6377 \text{ Н}$$

6.2.3.6. Визначаємо діаметр діафрагми внутрі камери за формулою:

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{зат}}{\rho_B \times 0,580 \times \eta}} = \sqrt{\frac{6377}{0,4 \times 0,58 \times 0,95}} = 170 \text{ мм}$$

Приймаємо згідно з ГОСТом 1250–84 діаметр пневмокамери (діафрагми)

$D_d = 175 \text{ мм}$

Найбільше застосування пневмокамери діаметром 175, 200, 230, 250 мм

6.2.3.7. Визначаємо діаметр штока за формулою:

$$D_{шт} = 0,20 \dots 0,30 \times D_d = 0,20 \times 175 = 35 \text{ мм}$$

6.2.3.8. Визначаємо діаметр упорної шайби штока за формулою:

$$D_{ш} = 0,7 \times D_d = 0,7 \times 175 = 123 \text{ мм}$$

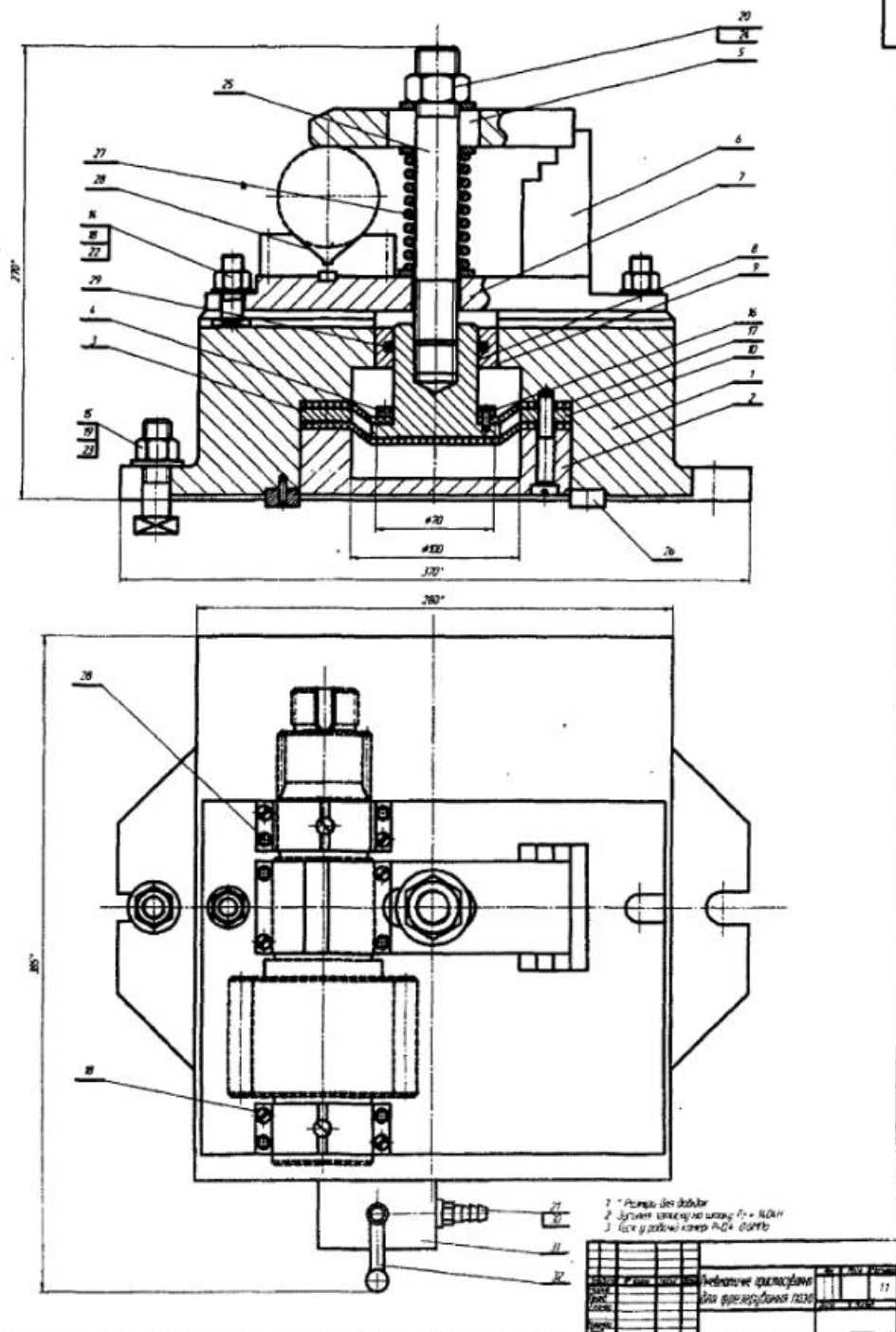


Рисунок 6.2. Пристосування для фрезерування паза

Формат	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			ППІДП 7.090202.63.7.15.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні- одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
	1		ППІДП 7.090202.63.7.15.001	Корпус		
	2		ППІДП 7.090202.63.7.15.002	Кришка		
	3		ППІДП 7.090202.63.7.15.003	Мембрана		
	4		ППІДП 7.090202.63.7.15.004	Шайба		
	5		ППІДП 7.090202.63.7.15.005	Прихват		
	6		ППІДП 7.090202.63.7.15.006	Опора		
	7		ППІДП 7.090202.63.7.15.007	Фланець		
	8		ППІДП 7.090202.63.7.15.008	Шток		
	9		ППІДП 7.090202.63.7.15.009	Втулка		
	10		ППІДП 7.090202.63.7.15.010	Шайба		
				<u>Стандартні вироби</u>		
	14			Болт М12х35.58		
				ГОСТ 13152-67		
	15			Болт М12х55.58		
				ГОСТ 13152-67		
				ППІДП 7.090202.63.7.15.000 СК		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		
Розроб.	Кучер І.С.				Літ.	Арк.
Перевір.	Капура І.А.					Аркуші
Реценз.	Антонов					1
Н. Контр.	Орел Н.А.					1
Затверд.	Клига П.Ф.				ППІ ар.-63	

Приклад 6.3. Вихідні дані: Деталь "Вал-шестірня" $\varnothing 60_{k6} \begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix}$, установ-

люється на призми з кутом $\alpha = 90^\circ$. Розмір глибини шпоночного пазу дорівнює $h = 6^{+0,25}$ мм.

Ширина шпоночного пазу $B = 14P9 \begin{pmatrix} -0,018 \\ -0,061 \end{pmatrix}$

Глибина різання $t = B = 14$ мм

Подача на зуб = 0,1 мм/зуб

Швидкість різання $V = 24$ м/хв.

Частота обертів шпинделя $n = 200$ хв⁻¹

6.3.1. Опис конструкції пристосування

Деталь "Вал-шестірня" установлюється на призми з прихватами до упору в торець. При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери шток з діафрагмою під тиском повітря опускається вниз і за допомогою притискних планок, деталь притискається до призми. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки на пневмосистемі пневмокамери, шток підіймається вверх і звільнює деталь.

6.3.2. Визначаємо похибку базування

Похибку базування можна визначити за формулою:

$$E = 1,21 \times T_d \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь встановлюється на призму.

$$T_d = 0,025 \text{ мм}$$

Тоді похибка базування буде $E = 1,21 \times 0,025 \text{ мм} = 0,03 \text{ мм}$

Така похибка базування по висоті укладається в допуск розміра 108, яка складає 0,036 мм, що являється достатнім допуском для обробки паза.

6.3.3. Визначення зусиль затискання деталі

1 Визначаємо силу різання за формулою:

$$F_z = \frac{10 \times C_F \times t^x \times F^y \times S^e \times F^u \times B^F \times Z}{D^g \times F^n \times W} \times K_{MF} = \frac{10 \times 12,5 \times 14^{0,85} \times 0,1^{0,75} \times 6^1 \times 3}{14^{0,73} \times 200^{-0,13}} \times 1,02 = 2603 \text{ Н}$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{T.O}}{750} \right)^n = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,9} = 1,02$$

$$C_F = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1; g = 0,73; w = -0,13$$

2 Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{2603 \times 14}{2 \times 100} = 182 \text{ Нм.}$$

3 Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P = \frac{F_z \times V}{60} = \frac{2603 \times 24}{60} = 1041 \text{ Вт} = 1,04 \text{ кВт}$$

4 Здвигаюча сила при затисканні та різанні деталі визначасмо за формулою:

$$F_{\text{зл}} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 2603 = 3124 \text{ Н}$$

5 Зусилля затискання деталі визначасмо за формулою:

$$F_{\text{зат}} = \frac{2 \times K \times M}{\left[D_j \times \left(\frac{f_2 + f_1}{\sin 0,5\alpha} \right) \right]} = \frac{2 \times 2,5 \times 182}{\left[0,6 \times \left(\frac{0,25 + 0,25}{0,7071} \right) \right]} = 2339 \text{ Н}$$

6 Визначаємо діаметр діафрагми за формулою:

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{\rho_n \times 0,785 \times \eta}} \text{ мм}$$

де ρ_n – тиск зжатого повітря, $\rho_n = 0,4 \dots 0,6$ МПа

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,8$

$$D_d = \sqrt{\frac{2339}{0,4 \times 0,785 \times 0,8}} = 97 \text{ мм}$$

Приймасмо згідно з ГОСТом 1250-84 діаметр пневмокамери $D_1 = 100$ мм

7 Визначаємо діаметр штока

$$d_{\text{шт}} = 0,25 \times D_d = 0,25 \times 100 = 25 \text{ мм}$$

8 Визначаємо діаметр упорної шайби штока

$$d = 0,7 \times D_d = 0,7 \times 100 = 70 \text{ мм}$$

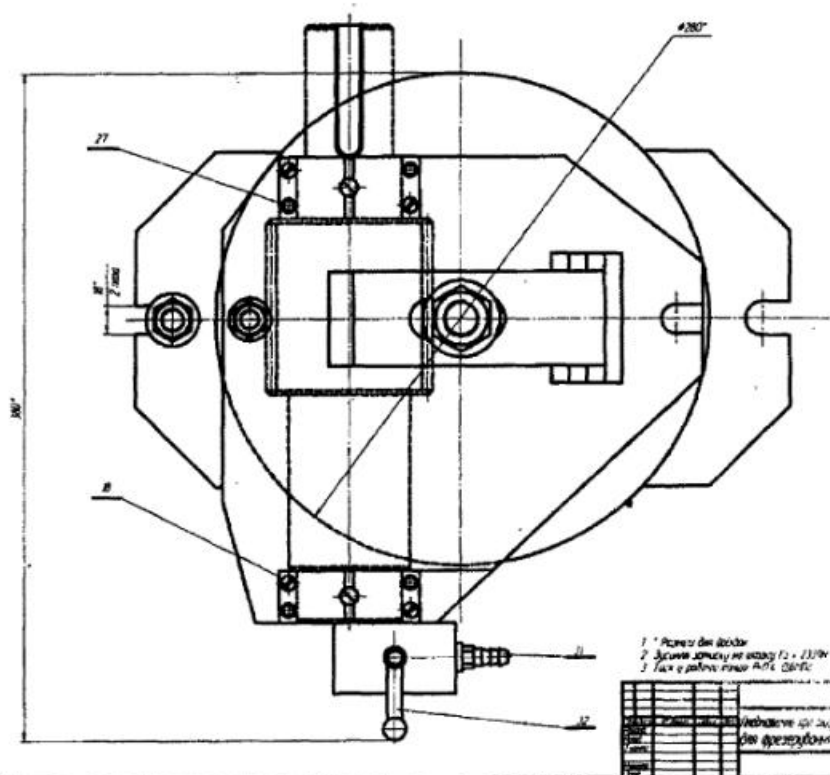
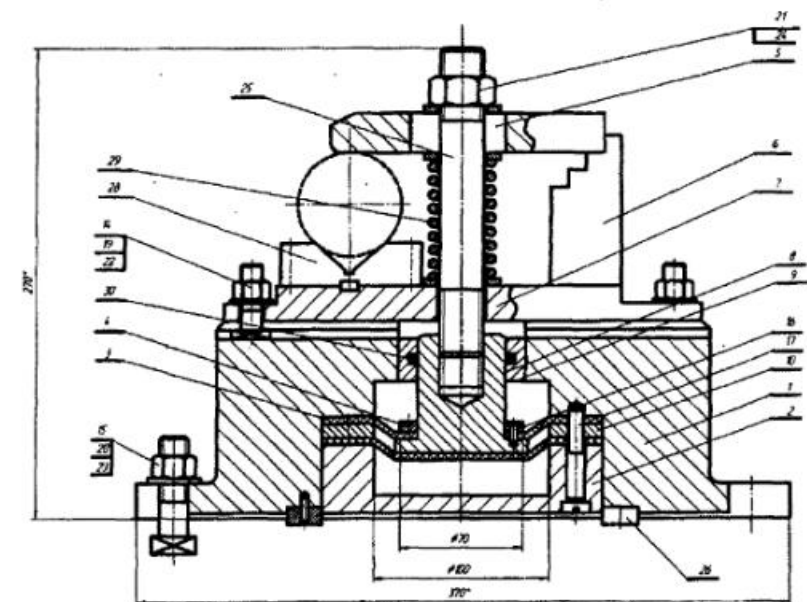


Рисунок 6.3. Пристосування для фрезерування паза

Формат	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кін.	Примітка			
			ППІДП 7.090202.63.7.15.000 СК	Складальне креслення					
				<u>Складальні-</u> <u>одиниці</u>					
				<u>Деталі</u>					
	7		ППІДП 7.090202.63.7.15.001	Корпус					
	2		ППІДП 7.090202.63.7.15.002	Кришка					
	3		ППІДП 7.090202.63.7.15.003	Мембрана					
	4		ППІДП 7.090202.63.7.15.004	Шайба					
	5		ППІДП 7.090202.63.7.15.005	Прихват					
	6		ППІДП 7.090202.63.7.15.006	Опора					
	7		ППІДП 7.090202.63.7.15.007	Фланець					
	8		ППІДП 7.090202.63.7.15.008	Шток					
	9		ППІДП 7.090202.63.7.15.009	Втулка					
	10		ППІДП 7.090202.63.7.15.010	Шайба					
				<u>Стандартні</u> <u>вироби</u>					
	14			Болт М12х35.58 ГОСТ 13152-67					
	15			Болт М12х55.58 ГОСТ 13152-67					
			ППІДП 7.090202.63.7.15.000 СК						
Зроб.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Да-	Пневматичне пристосування для фрезерування паза				
Розроб.		Кучер І.С.					Літ.	Арк.	Арк.шіт.
Перевір.		Капура І.А.						1	1
Реценз.		Антонов					ППІ гр.-63		
Н.		Орел Н.А.							
Затверд.		Клига Л.Ф.							

Приклад 6.4. Для механічної обробки деталі при установці та закріпленні заготовки в центрах необхідно спроектувати штирковий повідковий плаваючий центр

6.4.1. Опис конструкції пристосування

Обробка валів з установкою в нормальних центрах із застосуванням хомутиків і повідкової планшайби має ряд недоліків:

- а) необхідні витрати часу на зажим та зняття хомутика;
- б) хомутик не дозволяє виконувати наскрізну обробку;
- в) при різній глибині зацентровки при установці зміщуються в осьовому напрямленні, що не дозволяє виконувати обробку ступінчастих деталей по копію.

Застосування штиркових повідкових плаваючих центрів усувають ці недоліки. Для токарних і шліфувальних операцій розробляємо конструкцію штиркового повідкового плаваючого центра.

Його складова частина: 1 – корпус, 2 – пробка, 3 – установочна гайка, 9 – повідки (три штирка), які установлені через 120° , 5 – пружина, 6 – центр, 7 – шайба, 8 – шпилька, 4 – гайка, 10 – стопорний гвинт, 11 – стопорний гвинт (див. додаток).

Штирковий плаваючий центр призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах.

Крутний момент на шпинделі верстата передається за допомогою штиркових повідків 9, який при установці деталі врізається в торець деталі. Конструкція передбачає піджим деталі обертовим центром задньої бабки із зусиллям не більше 2000Н. Опорою для повідка служить сферична шайба, що дозволяє повідкам само установлюватися на деякий кут у випадку скошеного торця заготовки.

Осьові розміри: конус Морзе 5;

$D_1 = 44,399$ мм; $D_2 = 80$ мм; $L = 260$ мм; $l = 100$ мм; $l_1 = 15$ мм; $l_2 = 20$ мм.

6.4.2. Розрахунок зусилля затиску деталі

Визначаємо глибину занурення штирків в метал торця деталі за формулою:

$$h = \sqrt{\frac{F_z \times D}{D_1 \times \sigma_T \times n \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}} = \sqrt{\frac{1555 \times 110}{80 \times 800 \times 3 \times 0,5774}} = 1,24 \text{ мм}$$

Визначаємо зусилля на штоці силового приводу за формулою:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi \times F_z \times D \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{D_1 \times n} = \frac{3,14 \times 1555 \times 110 \times 0,5774}{80 \times 3} = 1292 \text{ Н}$$

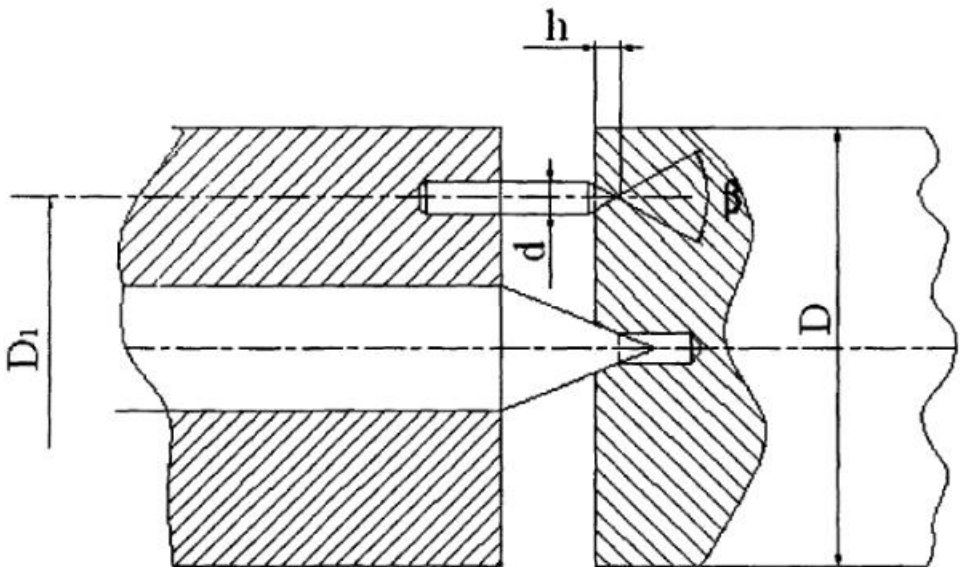
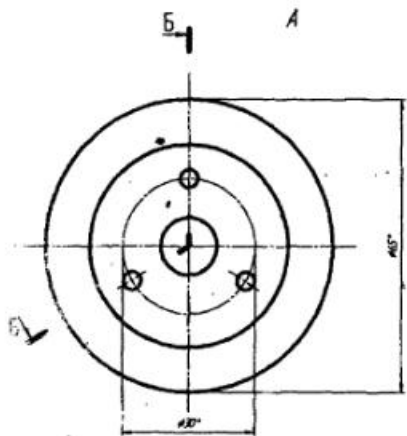
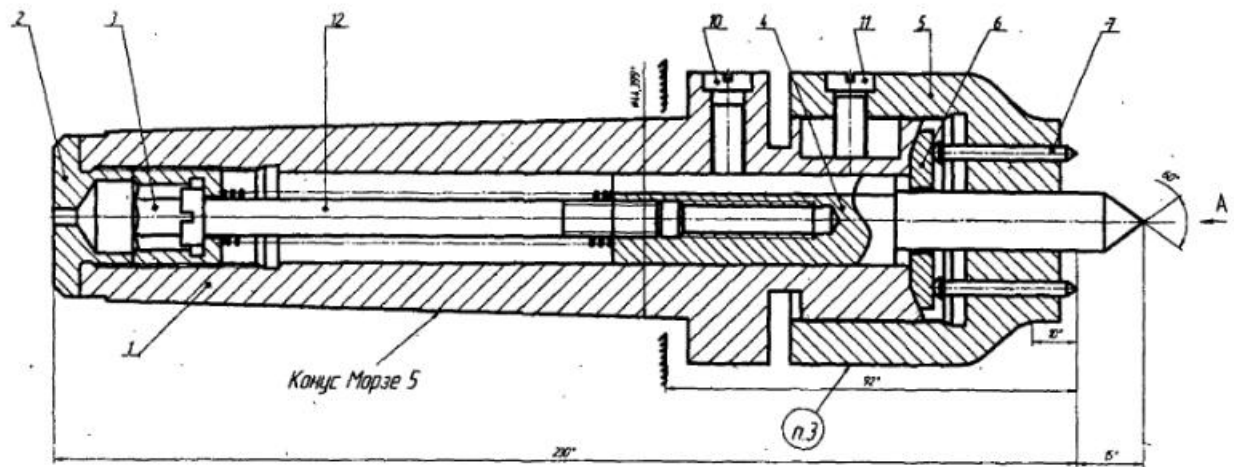


Рисунок 6.4. Схема до розрахунку прикладу 6.4.

Б-Б



- 1 - Патруль для долбежки
- 2 - ИЛ АИ - 178
- 3 - Патруль для патентованной КМБ классификации
- 4 - Патруль гайки 172

№ документа	257
Дата	
Исполнитель	
Проверенный	
Утвержденный	
Специальный центр	

Рисунок 6.5. Штирьковый повідковий плаваючий центр

Приклад 6.5. При зубофрезеруванні зуб'їв на поверхні «Зубчастого колеса» необхідно спроектувати пристосування для установки та закріплення заготовки

6.5.1. Опис та розрахунок спроектованого пристрою

Пристосування спроектовано для зубофрезерної операції й призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5К328П.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва.

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх оброблюючих деталей в даному пристосуванні

Пристосування складається з слідуючих елементів:

- а) корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід;
- б) зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба;
- в) установочні елементи: кришка, корпус тощо (див. додаток).

Закріплення пристосування на столі верстата виконується за допомогою 6-ти болтів.

Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 45H8$ мм встановлюється на направляючу втулку - центровик, а торцем упирається на основу пристосування.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину. Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

6.5.2. Розрахунок пристосування

6.5.2.1. Розраховуємо похибку установки.

$$\Delta E_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_3)^2 + (\Delta \varepsilon_6)^2}$$

де $\Delta \varepsilon_6$ – похибка базування.

$\Delta \varepsilon_3$ – похибка закріплення = 0,02 мм.

$\Delta \varepsilon_y$ – похибка установки.

Похибка базування:

$$\Delta \varepsilon_6 = \delta_a + \delta_b = 0,04 + (-0,04) = 0,08 \text{ мм.}$$

де δ_a, δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta E_y = \sqrt{0,08^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,068} = 0,0825 \text{ мм.}$$

6.5.2.2. Необхідне зусилля затиску

де f – коефіцієнт тертя між шайбою й заготовкою. ($f = 0.1 \dots 0.15$)

$$W = 2 \times F_z \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f \cdot H.$$

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

D – діаметр деталі, $D = 256$ мм;

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 70$ мм;

d – діаметр оправки, $d = 45$ мм.

Окружна сила різання F_z розраховується за формулою:

$$W = 2 \times 5960 \times 1 \times 0.15 \times 0.256 / (0.07 + 0.45) = 881 \text{ Н.}$$

$$F_z = C_F \times m^{1.4} \times S^{0.95} \times t^{1.4} \times V^{-0.28} \times K_o \times K_m \times 9.81 =$$

$$= 15 \times 4^{1.4} \times 1.7^{0.95} \times 8.8^{1.4} \times 25.2^{-0.28} \times \frac{1}{2.592} \times 1.07 \times 9.81 = 5960 \text{ Н.}$$

Сила приводу, яка необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η – ккд силового приводу, $\eta = 0.85$

$$F_{\text{пр}} = 881 / 0.85 = 1036 \text{ Н.}$$

Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

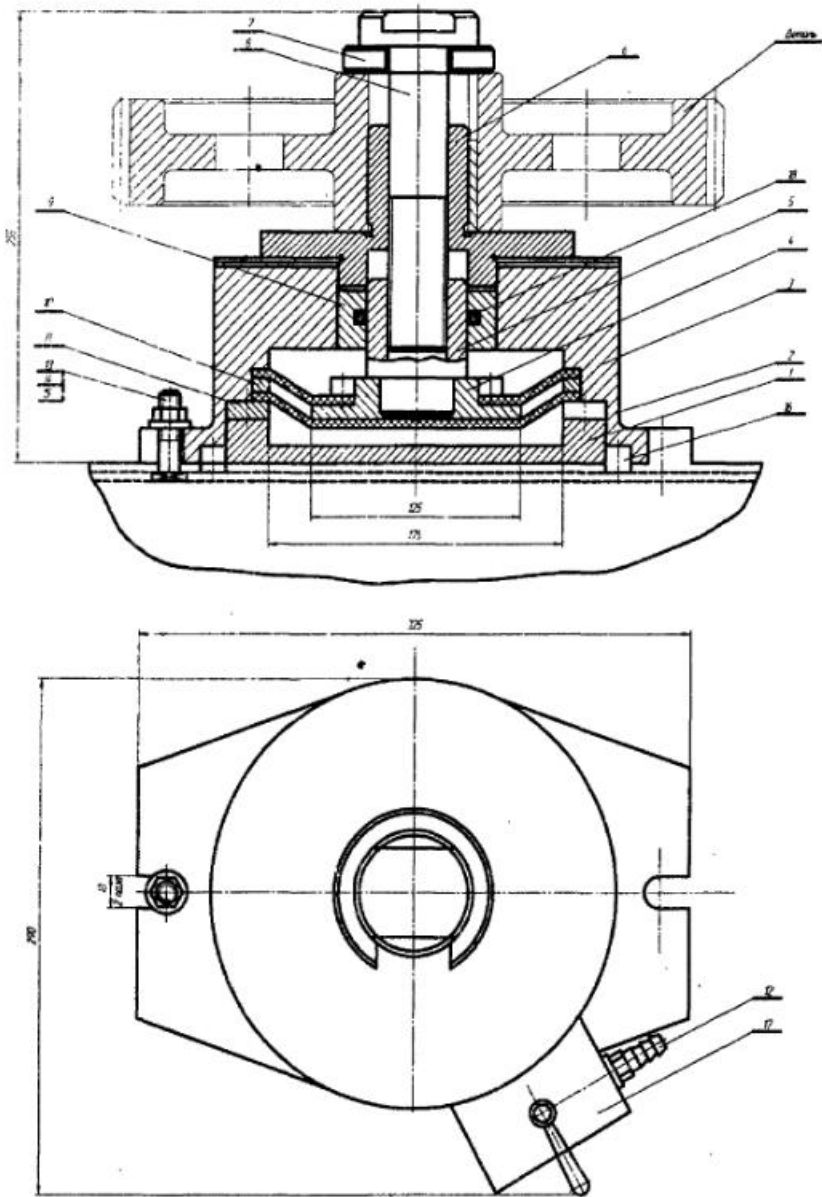
$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{F_{\text{пр}}}{0.58 \times \rho \times v \times \eta}}; \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{1036}{0.58 \times 0.4 \times 0.85}} = 0.73 \text{ м}$$

По нормативам приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{діаф}} = 125$ мм.

Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт}} = 0.7 \times D_{\text{діаф}} = 0.7 \times 125 = 88 \text{ мм.}$$



1. Кліпачок пр. - 15
2. Цилиндричний валок діаметр $H = 2060$
3. Валок підпори з паспартою $H16 - 24$
4. Перед ступінчатим діалогом проточно з резакою

№	1	2	3	4
Код				
Титул	Приспособлення для фрезерування зуб'їв			
Масштаб	1:1			
Матеріал	Сталь			
Деталь	11			

Рисунок 6.6. Пристосування для фрезерування зуб'їв

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Наз. менування	Кіл.	Примітка
			ППІДП 7.090202.63.7.11.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні-</u> <u>одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
	1		ППІДП 7.090202.63.7.11.001	Кришка		
	2		ППІДП 7.090202.63.7.11.002	Корпус		
	3		ППІДП 7.090202.63.7.11.003	Мембрана		
	4		ППІДП 7.090202.63.7.11.004	Поршень		
	5		ППІДП 7.090202.63.7.11.005	Шток		
	6		ППІДП 7.090202.63.7.11.006	Центровик		
	7		ППІДП 7.090202.63.7.11.007	Шайба		
	8		ППІДП 7.090202.63.7.11.008	Гвинт		
	9		ППІДП 7.090202.63.7.11.009	Втулка		
	10		ППІДП 7.090202.63.7.11.010	Кільце		
	11		ППІДП 7.090202.63.7.11.011	Шайба		
	12		ППІДП 7.090202.63.7.11.012	Штуцер		

					ППІДП 7.090202.63.7.11.000 СК								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-									
Розроб.		Кучер І.С.			Пневматичне пристосування для фрезерування зуб'їв <table border="1"> <tr> <td>Літ.</td> <td>Арк.</td> <td>Арк.шіт</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>			Літ.	Арк.	Арк.шіт		1	1
Літ.	Арк.	Арк.шіт											
	1	1											
Перевір.		Калура І.А.											
Реценз.		Антонов											
Н.		Орел Н.А.											
Затверд.		Клига Л.Ф.											
					ППІ гр.-63								

6.3. Вибір ріжучого інструмента

Ріжучий інструмент при розробці техпроцесу потрібно застосувати стандартний, як можна дешевий, але де є необхідність в спеціальному-нестандартному, або комбінованому ріжучому інструменті, який дає можливість з'єднувати обробку декількох поверхонь одноразово, зменшуючи при цьому технологічну норму часу, то ліпше спроектувати спеціальний ріжучий інструмент при серійному та масовому виробництві.

Конструкція та розміри інструмента для заданої операції залежить від виду обробки, розмірів оброблюваної поверхні, властивостей матеріалу заготовки, вимогливої точності обробки та шорсткості оброблюваних поверхонь.

Ріжучий інструмент, що застосовується в обробці деталі на верстатах, поділяють на декілька видів. Основні види ріжучого інструменту /токарні різці, свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, фрези, протяжки/ класифікуються за різними ознаками, а головне це - призначення та спосіб закріплення. Більша частина конструкції інструмента стандартизована.

При проектуванні ріжучого інструмента (фасонних різців, набір фрез, протяжок для фасонних поверхонь, комбіновані свердла, зенкери та розвертки, тощо), повинно включатися не тільки розробка конструкції, а й необхідні розрахунки геометричних параметрів, посадочних розмірів інструмента., наприклад перетин, державки різця, діаметр отвору фрези, розміру корпусного хвостика свердла або розвертки, кількості зуб'їв фрези, тощо.

Необхідно проводити розрахунки на міцність, вибір матеріалу повинен проводитись в залежності від форми та розмірів інструмента, матеріалу оброблюваної заготовки, прийнятих режимів різання та типу виробництва.

Після усіх необхідних розрахунків виконують креслення ріжучого інструмента. В кресленнях вказують усі дані, які необхідні для виготовлення ріжучого інструмента. Креслення повинно вміщувати в собі усі види, розрізи та перетини для того, щоб надати наглядність форми та конструкції ріжучого інструмента..

На кресленні можуть бути допущені слідуючі скорочення: в багатолезовому інструменті (протяжки, фрези, розвертки, мітчики., плашки, зенкери) креслять тільки 2...3 зуби: гвинтові лінії, наприклад у фрезах замінують прямими лініями; канавки в розвертках, мітчиках та фрезах можна не показувати, перетини з позначенням геометричних параметрів креслять неповними; профіль фасонного інструмента креслять у збільшеному масштабі.

На кресленні повинні бути вказані технічні вимоги до виготовлення та приймання даного інструменту: матеріал, міцність інструмента, допуски які забезпечують якість та точність роботи інструмента; зміст маркування та її місце. Граничні відхилення форми та розташування поверхонь необхідно вказувати на кресленні умовними позначками.

Приклад 6.6. Ріжучий інструмент: кінцева фреза Ø32 ГОСТ 9140-78 з числом зубів $Z = 4$ Геометричні параметри: передній кут $\gamma = 15^\circ$, задній кут $\alpha = 14^\circ$; $\phi_1 = 5^\circ$; $\omega = 35^\circ$.

Операція - шпоночно-фрезерна 050; призначена для фрезерувки закритого з двох боків шпоночного пазу на поверхні валу $\varnothing 250H9$.

Ця фреза дає можливість обробляти шпоночний паз закритий з двох боків тобто спочатку врізається осьовою подачею, як свердло, а потім знімає припуск зовнішніми кромками. Фреза зварна. Матеріал ріжучої частини фрези - швидкоріжуча сталь P6M5.

Основні параметри фрези:

Дфр. = 32 мм; Z = 4; L = 150 мм; довжина ріжучої частини $l = 50$ мм.

Хвостовик конусний з конусом Морзе 4.

Рішення: Виконуємо повірочний розрахунок фрези. Знаходимо напру-гу в небезпечному перерізі фрези:

$$\sigma_H = \frac{M_{np}}{W} \leq [\sigma]$$

де M_{np} - приведений момент, Нм

1. Знаходимо приведений момент за формулою:

$$M_{np} = \sqrt{M_{зг}^2 + M_{об}^2} = \sqrt{185^2 + 493^2} = 527 \text{ Нм.}$$

де $M_{зг}$ - момент згинання, Нм

2. Знаходимо момент згинання за формулою:

$$M_{зг} = F_{гс} \times L = 3699 \times 0,05 = 185 \text{ Нм}$$

де $F_{гс}$ - горизонтальна сила різання, Н

3. Знаходимо горизонтальну силу різання за формулою:

$$F_{гс} = 1,2 \times F_{ср} = 1,2 \times 3082 = 3699 \text{ Н}$$

4. Знаходимо силу різання за формулою:

$F_{ср} = 10 \times C_F \times t^{xf} \times S^{yf} \times K_{MF} = 10 \times 68,2 \times 32^{0,86} \times 0,1^{0,75} \times 1,29 = 3082 \text{ Н}$
де L - вліт фрези, мм = 50 мм

Коефіцієнти $C_F = 68,2$; $xf = 0,86$; $yf = 0,75$; $u = 1$; $g = 0,86$;

$W = 0$; $K_{MF} = 1,29$ [л. 2, т.2, с. 29]

$M_{об}$ - момент обертів Нм

5. Знаходимо момент обертів фрези за формулою:

$$M_{об} = \frac{F_{ср} \times D_{фр}}{2 \times 100} = \frac{3082 \times 32}{2 \times 100} = 493 \text{ Нм}$$

де σ - допустима напруга МПа; $[\sigma] = 350 \text{ МПа}$

W - момент опору, м^3

6. Знаходимо момент опору

$$W = 0,1 \times D_{нп}^3 = 0,1 \times 30^3 = 2,7 \text{ м}^3$$

де $D_{нп}$ - діаметр хвостовика фрези в небезпечному перерізі, мм

$$\sigma_{нп} = \frac{M_{np}}{W} = \frac{527}{2,7} = 200 \text{ МПа} \quad \text{Отже } 200 < 350 \text{ МПа}$$

Висновок: міцність в небезпечному перерізі достатня.

Приклад 6.7. Необхідно спроектувати і розрахувати ріжучий інструмент для фрезерування зуб'їв

Проводимо розрахунки черв'ячної чистової фрези, виходячи із сліду-
ючих вихідних даних деталей "Вал-шестірня"; $m = 3\text{мм}$, $\alpha_d = 20^\circ$

Рішення:

1. Розрахунковий профільний кут вихідної рейки в нормальному перерізі
 $\alpha_1 = \alpha_d = 20^\circ$
2. Модуль нормальний $m_1 = m = 3\text{мм}$
3. Шаг фрези по нормалі $t_n = \pi \times m_1 = 3,1416 \times 3 = 9,425\text{ мм}$.
4. Розрахункова товщина зуба по нормалі $S_n = \frac{t_n}{2} = \frac{9,425}{2} = 4,713\text{ мм}$
5. Висота головки зуба фрези $h'_1 = 1,25 \times m = 1,25 \times 3 = 3,75\text{м}$,
6. Висоти ніжки зуба фрези $h''_1 = h'_1 = 3,75\text{м}$
7. Повна висота зуба $h_1 = h'_1 + h''_1 = 7,5\text{м}$
8. Визначаємо радіус закруглення на головці та ніжки зуба:
 $r_1 = r_2 \approx (0,25 \dots 0,3) \times m = 0,25 \times 3 = 0,75\text{ мм}$

Приймаємо: $r_1 = r_2 = 1\text{мм}$

9. Зовнішній діаметр фрези D_{ei} вибираємо по ГОСТ 9324-80Е.

Приймаємо: $D_{ei} = 80\text{ мм}$.

10. Визначаємо число зуб'їв Z фрези за ГОСТ9324-60 беруть рівним 10.
Діаметр отвору $d = 32\text{мм}$.

11. Приймаємо величину затилування $K_3 = 4$, для фрези із зовнішнім діаметром 80 мм.

12. Визначаємо діаметр початкової окружності

$$\cos \varphi = D_{ei} - 2h' - 0,2 \times K_3 = 80 - (2 \times 3,75) - (0,2 \times 4) = 73,3\text{ мм}.$$

13. Визначаємо кут підйому витків фрези на початковій окружності

$$\sin \omega = m_1 \times \frac{\alpha}{d_{д}} = 3 \times \frac{1}{73,3} = 0,0409; \quad \omega = 2^\circ 24'$$

14. Визначаємо шаг по осі між двома витками

$$t_a = \frac{t_i}{\cos \omega} = \frac{9,425}{\cos 2^\circ 24'} = 9,43\text{ мм}$$

15. Визначаємо хід витків по осі фрези

$$t_x = t_a \times \alpha_3 = 9,43 \times 1 = 9,43\text{ мм}$$

16. Приймаємо черв'ячну фрезу правозахідну з гвинтовими канавками

17. Визначимо осьовий шаг гвинтової стружечної канавки:

$$T_{ос ш} = t_{ос} \times \text{ctg}^2 \omega = 9,43 \times \text{ctg}^2 2^\circ 24' = 5679\text{ мм}$$

18. Установлюємо кут установки фрези на верстаті

$$\psi = \beta_d \pm \omega = 2^\circ 24'$$

19. Розрахункові профільні кути фрези в осьовому перетині

$$\operatorname{tg} \alpha_{oc} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_4}{\cos \omega} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 2^\circ 24'} = \frac{0,3640}{0,9990} = 0,364474$$

$$\alpha_{oc} = 20^\circ; \quad \operatorname{ctg} \alpha_{oc} = 2,7447031;$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{np} = \operatorname{ctg} \alpha_{oc} - \left(\frac{K_3 \times Z}{T_{oc.ш}} \right) = 2,7447031 - \left(\frac{4 \times 10}{5679} \right) = 2,7376597$$

$$\alpha_{np} = 20^\circ 10'$$

20. Діаметр буртика

$$d_1 = D_e - 2H - (3 \dots 5) = 80 - 25 - 3 = 52 \text{ мм.}$$

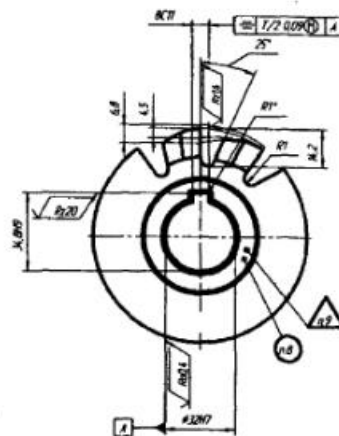
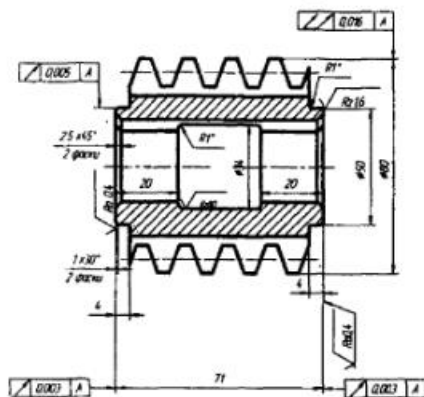
21. Загальна довжина фрези

$$L = 13 \times m + 2 \times \ell_i = 13 \times 3 + 14 = 53 \text{ мм.}$$

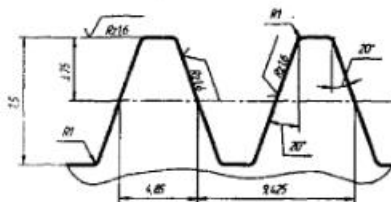
22. Довжина робочої частини

$$L_{\text{раб}} = 13 \times m = \ell_{\min} = 13 \times 3 = 39 \text{ мм.}$$

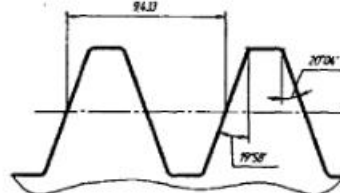
Гідру матеріал	н	г
Число зубів	z	г
Направлення кроку	-	права
Кут нахилу кроку	μ	2°24'
Шаг по аз. діаметрі зч. зч.	fa	807
Число стружкових канавок	z	10
Направлення канавок	-	ліва
Шаг стружкових канавок	h _к	5100



Профіль зубів в нормальній перерізі



Профіль зубів в осевому перерізі



- 1 HRC 63-66
- 2 Допуск відхилення осевого кроку фрези $f_{\text{кр}} = \pm 0.01$ мм
- 3 Допуск накопленого відхилення кроку на довжину лобових проток кроку $f_{\text{кр}} = \pm 0.01$ мм
- 4 Допуск відхилення профілю передньої поверхні
 - 1 ± 0.016 мм
 - 2 ± 0.016 мм
- 5 Допуск відхилення накопленого похибки округлого кроку стружкових канавок $f_{\text{к}} = \pm 0.032$ мм
- 6 Допуск відхилення напрямлення стружкових канавок $f_{\text{к}} = \pm 0.063$ мм на довжину робочої частини фрези
- 7 * Розміри забезпечуються інструментом
- 8 Маркування 1, 4 H 3, 20°, 2°24'
- 9 Клеймити 1 К
- 10 Інші технічні вимоги по ГОСТ 9324-80 для фрез класу А-А

Матеріал	Матеріал	Діаметр	Довжина	Кут нахилу кроку	Число зубів	Шаг по аз. діаметрі зч. зч.	Число стружкових канавок	Направлення канавок	Шаг стружкових канавок
Фреза	Модуль	Діаметр	Довжина	Кут нахилу кроку	Число зубів	Шаг по аз. діаметрі зч. зч.	Число стружкових канавок	Направлення канавок	Шаг стружкових канавок
Фреза черв'ячна модульна					11				
Стор. РММ ГОСТ 19265-83									

Рисунок 6.7. Фреза черв'ячна

Приклад 6.8. Проектування торцевої фрези із спеціальною оправкою, яка працює за прогресивною схемою різання

Вихідні дані:

Проектування фрези торцевої для фрезерування карманів шириною 105 мм на глибину 17 мм у поршні 53-210001 А. Матеріал заготовки: Чавун СЧ 25 НВ = 190...217.

Обробку карманів будемо виконувати торцевою фрезою $\varnothing 105$ мм з насадними ножами із твердого сплаву марки ВК 8 установленою на спеціальну оправку для прогресивного різання.

Геометричні параметри ріжучої частини:

- 1) передній кут $\gamma = 15^\circ$;
- 2) величина головного заднього кута в перетині перпендикулярно до осі фрези $\alpha = 12^\circ$;
- 3) допоміжний задній кут $\alpha_1 = 8^\circ$;
- 4) головний кут в плані $\varphi = 8^\circ$;
- 5) допоміжний кут в плані $\varphi_1 = 1 \dots 2^\circ$.

Конструктивні елементи:

Діаметр корпуса фрези приймається на 0,7...1,5 мм менше за діаметр фрези. Число зуб'їв фрези для обробки чавуну:

$$Z = 0,04 \times D + 2 = 0,04 \times 105 + 2 = 6 \text{ шт.}$$

Допуски на основні елементи фрези приймаємо за ГОСТом 8237-82.

6.8.1. Опис роботи фрези-протяжки

При фрезеруванні площини за прогресивною схемою різання, торцева стандартна фреза встановлюється на спеціальну оправку, яка має таку конструкцію. Посадочна шийка з торцем оправки під фрезу виконується під деяким кутом $\alpha = 3 \dots 9^\circ$ до осі хвостовика, яка збігається з віссю обертання. Кутове розташування корпуса фрези забезпечує різний торцевий виліт ріжучих ножів по відношенню до площини фрезерування. При цьому, кожний ніж працює в своїй горизонтальній площині паралельній площині фрезерування. Найбільшу різницю по висоті мають діаметрально розташовані зуб'я. В процесі обертання інструмента кожний послідовний зуб врізається в оброблюючий матеріал на більшу глибину, як попередній, тобто, шар металу, що зрізується за один оберт інструмента, розподіляється між усіма ріжучими зуб'ями. Таким чином, ріжучі зуб'я працюють тільки частиною ріжучої кромки, що поліпшує умови роботи інструмента та підвищує його стійкість. Умови роботи зуб'їв, теж поліпшуються із-за їх різного нахилу. Усі ці фактори дозволяють зменшувати витрати потужності на фрезерування до 50%.

6.8.2. Вибір допоміжного інструменту.

Допоміжний інструмент вибирають до верстата згідно вибраного ріжучого інструмента для даного переходу операції технологічного процесу.

Допоміжний інструмент повинен мати, з одного боку, установочні поверхні та елементи кріплення, відповідні посадочним місцям верстата. У зв'язку з цим при його виборі необхідно: чітко визначити конструкцію ріжучого інструмента, форму та конструктивні особливості його установочних поверхонь та елементів кріплення; установити вид та характер посадочного місця даного верстата, форму установочних поверхонь, особливості елементів та вимогливий характер кріплення; зрівняти відповідні дані установочних поверхонь та елементів кріплення ріжучого інструмента і посадочного місця верстата; вибрати за ГОСТом допоміжний інструмент, який би за своїми даними відповідав би ріжучому інструменту і верстату; перевірити відповідність вибраного допоміжного інструменту характеру при виконанні переходу операції технологічного процесу.

6.8.3. Методика розрахунку спеціальної оправки для фрези -протяжки

Розрахунок кута нахилу посадочної під отвір фрези-протяжки шийки оправки до осі хвостовика оправки знаходимо за розрахунковим припуском.

Для того, щоб зуб'я, які знаходяться у верхній плоскості брали участь в роботі, розрахунковий припуск повинен бути меншим на величину усереднювального припуску на 1 зуб за глибиною, тобто:

$$t_{\text{розр}} = t_{\text{min}} - \frac{t_{\text{min}}}{Z_{\text{фр}}};$$

де t_{min} - мінімальний припуск рівний 16,3 мм.

$Z_{\text{фр}}$ - число зуб'їв фрези = 6 шт.

$$t_{\text{розр}} = 16,3 - \frac{16,3}{6} = 13,58 \text{ мм}$$

Тоді кут нахилу корпусу фрези α буде дорівнювати:

$$\arcsin \alpha = \frac{t_{\text{розр}}}{D_{\text{фрез}}} = \frac{13,58}{105} = 0,1293; \quad \alpha = 7^{\circ}31';$$

Так, як в даному випадку використовуються торцеві стандартні фрези, то при установці їх на зміщену відносно осі обертання, оправку, дійсні головні та допоміжні кути в плані кожного ножа відрізняються від кутів в плані одержаних при заточці, а також один від другого.

Ніж, що працює в нижній плоскості має головний кут в плані:

$$\varphi_{\text{н}} = \varphi - \alpha = 8 - 12 = -4^{\circ}$$

допоміжний кут в плані:

$$\varphi'_{\text{н}} = \varphi' + \alpha = 2 + 12 = 14^{\circ}$$

Ніж, що працює у верхній площині має головний кут в плані:

$$\varphi_{\text{в}} = \varphi + \alpha = 8 + 12 = 20^{\circ}$$

допоміжний кут в плані:

$$\varphi'_{\text{в}} = \varphi' - \alpha = 2 - 12 = -10^{\circ}$$

Так, як допоміжні кути в плані малі за величиною, то заточку допоміжних кутів в плані потрібно виконувати під кутом:

$$\varphi'_{\text{зат}} = \varphi' + \alpha = 2 + 12 = 14^\circ$$

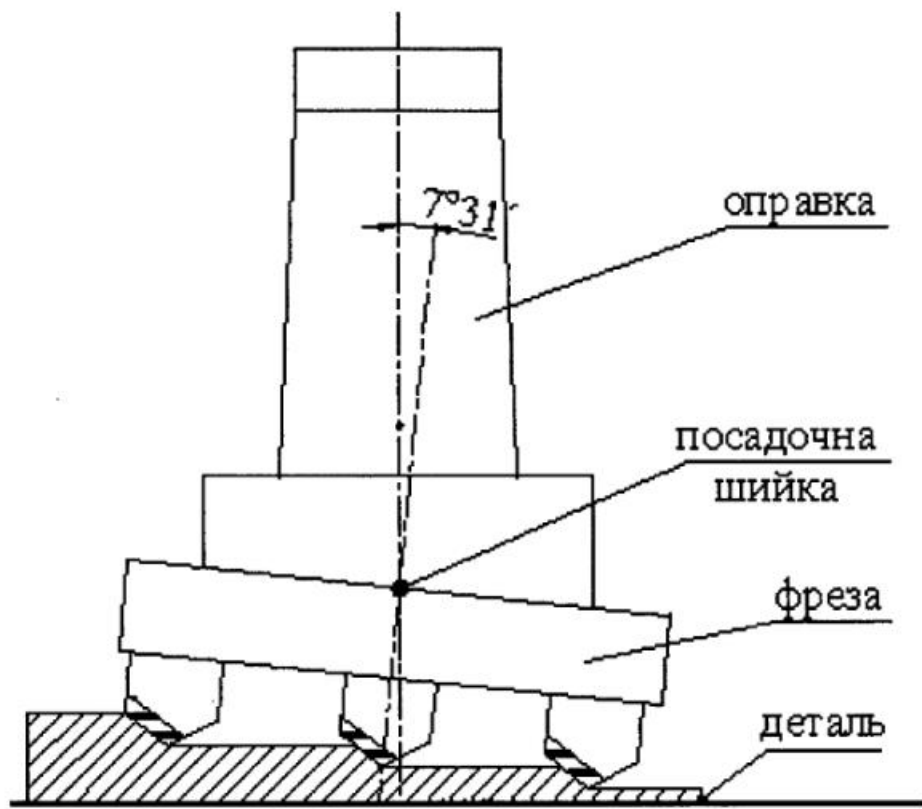


Рисунок 6.8. Схема процесу фрезерування поверхні.

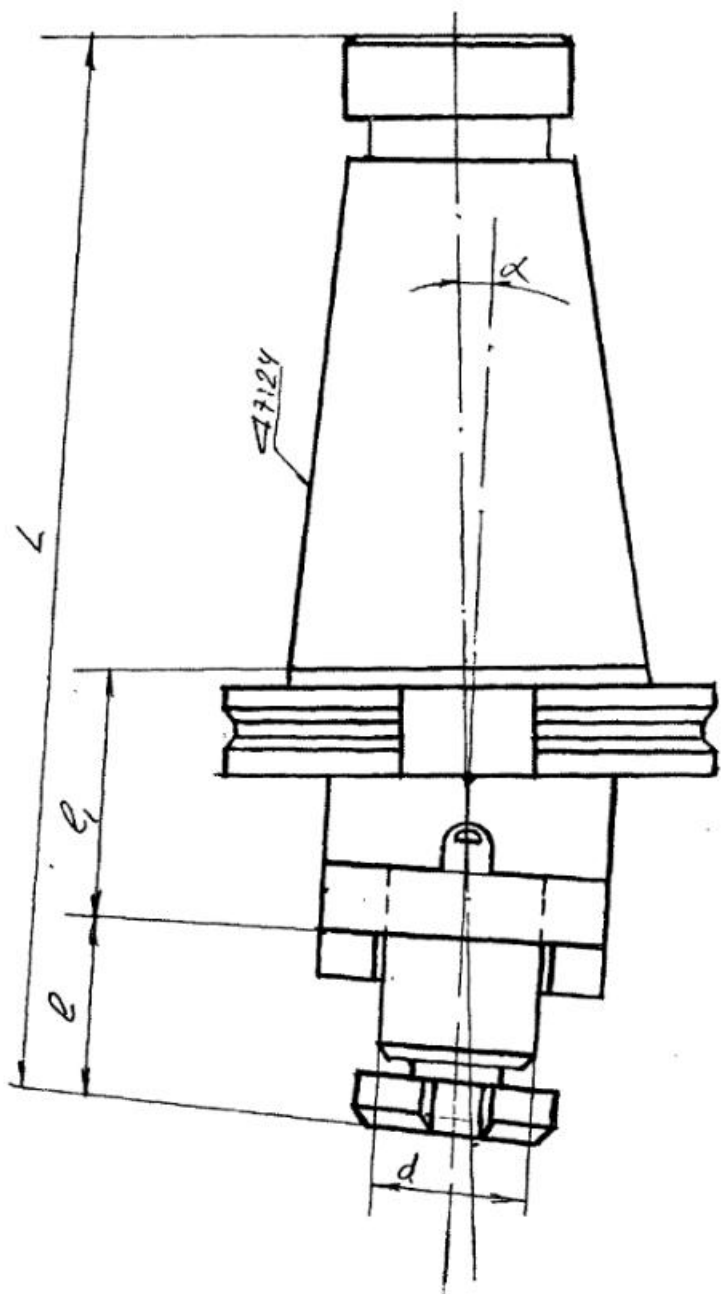


Рисунок 6.9. Екскіз оправки.

6.4. Вибір і розрахунок вимірювального інструменту

Вимірювальний інструмент може бути, як стандартний, так і спеціальний в залежності від типу виробництва. В якості проектуючого вимірювального інструменту можуть бути вибрані гладкі та різьбові граничні калібри, шліцові калібри, конусні калібри та інші. При проектуванні різьбових, гладких та інших калібрів виконують розрахунки допусків та виконавчих розмірів і в кресленнях графічної частини будуть в збільшеному масштабі взаємного розташування полів допусків вимірюючого виробу та калібрів.

Приклад 6.9. Розрахунок вимірювального інструменту

Операція: Необхідно проконтролювати взаємозамінення та якість складання валу та корпусу за посадкою $\varnothing 70H7/h6$.

Розрахувати та побудувати схему полів допусків для розмірів контролюючих поверхонь та отворів, розмірів калібрів пробок та контркалібрів. Виконати ескізи робочих калібрів для контролю розмірів отворів та валу, проставити виконавчі розміри з допусками та маркування калібрів.

1. Знаходимо розміри калібрів пробок для контролю отвору діаметром $D=70$ мм з полем допуску H7. Згідно з ГОСТом 25347-82 знаходимо граничні відхилення отвору; вони дорівнюють $+30$ мкм, тобто, $D_{\max} = 70,030$ мм; $D_{\min} = 70$ мм.

Згідно з ГОСТом 24853-81 знаходимо допуски та граничні відхилення калібрів за IT7 в інтервалі 50...80 мм; $H = 5$ мкм; $Z = 4$ мкм; $y = 3$ мкм.

За цими даними будуємо схему розташування полів допусків калібра-пробки. Найбільший розмір нової прохідної калібра-пробки.

$$PR_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 70 + 0,004 + \frac{0,005}{2} = 70,0065 \text{ мм}$$

Розмір калібра ПР проставлений в кресленнях, при допусці на виготовлення $H = 5$ мкм дорівнює $70,0065_{-0,005}$ мм.

Виконавчий розмір: найбільший 70,0065 мм, найменший 70,0015 мм.

Найменший розмір зношеної прохідної калібра-пробки при допусці на зношення $y = 3$ мкм дорівнює

$$PR_{\text{зн}} = D_{\min} - y = 70,00 - 0,003 = 69,997 \text{ мм.}$$

Найбільший розмір нової непрохідної калібра-пробки.

Розмір калібра НЕ. проставлений в кресленнях, дорівнює $70,0325_{-0,005}$ мм.

Виконавчі розміри: найбільший 70,0325 мм; найменший 70,0275 мм.

2. Знаходимо розміри калібрів-скоб для валу діаметром $\varnothing 70$ мм з полем допуску h6. Згідно з ГОСТом 25347-82 знаходимо граничні відхилення вала; вони дорівнюють -19 мкм.

Отже:

$$d_{\max} = 70,0 \text{ мм.}; \quad d_{\min} = 69,981 \text{ мм.}$$

Згідно з ГОСТом 24853-81 знаходимо допуски та інші дані для розрахунку калібрів та контркалібрів; $H_1 = 5$ мкм; $Z_1 = 4$ мкм; $y_1 = 3$ мкм;

$H_r = -2$ мкм.

За цими даними будемо схему розташування полів допусків калібрів-скоб та констркалібрів. Найменший розмір прохідної нової калібр-скоби:

$$ПР_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 70 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 69,9935 \text{ мм}$$

Розмір калібра ПР, проставлений в кресленнях, при допусці на виготовлення $H_1 = 5 \text{ мкм}$ дорівнює $69,9935^{+0,005} \text{ мм}$.

Виконавчі розміри: найменший $69,9935 \text{ мм}$; найбільший $69,9905 \text{ мм}$.

Найбільший розмір зношених калібрів-скоб при допусці на зношення $y_1 = 3 \text{ мкм}$.

дорівнює $ПР_{\text{зн}} = d_{\max} + y_1 = 70,0 + 0,003 = 70,003 \text{ мм}$.

Найменший розмір необхідний непрохідний калібр скоби

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 69,981 - \frac{0,005}{2} = 69,9785 \text{ мм}$$

Розмір калібра HE, проставлений в кресленнях, $69,9785^{+0,005}$

Виконавчі розміри: найменший $69,9785 \text{ мм}$; найбільший $69,9835 \text{ мм}$,

3. Знаходимо розміри контрольних калібрів до скоби:

а) для контролю прохідної сторони скоби

$$(K - ПР)_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 70 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 69,997 \text{ мм}$$

Розмір калібр К-ПР, проставлений в кресленнях, дорівнює $69,997_{-0,002} \text{ мм}$

б) для контролю непрохідної сторони скоби

$$(K - HE)_{\max} = d_{\min} + \frac{H_p}{2} = 69,981 + \frac{0,002}{2} = 69,982 \text{ мм}$$

Розмір калібра К-HE, проставлений в кресленнях, дорівнює $69,982_{-0,002} \text{ мм}$

в) для контролю зношення прохідної сторони скоби

$$(K - И)_{\max} = d_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 70 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 70,004 \text{ мм}$$

Розмір калібра К-З, проставлений в кресленнях дорівнює $70,004 \text{ мм}$

4. Призначаємо зміст маркування калібрів. На калібр наносять номінальний розмір деталі, для якої призначений калібр, буквинне позначення поля допуску (квалітет) виробу, значення граничних відхилень розміру в мм, тип калібру (ПР, HE, К-З) та товарний знак заводу - виготовлювача.

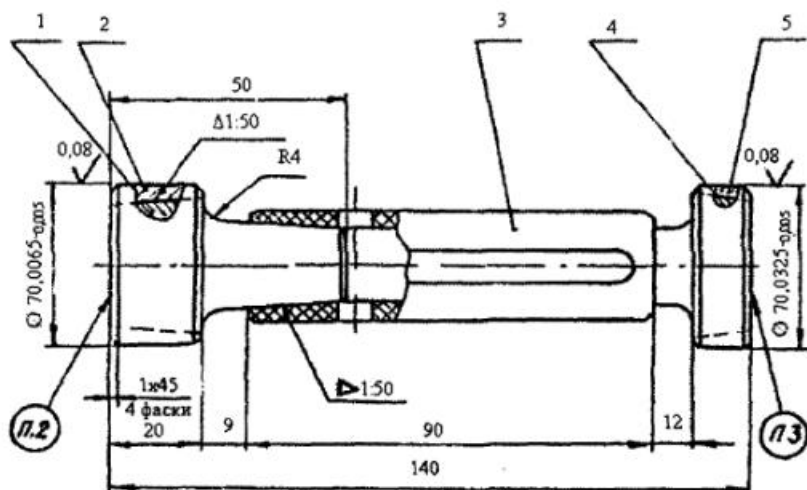


Рисунок 6.10. Калібр-скоба

1. Корпус 2. Кільце 3. Ручка 4. Корпус 5. Кільце

Приклад 6.10.

Проведемо розрахунок розмірів калібру-скоби на $\varnothing 55k6$ з полем допуску $k6 \begin{pmatrix} +0,023 \\ +0,003 \end{pmatrix}$. Побудувати схему розміщення полів допусків калібрів для вала. Згідно нормативних даних таблиці допусків та відхилень калібрів установлюють значення для визначення виконавчих розмірів калібрів і контр-калібрів:

Рішення:

1. Визначаємо найбільший граничний розмір вала

$$D_{\max} = D_H + \ell_S = 55 + 0,023 = 55,023 \text{ мм}$$

2. Визначаємо найменший граничний розмір вала

$$D_{\min} = D_H + \Delta_d = 55 + 0,003 = 55,003 \text{ мм}$$

3. Визначаємо найменший розмір прохідного калібру-скоби

$$P_{p \min} = D_{\max} - \frac{\Delta_{B1} - H_{k1}}{2} = 55,023 - \frac{0,005}{2} = 55,0165 \text{ мм}$$

4. Визначаємо найбільший розмір непрохідного калібру-скоби

$$H_{eNB} = D_{\min} - \frac{H_{k1}}{2} = 55,003 - \frac{0,005}{2} = 55,0005 \text{ мм}$$

5. Визначаємо граничний розмір зношеного калібру-скоби

$$P_P = D_{\max} + y_{B1} = 55,023 + 0,003 = 55,026 \text{ мм}$$

6. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-ПР_с

$$K-P_{Pc} = D_{\max} - \Delta_{B1} + \frac{H_P}{2} = 55,023 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 55,02 \text{ мм}$$

7. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K-HE_c = D_{\min} - \frac{H_p}{2} = 55,003 - \frac{0,002}{2} = 55,0005 \text{ мм}$$

8. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K-3_c = D_{\max} + y_{B1} + \frac{H_p}{2} = 55,023 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 55,027 \text{ мм}$$

9. Побудуємо схему розміщення полів допусків калібрів для вала $\varnothing 55k6$ $\begin{matrix} +0,023 \\ +0,003 \end{matrix}$

Граничні відхилення на виконавчий ПР і НЕ розмірів $+0,005$; для К-ПР, К-НЕ і К-3 $-0,002$ мм.

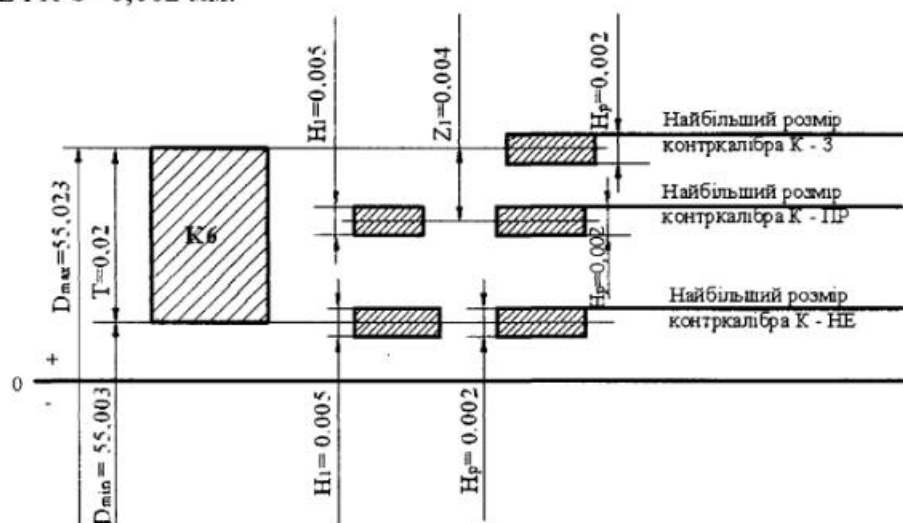


Рисунок 6.11. Схема розміщення полів допусків калібра.

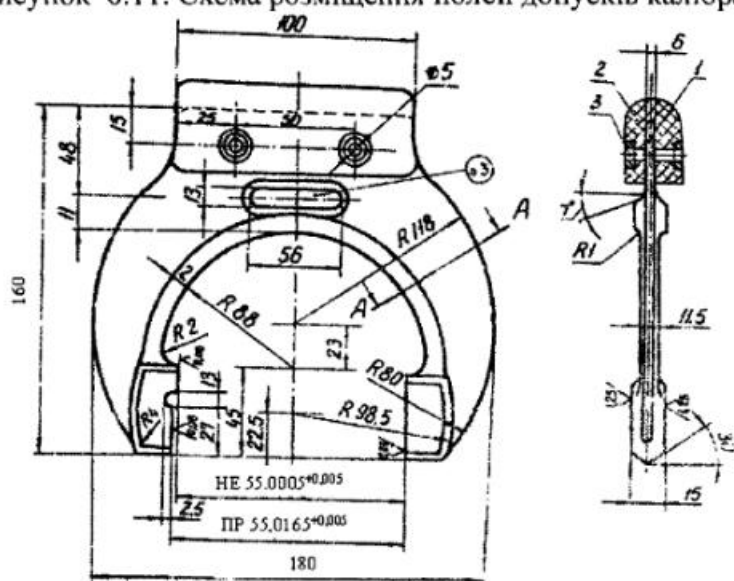


Рисунок 6.12 Калібр – скоба



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ТА НОРМУВАННЯ РОБІТ, МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ.

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Розрахунок режимів різання.*
- *Економічне зрівнювання двох варіантів технологічного процесу.*

7.1. Розрахунок режимів різання

В курсовому чи дипломному проєкті об'єм і трудомісткість розрахунку режимів різання великий через складність розрахунків. Режим різання матеріалів визначається слідуючими основними параметрами:

- глибина різання - t , мм;
- подача (поздовжня, поперечна, хвилинна) - S_0 мм/об;
- швидкість різання - V , м/хв;
- частота обертів шпинделя (інструмента) - n , хв⁻¹.

Вихідними даними для вибору режимів різання є: дані про деталь та її заготовку, а також дані про застосоване обладнання та інструмент.

Параметри режимів різання вибирають так, щоб була забезпечена найбільша продуктивність праці при найменшій собівартості даної технологічної операції.

1. Глибину різання знаходять в залежності від припуску на обробку. При чорновій обробці поверхні максимальну глибину різання, що забезпечує знімання більшої частини припуску за один хід інструмента. При напівчистою обробці поверхні глибину різання призначають 1-4мм. Чистову обробку виконують також в залежності від якості точності та шорсткості поверхні з глибиною різання 0,2 - 1,4мм.

2. Подачу вибирають — при чорновій обробці поверхні може бути більша від $S_0=0,5$ до 0,8 мм/об, якщо вона допустима величині потужності верстата, ріжучого інструменту та оброблюваної заготовки.

При чистовій обробці поверхні заготовки, подачі вибирають в залежності від точності обробки та шорсткості оброблюваної поверхні заготовки і вона дорівнює: $S_0=0,15...0,4$ мм/об

3. Швидкість різання виконується шляхом розрахунку за формулою, або керуючись довідниковими посібниками знаходять дані та роблять перевірку її потужності верстату.

4. Частота обертів шпинделя (інструмента) визначається за формулою, або вибирається з довідникових посібників.

Призначення режиму різання - це вибір найвигідніших сполучень глибини різання, подачі, швидкості різання та частоти обертів шпинделя (ін-

струмента), що забезпечує найменшу трудомісткість при повному використанні ріжучих можливостей інструменту, експлуатаційних можливостей верстата та при додержанні необхідної якості поверхні заготовки.

Розглянемо приклади розрахунку режимів різання на декілька операцій з ЧПК

Приклад 7.1. Фрезерна операція з ЧПК

Позиція 1. Фрезерувати поверхню плити розміром 450 × 140 мм на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі 6P13PФ3.

З межою міцності при розтягуванні $\sigma_{то} = 700$ МПа

Вид заготовки - вирізка із листового прокату. Припуск на обробку $t = h = 2,5$ мм

Шорсткість поверхні $Ra = 20$ мкм.

Обладнання: фрезерний верстат з ЧПК мод. 6P13Ф3 з УЧПК Н33-24.

Коротка технічна характеристика верстата мод. 6P13Ф3-01

Розмір робочої поверхні стола, мм	400 × 1600
Відстань від торця шпинделя до столу, мм	найбільша 450 найменша 70
Найбільше переміщення, мм:	поздовжнє 1000 поперечне 400 вертикальне 150
Конус Морзе отвору шпинделя (конусність 7:24)	
Число швидкостей шпинделя	18
Частота обертів шпинделя за одну хвилину (40, 50, 63, 80, 100, 126, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000).	40...2000
Число керуючих координат	3
Тип приводу подачі -	шаговий слідкуючий
Границі робочих подач, мм/хв. по осі X по осі Y	по осі X 8...800 8...1200
Швидкість швидкого переміщення по осям координат: поздовжнього поперечного вертикального	2400 2400 2400
Дискретність відліку по осям координат X, Y, Z мм	0,01
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	7,5
Габарити верстата, мм	3620x4150x2760
Маса верстата, кг	5656
Ціна, тис.грн.	198
Характеристика УЧПК Н33	
Тип системи -	контурна
Осі керування	3
Дискретність по всім осям	0,01 мм
Завдання розмірів -	абсолютне
Завдання подачі -	номером ступеня

Зміст операції:

1. Фрезерувати пов.1 розміром $450 \times 140 \times 40$ мм.

Технологічна база: Плоскість та бокові поверхні.

Пристосування: Машинні лещата.

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80, код 393311.

Вибір ріжучого інструменту:

Вибираємо торцеву фрезу зі вставними зуб'ями. Проводимо вибір геометричних параметрів торцевої фрези зі вставними зуб'ями із твердого сплаву. Марку твердого сплаву вибираємо за ГОСТом 3882-74 або за нормативами фрезерування. Приймаємо твердий сплав Т15К6

Діаметр фрези визначаємо за формулою: $D=1,6 \times B = 1,6 \times 140 = 224$ мм. Приймаємо торцеву фрезу за стандартом $D = 250$ мм з кількістю зубів $Z = 8$ (К.109. 210). Значення геометричних параметрів фрези: $\varphi = 12^\circ$; $\varphi_0 = 30^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\gamma = -5^\circ$; $\lambda = 12^\circ$.

2. Призначаємо режими різання.

2.1. Установлюємо глибину різання.

Припуск знімаємо за один робочий хід: $t = h = 2,5$ мм.

2.2. Призначаємо подачу.

Для досягнення жорсткості поверхні $Ra = 20$ мкм фрезою із твердого сплаву Т15К6 та потужності верстата $P = 7,5$ кВт. Рекомендується подача на зуб фрези $S_z = 0,09 \dots 0,12$ мм/об. [л.2. к.108, с.209] з кутом $\varphi = 5^\circ$ та межі міцності сталі $\sigma_{10} > 700$ МПа.

Для жорсткої технологічної системи приймаємо верхню, границю подачі на зуб фрези $S = 0,1$ мм/об.

2.3. Для фрези діаметром $D = 250$ мм призначаємо період стійкості $T = 240$ хв [л.7 л.2 таб.2 с.204]. Допустимий знос по задній поверхні зуб'їв фрези $h_z = 1$ мм (дод.3 с.372).

2.4. Визначаємо швидкість різання в м/хв, допустиму ріжучими властивостями фрези, приймаючи ширину заготовки, яка дорівнює ширині фрезерування B .

$$V = \frac{C_v \times D^g}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^f} \times K_v, \text{ м/с}$$

Для заданої умови обробки із довідника знаходимо: $C_v = 332$;

$$g_0 = 0,2; X_v = 0,1; Y_v = 0,4; U_v = 0,2; F_v = 0; m = 0,2$$

Для сталі 40Х поправочний коефіцієнт

$$K_v = 750 / \sigma_{10} = 750 / 700 = 1,07$$

$$V_u = \frac{332 \times 250^{0,2}}{240^{0,2} \times 2,5^{0,1} \times 0,1^{0,4} \times 140^{0,2}} \times 1,07 = \frac{332 \times 3,017}{2,993 \times 1,096 \times 0,398 \times 2,687} \times 1,07 = 305 \text{ м/хв}$$

2.5. Знаходимо частоту обертів шпинделя верстата:

$$n = 1000 \times V / (\pi \times D) = 1000 \times 305 / (3,14 \times 250) = 389 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів шпинделя за паспортними даними верстата:

$$n = 400 \text{ хв}^{-1}$$

2.6. Знаходимо дійсну швидкість різання:

$$V_g = \pi \times D \times n_g / 1000 = 3,14 \times 250 \times 400 / 1000 = 314 \text{ м/хв} \sim (5,23 \text{ м/с})$$

2.7 Знаходимо швидкість руху подачі (хвилину подачу):

$$V_s = S_m = S_z \times z \times n_g = 0,1 \times 8 \times 400 = 320 \text{ мм/хв}$$

Коректуємо хвилину подачу за паспортними даними верстата:

$$V_s = 320 \text{ мм/хв (безступінчасте регулювання)}$$

2.8. Знаходимо потужність, затрачену на різання:

$$P_{\text{різ}} = 5,5 \times 1 \times 0,95 = 5,225 \text{ кВт}$$

2.9. Перевіряємо чи достатня величина потужності привода верстата.

Необхідно виконати умову $P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}}$

Потужність на шпинделі верстата $P_{\text{шп}} = P_g \times 2$;

На верстаті 6P13PФ3 $P_g = 7,5 \text{ кВт}$, а $\eta = 0,8$;

$$P_{\text{шп}} = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт. Тобто, обробка можлива } (5,225 < 6,0)$$

2.10. Знаходимо силу різання:

$$F_z = \frac{10 \times C_{Fz} \times t^{x^F} \times S^{y^F} \times V^{u^F} \times Z}{D^{g^F} \times n^w} \times K_{Fz} =$$
$$= \frac{10 \times 825 \times 2,5^1 \times 0,1^{0,75} \times 140^{1,1} \times 8}{250^{1,3} \times 400^{0,2}} \times 0,75 = \frac{670415}{4336} \times 0,75 = 1166 \text{ Н}$$

Знаходимо поправочні коефіцієнти та показники степеня:

$$C_F = 825; X_F = 1; Y_F = 0,75; U_F = 1,1; G_F = 1,3; W = 0,2; K_{Fz} = 0,75;$$

2.11. Знаходимо технологічний (машинний) час для обробки поверхні торцевою фрезою за формулою:

$$T_m = \frac{L_{\text{рхгор}}}{S_{\text{хвгор}}} = \frac{530}{320} = 1,66 \text{ хв}$$

де $L_{\text{рхгор}}$ — довжина обробки по горизонталі, мм.

$$L_{\text{рхгор}} = L_{\text{пов}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}}$$

$S_{\text{хвгор}}$ — швидкість руху подачі (хвилину подача) фрези, мм/хв.

$L_{\text{вр}}$ — довжина врізання фрези, мм

$L_{\text{пер}}$ — довжина перебігу інструмента, мм

$$L_{\text{вр}} = 0,3 + D = 0,3 \times 250 = 75 \text{ мм}$$

$L_{\text{пер}} = 1 \dots 5 \text{ мм}$. Приймемо $L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}$.

$$\text{Тоді } L_{\text{рхгор}} = 450 + 75 + 5 = 530 \text{ мм}$$

Знаходимо технічно обґрунтовану норму часу на фрезерну операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_m + T_{\text{д у}} + \Sigma T_{\text{м доп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{від}} = 1,66 + 0,8 + 1,563 + 0,4 + 0,4 = 4,82 \text{ хв.}$$

де T_m - технологічний час (машинний)

$T_{ду} = 0,8$ хв - допоміжний час на установку та закріплення деталей

$\Sigma T_{мдоп}$ — сумарний машинно-допоміжний час, хв.

$\Sigma T_{мдоп} = T_{хх} Z + T_{хх} X + T_{пер} + T_{дод}$

$\Sigma T_{хх} X$ — сумарний час холостих ходів по осі X, хв;

де $T_{хх} X$ — сумарний час холостих ходів по осі X, хв.

$$\Sigma T_{хх} Z = \frac{L_{1-2}}{S_{хв}} + \frac{L_{5-6}}{S_{хв}} = \frac{10}{320} + \frac{10}{320} = 0,063 \text{ хв}$$

$$\Sigma T_{хх} X = \frac{L_{0-1}}{S_{хв}} + \frac{L_{4-5}}{S_{хв}} + \frac{L_{6-0}}{U_{уск}} = \frac{50}{320} + \frac{2,5}{320} + \frac{500}{500} = 1,16 \text{ хв}$$

$T_{пер}$ - час на перехід. Приймаємо 1 сек. на кадр;

$T_{пер} = 1 \text{ сек} \times \text{кількість кадрів} = 1 \times 8 = 0,13 \text{ хв.}$

$T_{дод}$ - додатковий час на управління.

Таблиця 7.1. Додатковий час на управління верстатом

Приєм	Додатковий час
Ввімкнути та вимкнути верстат, хв.	0,04
Ввімкнути та вимкнути стрічкопротяжний механізм, хв.	0,04
Відкрити та закрити кришку стрічкопротяжного механізму, хв	0,04
Перемотати, заправити стрічку в лічильний пристрій, хв.	0,05
Внести корективи, хв.	0,04

Час вимірювання перекривається часом автоматичної роботи верстата.

Разом: $T_{дод} = 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,05 + 0,04 = 0,21 \text{ хв.}$

Разом: $T_{мдоп} = 0,063 + 1,16 + 0,13 + 0,21 = 1,563 \text{ хв.}$

$T_{обсл}$ - час на обслуговування робочого місця (приймається в % від оперативного часу $T_{опер} = 10\%$)

$$T_{оп} = T_m + T_{ду} + T_{мдоп} = 1,66 + 0,8 + 1,563 = 4,02 \text{ хв.}$$

$$T_{обсл} = \frac{T_m + T_{ду} + \Sigma T_{мдоп}}{100} \times 10 = \frac{4,02}{100} \times 10 = 0,4 \text{ хв}$$

$T_{від}$ - час на відпочинок та особисті потреби, хв.

(приймається в % від оперативного часу 2-4 %).

$$T_{від} = \frac{T_{опер}}{100} \times (2 - 4\%) = \frac{T_m + T_{ду} + T_{мдоп}}{100} \times (2 - 4\%) = 0,4 \text{ хв}$$

Так, як виробництво серійне, знаходимо штучно-калькуляційний час:

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{П_{зап}} = 4,82 \times \frac{23}{200} = 4,94 \text{ хв}$$

де $T_{шт}$ — штучний час на операцію, хв.

$П_{зап}$ — партія запуску деталей на обробку, шт.

$$П_{зап} = \frac{П_v}{P_d} \times g = \frac{10000}{254} \times 5 = 197 \text{ шт}$$

Приймаємо: $П = 200$ шт

де $П_v$ - річна програма випуску, шт (10000шт)

P_d - число робочих днів за рік = 254 дня

g - необхідний запас деталей складає в днях ($g = 5$)

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час (знаходиться згідно нормативів, хв.)

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} = 15 + 8 = 23 \text{ хв}$$

де $T_{пз1}$ - час на організаційну підготовку.

$T_{пз2}$ - час на наладку верстата, інструмента, пристосування

$$T_{пз1} = 15 \text{ хв}$$

$$T_{пз2} = 2 + 3 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 1,0 + 0,5 = 8 \text{ хв}$$

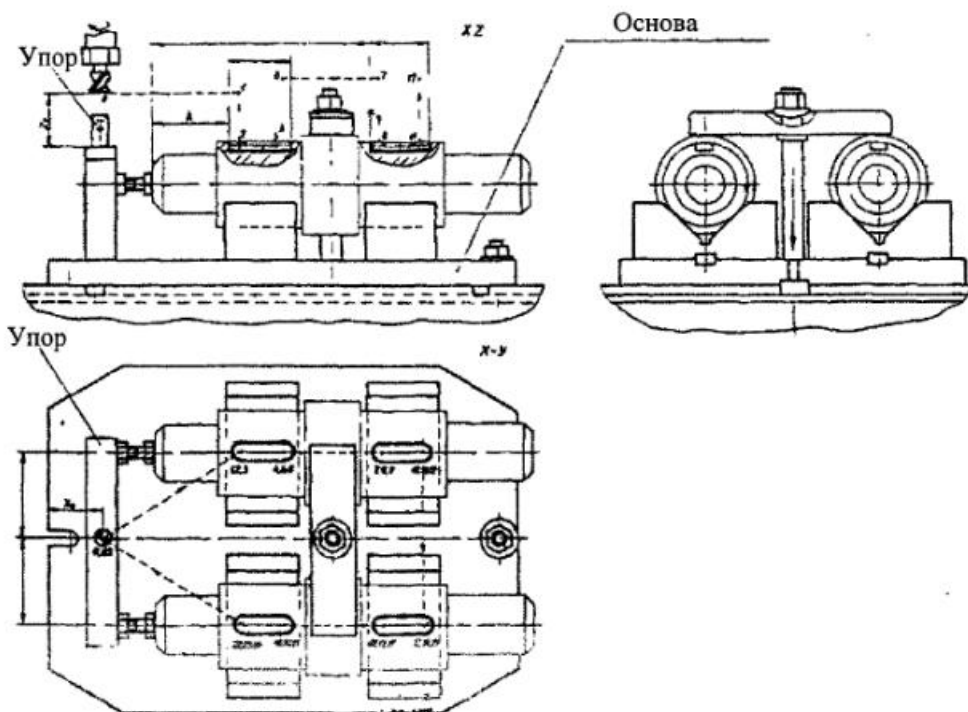


Рисунок 7.1. Фрезерування шпонкових пазів на верстаті з ЧПК.

Приклад 7.2. Методика розрахунку режимів різання на свердлильну операцію

Розробити свердлильну операцію з ЧПК. Деталь — „Фланець”. Матеріал деталі Сталь 20. ГОСТ 1050-82; Заготовка – вирізка із листа; Твердість HB 126...131

Операція № 35 Свердлильна з ЧПК, код 4131

Обладнання: Свердлильний верстат з ЧПК моделі 2P125Ф2, код 281022.

Коротка технічна характеристика верстата мод. 2P125Ф2

Найбільший діаметр свердління деталі, мм	25
Найбільший діаметр нарізаної різьби, мм	25
Хід свердлильної головки, мм	200
Розміри стола, мм	400 × 450
Діапазон частоти шпинделя, мм/хв	45 - 2000
Діапазон подач шпинделя, мм/хв	10 - 500
Розміри конуса шпинделя Морзе	3
Потужність привода подачі, кВт	4,5
Найбільше зусилля подачі, Н	15000
Найбільший обертовий момент	200
Число інструментів	6
Число керуючих осей координат	3/2
Найбільша довжина переміщення по осям координат:	X1
Y1	
Z1	
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота)	3500 × 2400 × 2700
Дискретність відліку по осям координат	0,005
Число швидкостей привода головного руху	12
Маса, кг	4500
Ціна, тис. грн	149

Характеристика УЧПК 2ПЗ2-3

Тип системи -	позиційна
Завдання розмірів -	абсолютне
Технологічна база -	зовнішня поверхня обертання Ø150 та торець

Свердлильна операція з ЧПК:

Позиція 1 (інструмент 1)

Засвердлити 4 отвори (1) під свердління Ø13

Позиція 2 (інструмент 2)

Свердлити 4 отвори (1) Ø 13H12; L = 20 мм

Обробка отворів на деталі ведеться на свердлильному верстаті із ЧПК моделі 2P 125 Ф2 код 381002.

Приспособлення: трьохкулачковий настільний патрон з пневмоприводом.

Ріжучий інструмент :

Позиція 1: - свердло 20 Р6М5 2 $\varphi = 118^\circ$; T = 20 хв.

Позиція 2: - свердло 13 Р6М5 2 $\varphi = 118^\circ$; T = 20 хв. код 391290

Допоміжний інструмент:

Позиція 1: перехідна втулка, код 392801

Позиція 2: перехідна втулка, код 392601

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ - 1 0 - 125. Код 393311 ГОСТ 166 – 80

Знаходимо координати центрів (точок) отворів і зводимо в таблицю 10.2.

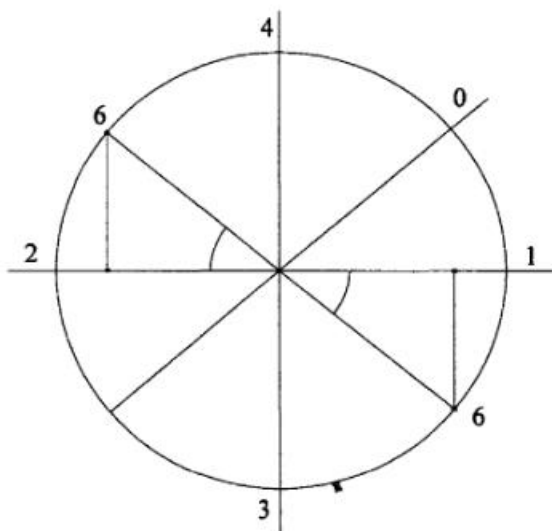


Рисунок 7.2. Координати центрів отворів.

Таблиця 7.2. Координати центрів отворів

Точки	X	Y	X імпульсів	Y імпульсів
1	-60	0	-6000	0
2	60	0	6000	0
3	0	60	0	6060
4	0	-60	0	-6000

Вибираємо, режими обробки :

Позиція 1: засвердлити 4 отвори (1) $\varnothing 20$ мм на глибину 6мм.

1. Знаходимо глибину різання

$$t = D/2 = 20/2 = 10 \text{ мм}$$

2. Знаходимо подачу

$$S_0 = S_{\text{табл}} \times K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3};$$

$$S_0 = 0,32 \text{ мм/об}$$

$$K_1 = K_2 = K_3 = 1;$$

$$S_0 = 0,32 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,32 \text{ мм/об.}$$

3. Стійкість інструмента $T = 60\text{мм}$

4. Знаходимо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_1 \times K_2 \times K_3, \text{ м/с}$$

де $V_{\text{табл}}$ - табличне значення швидкості.

$$V_{\text{табл}} = 31 \text{ м/хв} \sim (0,5 \text{ м/с})$$

K_{V1}, K_{V2}, K_{V3} — поправочні коефіцієнти на змінені умови;

$K_{V1} = 1$ при $l < 3d$; $K_{V2} = 1$ при $T_{\phi}/T_H = 1$; $K_{V3} = 1$ при HB 180...200;

$$V = 31 \times 1 \times 1 \times 1 = 31 \text{ м/хв} \sim (0,5 \text{ м/с})$$

5. Знаходимо частоту обертів інструмента за формулою:

$$n = \frac{100 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 31}{3,14 \times 20} = 470 \text{ хв}^{-1}$$

за паспортом верстата $n = 500 \text{ хв}^{-1}$ код S09

6. Знаходимо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_g = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 20 \times 500}{1000} = 314 \text{ м/хв} \approx (5,23 \text{ м/с})$$

7. Знаходимо хвилинну подачу за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S_0 \times n = 0,32 \times 500 = 160 \text{ мм/хв} \sim (2,7 \text{ м/с}) ; \text{ код F13}$$

5. Знаходимо потужність, необхідну на різання враховуючи що свердло працює на ділянці до $\varnothing 15\text{мм}$ (щоб залишилися фаски при свердлінні отвору $\varnothing 13\text{мм}$)

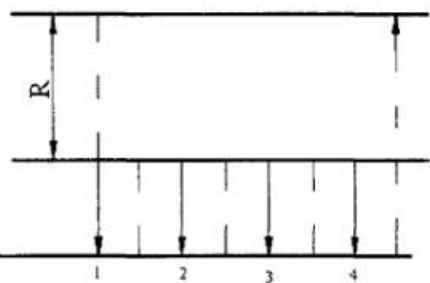
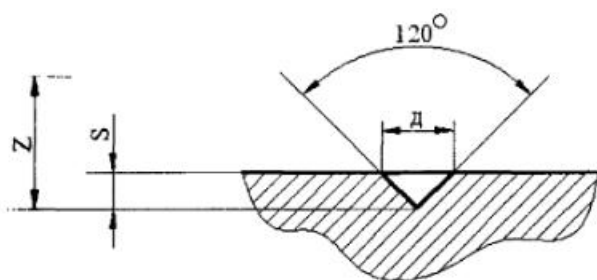
$$P_{\phi} = 1 \times 0,5 \text{ кВт}; \text{ к.к.д. верстата } \eta = 0,75.$$

Потрібна потужність верстата $P_{\text{н}} = P_{\phi} / \eta = 0,5 / 0,75 = 0,7 \text{ кВт}$

$0,72 < 4 \text{ кВт}$, що означає, допустиму потужність верстата.

6. Знаходимо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{L + L_1}{S_{\text{хв}}} = \frac{6 + 2}{160} \times 4 = 0,2 \text{ хв}$$



- де L - шлях різання, мм $Z = L + L_1$;
 i - кількість оброблюючих поверхонь
 L_1 - величина врізання інструмента в деталь, $L_1 = 2$;
 L_2 - величина перебігу, $L_2 = 0$;
 $S_{\text{хв}}$ - хвилинна подача.

Позиція 2: свердлити 4 отвори $\varnothing 13\text{H}12$; $L = 20\text{мм}$.

1. Знаходимо глибину різання за формулою:

$$t = D/2 = 13/2 = 6,5 \text{ мм}$$

2. Знаходимо подачу інструмента на 1 оберт за формулою:

$$S_0 = S_{\text{отабл}} \times K_{s1} \times K_{s2} \times K_{s3}$$

$S_{\text{отабл}}$ - табличне значення подачі;

$$S_{\text{отабл}} = 0,32 \text{ мм/об}$$

K_{s1} ; K_{s2} ; K_{s3} - поправочні коефіцієнти

$$K_{s1} = 1 \text{ при HB } 180 \dots 200$$

$$K_{s2} = 1 \text{ при } l < 3d$$

$$K_{s3} = 1$$

$$S_0 = 0,32 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,32 \text{ мм/об}$$

3. Стійкість інструмента $T = 30 \text{ хв}$

4. Знаходимо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_{v1} \times K_{v2} \times K_{v3};$$

де $V_{\text{табл}}$ - табличне значення швидкості

$$V = 27 \text{ м/хв (0,41 м/с)}$$

K_{v1} , K_{v2} , K_{v3} - поправочні коефіцієнти на змінні умови.

$$K_{v1} = 1; K_{v2} = 1; K_{v3} = 1.$$

$$V = 27 \times 1 \times 1 \times 1 = 27 \text{ м/хв } 0,41 \text{ м/с}$$

5. Знаходимо частоту обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 27}{3,14 \times 13} = 660 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n = 600 \text{ хв}^{-1}$

6. Знаходимо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 13 \times 600}{1000} = 24,6 \text{ м/хв}$$

7. Знаходимо хвилинну подачу за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S_0 \times n = 0,32 \times 600 = 192 \text{ мм/хв}$$

За паспортом верстата $S_{\text{хв}} = 200 \text{ мм/хв}$

8. Знаходимо потужність; необхідну на різання

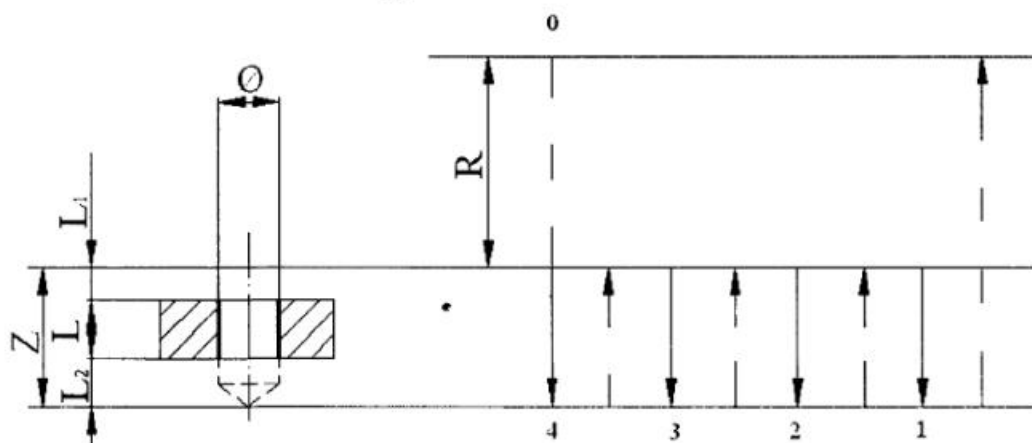
$$P_{\text{різ}} = 0,85 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{верст}} = P_{\text{різ}} / \eta = 0,85 / 0,75 = 1,2 \text{ кВт}; \quad 1,2 < 4.$$

Потужність верстата достатня.

9. Знаходимо машинний час за формулою:

$$T_{\text{м}} = \frac{L + L_1 + L_2}{S_{\text{хв}}} \times i = \frac{20 + 3 + 6}{200} \times 4 = 0,58 \text{ хв}$$



де L - шлях різання, мм; $Z = L + L_1 + L_2$

L_1 ; L_2 - величина врізання і перебігу,

$$L_1 + L_2 = 3 + 6 = 9 \text{ мм}$$

$S_{\text{хв}}$ - хвилинна подача.

i - кількість оброблюючих отворів.

10. Знаходимо технічно обгрунтовану норму часу на свердлильну операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = \Sigma T_{\text{м}} + T_{\text{д у}} + \Sigma T_{\text{м доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{від}}; \text{ хв.}$$

де $\Sigma T_{\text{м}}$ - сума машинного часу

$$\Sigma T_{\text{м}} = T_{\text{м 1}} + T_{\text{м 2}} = 0,2 + 0,56 = 0,76 \text{ хв.}$$

$T_{\text{д у}}$ - допоміжний час на установку і закріплення деталі

$$T_{\text{д у}} = 0,09 + 0,04 + 0,03 + 0,5 + 0,25 + 0,04 + 0,04 + 0,35 + 0,12 = 1,46 \text{ хв.}$$

$\Sigma T_{\text{м доп}}$ - сума машинного допоміжного часу

$$\Sigma T_{\text{м доп}} = T_{\text{х х}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{зм 1}} + T_{\text{вит}} + T_{\text{дод}}; \text{ хв.}$$

де $\Sigma T_{\text{х х}}$ - сумарний час холостих ходів

$$T_{xx}X = \frac{L_1(x)}{S_{xx}} + \frac{L_2(x)}{S_{xx}} + \frac{L_3(x)}{S_{xx}} + \frac{L_4(x)}{S_{xx}} + \frac{L_5(x)}{S_{xx}} + \frac{L_6(x)}{S_{xx}} =$$

$$= \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} = 0,87 \text{ хв}$$

$$T_{xx}Z = \frac{L_1(x)}{S_{xx}} + \frac{L_2(x)}{S_{xx}} + \frac{L_3(x)}{S_{xx}} + \frac{L_4(x)}{S_{xx}} + \frac{L_5(x)}{S_{xx}} + \frac{L_6(x)}{S_{xx}} =$$

$$= \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} + \frac{29}{200} = 0,87 \text{ хв}$$

$$\Sigma T_{xx} = T_{xx}X + T_{xx}Z = 0,87 + 0,87 = 1,74 \text{ хв.}$$

де $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6$ — довжина холостих ходів, мм
(приймається з циклограмм)

$S_{хв}$ - хвилинна подача, мм/хв

$T_{зм1}$ - сумарний час (хв.) на зміну інструмента (приймається за паспортом верстата).

$T_{пер}$ - час на перехід, приймаємо 1 сек. на один кадр керуючої програми.

K - кількість кадрів = 10

$T_{пер} = T_{пер} \times 1 = 1 \times 10 = 10 \text{сек} = 0,167 \text{ хв.}$

Для свердлильних верстатів з головкою

$T_{зм1} = 8 \text{ сек} = 0,13 \text{ хв}$ $T_{вит}$ - час витримки (20 сек) = 0,33хв

$T_{дод}$ - додатковий час на управління верстатом.

ТАБЛИЦЯ 7.3. Додатковий час на управління верстатом

Прийм	Додатковий час
Ввімкнути та вимкнути верстат, хв.	0,04
Ввімкнути та вимкнути стрічкопротяжний механізм, хв.	0,04
Відкрити та закрити кришку стрічкопротяжного механізму, хв.	0,04
Перемотати, заправити в лічильний пристрій стрічку, хв.	0,05
Ввести корективи	0,04

Час на вимірювання перекривається часом автоматичної роботи верстата

Разом: $T_{дод} = 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,05 + 0,04 = 0,21 \text{ хв.}$

Разом: $T_{м доп} = 1,74 + 1,167 + 0,13 + 0,33 + 0,21 = 2,58 \text{ хв.}$

$T_{\text{обсл}}$ - час на обслуговування робочого місця (приймається в % від оперативного часу $T_{\text{опер}} = 10\%$)

$$T_{\text{оп}} = \Sigma T_{\text{м}} + T_{\text{ду}} + \Sigma T_{\text{м доп}} = 0,78 + 1,46 + 2,58 = 4,82 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{обсл}} = \frac{\Sigma T_{\text{м}} + T_{\text{ду}} + \Sigma T_{\text{м доп}}}{100} \times 10\%, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{обсл}} = 4,82 \times 0,1 = 0,482 \text{ хв.}$$

$T_{\text{відп}}$ - час на відпочинок та споживання, хв.

Приймається в % від оперативного часу ($T_{\text{опер}}$) 2...4%

$$T_{\text{відп}} = \frac{T_{\text{опер}}}{100} \times 4\% = \frac{\Sigma T_{\text{м}} + T_{\text{ду}} + \Sigma T_{\text{м доп}}}{100} \times 4\% = 4,82 \times 0,04 = 0,2 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = \Sigma T_{\text{м}} + T_{\text{ду}} + \Sigma T_{\text{м доп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відп}}, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,78 + 1,46 + 2,58 + 0,482 + 0,2 = 5,5 \text{ хв.}$$

Так, як виробництво серійне, знаходимо штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{зап}}}, \text{ хв.}$$

де $T_{\text{шт}}$ - штучний час на операцію, хв.

$n_{\text{зап}}$ - партія запуску деталей на обробку (виконується в підрозділі "виріб типу виробництва").

$$n_{\text{зап}} = \frac{P}{P_{\text{д}}} \times D, \text{ шт.}$$

де P - річна програма випуску, шт (5000 шт)

$P_{\text{д}}$ - число робочих днів за рік = 254 дні

D - необхідний запас деталей на складі в днях ($D = 5$)

$$n_{\text{зап}} = \frac{5000}{253} = 98 \text{ шт (Приймаємо } n_{\text{зап}} = 100 \text{ шт.)}$$

$T_{\text{пз}}$ - підготовчо-заклучний час (знаходиться за нормативами, хв.)

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} = 15 + 8 = 23 \text{ хв.}$$

де $T_{\text{пз1}}$ - час на організаційну підготовку

$T_{\text{пз2}}$ - час на наладку верстата, інструмента, пристосування

$$T_{\text{пз}} = 23 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{зап}}} = 5,5 + \frac{23}{100} = 5,73 \text{ хв.}$$

Таблиця 7.4 Керуюча програма

Точки	Кадри програми	Пояснення
№ 1	% : 1G81T1S09F13 M14 L1R0 Z700X -6000П	Засвердлювання
№ 2	N2 X6000ПС	
№ 3	N3 Y6000ПС	
№ 4	N4 G51 Y-6000ПС	
№ 4	: 5 G81T2S10F14L2R0Z3800	
	Y - 6000ПС	
2	N6 Y - 6000 ПС	
1	N7 X 6000 ПС	
	N8 G51 X - 6000 ПС	Свердління
	N9 X0Y0ПС	
	N10 M2ПС	
		Повернення в 0
		Кінець програми

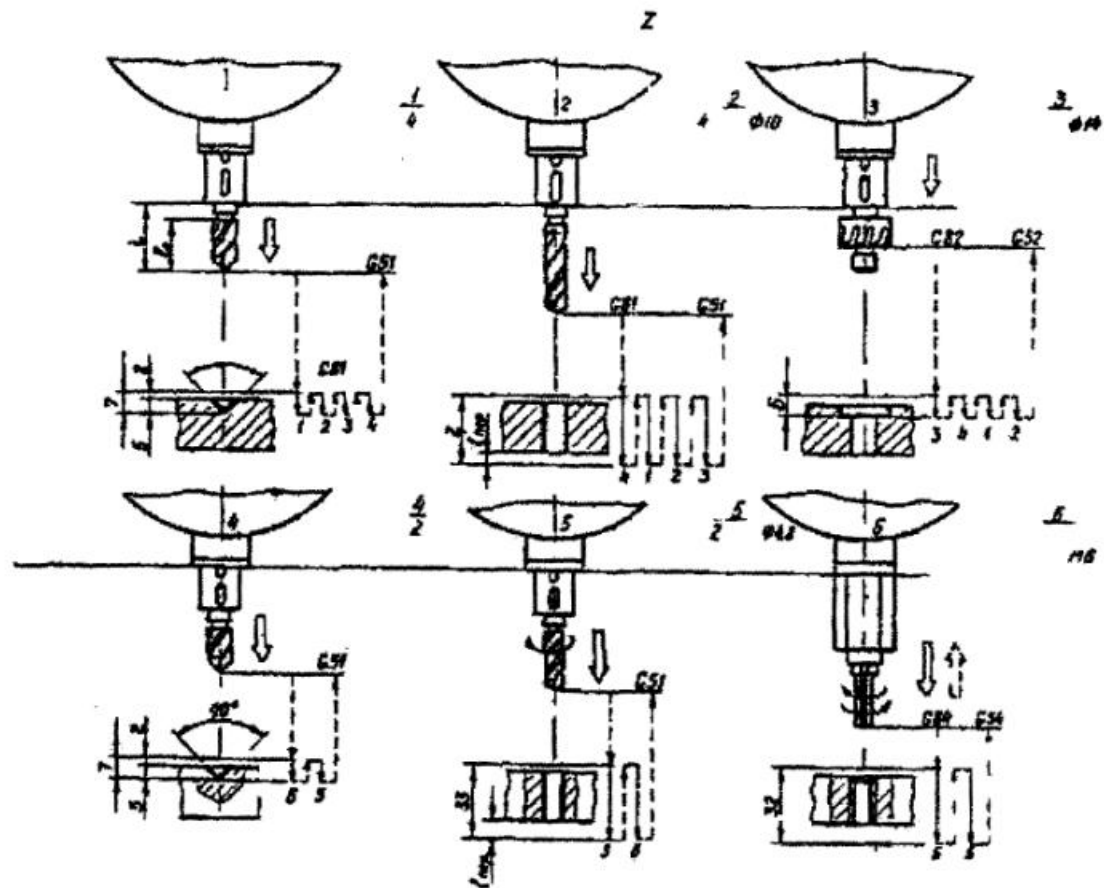
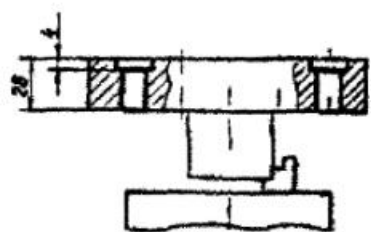
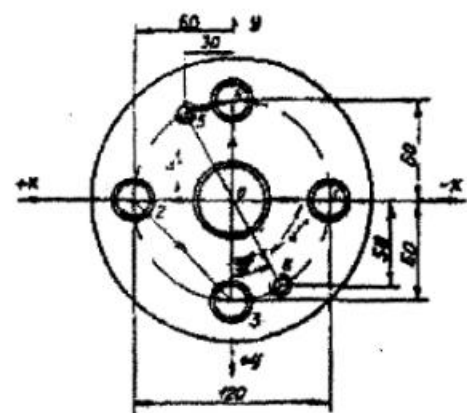


Рисунок 7.3. Схема наладки на свердильну операцію з ЧПК

Приклад 7.3. Розробка токарної операції з ЧПК

Назва операції: токарна з ЧПК.

Деталь: Втулка. Матеріал: сталь 40 $\sigma_{те} = 780$ МПа.

Заготовка - штамповка з прошитим отвором $\varnothing 45$ мм, припуск $2\Pi = 5$ мм.

Розміри заготовки $\varnothing 95 \times \varnothing 75 \times \varnothing 85$.

Обладнання: Верстат моделі 16К20Ф3.

Коротка технічна характеристика верстата мод. 16К20Ф3

Верстат застосовується для токарної обробки зовнішніх та внутрішніх поверхонь в малосерійному та серійному виробництві.

Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм:

над станиною 400;

над супортом 220.

Найбільший діаметр прута, проходящего через отвір в шпинделі 50мм.

Найбільша довжина оброблюваної деталі 1000 мм.

Відстань між центрами -1000 мм.

Кількість позицій револьверної головки - 6.

Система ЧПК-Н22-1М ; 2У22 ; 2Р22.

Габарити верстата, мм - 3360 x 1710 x 1750.

Маса верстата (без УЧПК) - 3800 кг. Ціна, 140 тис. грн.

Діапазон обертів шпинделя:

I 200 - 400

II 500 - 1000

III 12,5- 2000.

Кількість керуючих координат - 2.

Дискретність по осі X - 0,01 мм

по осі Y - 0,005мм.

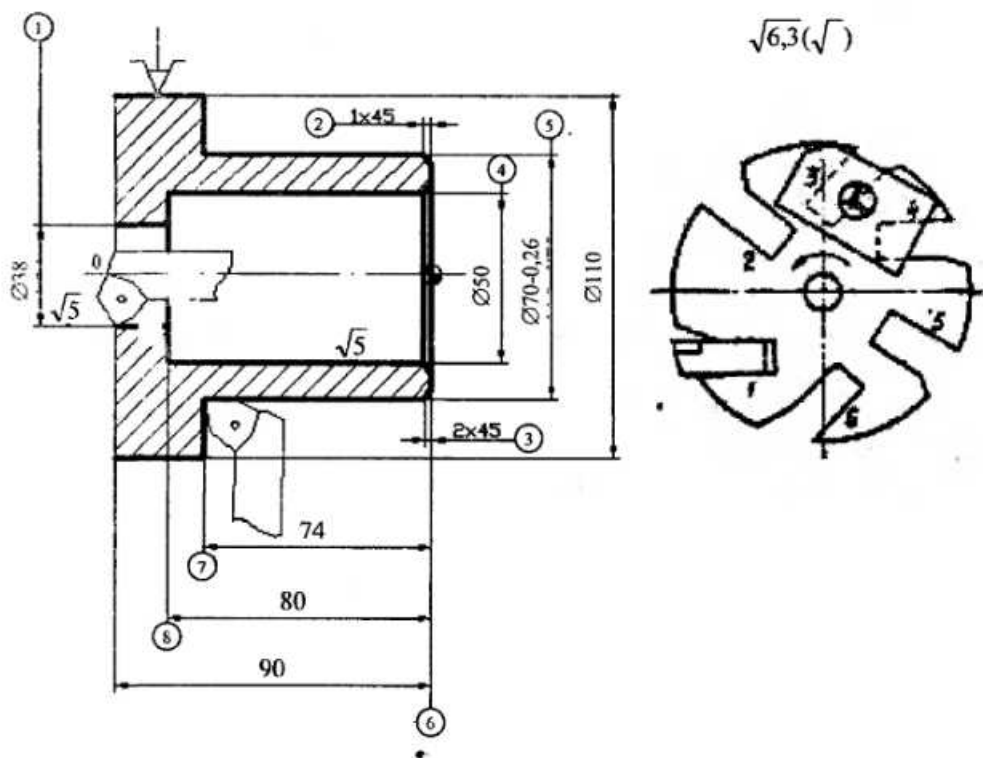


Рисунок 7.4. Схема наладки токарної операції з ЧПК

Зміст операції:

Позиція 1. (інструмент Т1)

Перехід 1. Підрізати бурт (7) $\text{Ø}90/\text{Ø}80$ начорно:

$$L_1 = (90 - 80)/2 + 2 = 7 \text{ мм.}$$

Перехід 2. Підрізати торець (6) $\text{Ø}70/\text{Ø}45$ начорно:

$$L_2 = (70 - 45)/2 + 2 + 2 = 16,5 \text{ мм.}$$

Перехід 3. Точити поверхню (5) $\text{Ø}73$ начорно:

$$L_3 = 74 + 3 = 77 \text{ мм.}$$

Перехід 4. Підрізати торець (6) $\text{Ø}70/\text{Ø}45$ начисто та точити фаску (2) $1 \times 45^\circ$:

$$L_4 = (73 - 45)/2 = 28 \text{ мм.}$$

Перехід 5. Точити пов., (5) $\text{Ø}70$ начисто $L_5 = 74$ мм разом з фаскою:

Перехід 6. Підрізати бурт (7) $\text{Ø}70/\text{Ø}90$ начисто:

$$L_6 = (90 - 7)/2 + 2 = 12 \text{ мм.}$$

Позиція 3. (інструмент Т3)

Перехід 1. Розточити отвір (1) $\text{Ø}38$ мм начорно:

$$L_1 = 80 - 1 + 3 = 82 \text{ мм.}$$

Перехід 2. Розточити отвір (4) $\text{Ø}50$ мм начисто та розточити фаску (3) $2 \times 45^\circ$:

$$L_2 = 80 + 3 = 83 \text{ мм.}$$

Ріжучий інструмент:

Позиція 1. (інструмент 1)

Різець прохідний з тригранною непереточувальною пластиною 25 x 25 Т15К6, ГОСТ 21151-75 $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi' = 15^\circ$.

Стійкість $T = 90$ хв.

Позиція 3. (інструмент 3)

Різець розточувальний з непереточувальною тригранною пластиною $\varnothing 20 \times 170$ Т15К6. $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 12^\circ$; $\varphi = 90^\circ$.

Стійкість $T = 90$ хв.

Допоміжний інструмент:

Позиція 1 - різцева головка.

Позиція 3 - блок інструментальний.

Вимірювальний інструмент:

Позиція 1 - штангенциркуль ШЦ-1, 0-125, ГОСТ 166-82;
калібр-скоба на $\varnothing 70-0,26$

Позиція 3 - штангенциркуль ШЦ-1, 0-125, калібр-пробка на $\varnothing 50^{+0,2}$.

МОР - мастильно-охолоджувальна рідина - емульсія.

Вибір режиму різання:

Позиція 1. (інструмент П1 - різець прохідний)

Перехід 1. Підрізати бурт (7) $\varnothing 90 / \varnothing 80$ начорно.

1. Знайти глибину різання в залежності від припуску на обробку

$$t = \Pi = 2 \text{ мм}$$

де Π - припуск на чорнову підрізку бурта.

Призначасмо подачу.

Для підрізання буртів та торців приймаємо подачу в два рази меншу за подачу зовнішнього точіння за умовами:

$$S_{o \text{ поп}} = \frac{S_{o \text{ табл позд}}}{2} \times K_{s1} \times K_{s2}.$$

де $S_{o \text{ табл позд}}$ - табличне значення подачі для зовнішнього поздовжнього точіння

$S_{o \text{ табл позд}} = 1,3$ мм/об при $t = 2$ мм,

D - до 100 мм та перегину державки різця 25×25 мм.

K_{s1} - поправочний коефіцієнт для кута φ ,

для $\varphi = 90^\circ$, $K_{s1} = 0,7$

K_{s2} - поправочний коефіцієнт для штамповки,

$K_{s2} = 0,9$

$$S_{o \text{ позд}} = 1,3 \times 0,9 \times 0,7 = 0,82 \text{ мм/об}$$

$$S_{o \text{ поп}} = S_{o \text{ позд}} / 2 = 0,82 / 2 = 0,41 \approx (0,4 \text{ мм/об})$$

Знаходимо швидкість різання:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_{v1} \times K_{v2} \times K_{v3}, \text{ м/хв.}$$

тут $V_{\text{табл}}$ - табличне значення допустимої швидкості різання.

$$V_{\text{табл}} = 88 \text{ м/хв}$$

K_{v1} - поправочний коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу заготовки;

для штамповки $K_{v1} = 0,85$

K_{v2} - поправочний коефіцієнт в залежності від матеріалу ріжучої частини, для твердого сплаву Т15К10 $K_{v2} = 1$.

K_{v3} - поправочний коефіцієнт на підрізу торця в залежності від відношення d/D ; Для $d/D = 45/72 = 0,61$; $K_{v3} = 1,13$;

K_{v4} - поправочний коефіцієнт на стійкість різця;

для верстата з ЧПК він знаходиться в залежності від заданої стійкості різця, яку в свою чергу знаходимо за формулою:

$$T = 60 \times K_1 \times K_2$$

При закріпленні в патроні та обробкою чорновим прохідним різцем $K_1 = 0,75$.

При чотирьох інструментах в наладці $K_2 = 2$.

$$T = 60 \times 0,75 \times 2 = 90 \text{ хв}$$

При заданій стійкості $K_4 = 1,15$

$$V = 88 \times 0,85 \times 1,13 \times 1,15 = 76 \text{ м/хв}$$

Виконуємо частоту обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 76}{3,14 \times 90} = 270 \text{ м / хв}$$

Перехід 2. Підрізати торець (6) $\varnothing 70 / \varnothing 45$ начорно.

$$L_2 = 16,5 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 2$ мм

Подача $S_0 = 0,4$ мм/об.

Знаходимо швидкість різання: $V = 76$ м/хв. Поправочні коефіцієнти тут ті ж самі як в переході 1.

Знаходимо частоту обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 76}{3,14 \times 70} = 318 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 3. Точити пов. (5) $\varnothing 73$ мм начорно.

$$L_3 = 77 \text{ мм}$$

Глибина різання $t = 2$ мм

Подача $S_{0 \text{ пр}} = 0,4$ мм/об

Швидкість різання приймаємо ту ж саму, як для робочих ходів 1 та 2.

$$V = 76 \times 0,85 \times 1 = 60 \text{ м/хв.}$$

Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 60}{3,14 \times 73} = 270 \text{ хв}^{-1}$$

В зв'язку з тим, що даний робочий хід найбільш завантажений, перевірку вибраного режиму різання проводимо за потужністю верстата.

$$P_{\text{різ}} = P_{\text{різ табл}} \times K_{n1} \times K_{n2}, \text{ кВт}$$

$P_{\text{різ табл}}$ – вибираємо з таблиці

$$P_{\text{різ табл}} = 4,1 \text{ кВт}$$

K_{n1} – поправочний коефіцієнт в залежності від головного кута в плані, для $\varphi = 90^\circ$.

$$K_{n1} = 0,9$$

K_{n2} – поправочний коефіцієнт в залежності від механічних властивос-

тей

$$\text{для } \sigma_{T0} = 750 \text{ МПа} \quad K_{n2} = 1.$$

$$P_{\text{різ}} = 4,1 \times 0,9 \times 1 = 3,7 \text{ кВт}$$

$$\text{ккд верстата } \eta = 0,8$$

$$P_{\text{шп}} = P \times \eta = 10 \times 0,8 = 8,0 \text{ кВт}$$

$3,7 < 8,0$ це означає, що для вибраного режиму різання потужність верстата достатня.

Перехід 4. Підрізати торець (6) $\varnothing 70 / \varnothing 45$ начисто та точити фаску (2) $1 \times 45^\circ$

$$L_4 = 28 \text{ мм.}$$

Режим різання

Глибина різання $t = 1 \text{ мм.}$

Подача $S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання знаходимо за формулою:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_{v1} \times K_{v2} \times K_{v3} \times K_{v4}, \text{ м/хв.}$$

$V_{\text{табл}}$ - табличне значення швидкості різання.

$$V_{\text{табл}} = 109 \text{ м/хв}$$

$K_{v1}, K_{v2}, K_{v3}, K_{v4}$ - поправочні коефіцієнти

$$K_{v1} = 1$$

$$K_{v2} = 1,54 \quad (\text{для Т15К6})$$

$$K_{v3} = 1,13 \quad (\text{для } d/D = 46/73 = 0,6)$$

$$K_{v4} = 1,15 \quad (\text{для стійкості } 90 \text{ хв.})$$

$$V = 109 \times 1 \times 1,54 \times 1,13 \times 1,15 = 190 \text{ м/хв}$$

Знаходимо число обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 190}{3,14 \times 73} = 850 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 5. Точити пов. (5) $\varnothing 70$ начисто.

$$L_5 = 74 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 1,5 \text{ мм.}$

Знаходимо подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

Швидкість різання

$$V = V_{\text{табл}} \times K_{v1} \times K_{v2} \times K_{v3} \times K_{v4}$$

$$\text{де } V_{\text{табл}} = 109 \text{ м/хв}$$

$$K_{v1} = 1; K_{v2} = 1,54; K_{v3} = 1,15 \text{ (при стійкості 90 хв)}$$

$$V = 109 \times 1 \times 1,54 \times 1,15 = 158 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо число обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 158}{3,14 \times 73} = 700 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 6. Підрізати бурт (7) $\varnothing 70/\varnothing 90$ начисто.

$$L_6 = 12 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 1$ мм.

Подача $S_0 = 0,3$ мм/об.

Число обертів шпинделя беремо з переходу 5; $n = 700 \text{ хв}^{-1}$

Позиція 3. (інструмент ТЗ розточний різець)

Перехід 1. Розточити отвір (4) $\varnothing 48$ мм начорно.

$$L_1 = 82 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 1,5$ мм.

Подача $S_0 = 0,3$ мм/об.

Швидкість різання:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_{v1} \times K_{v2} \times K_{v3} \times K_{v4}, \text{ м/хв}$$

$$\text{де } V_{\text{табл}} = 117 \text{ м/хв}$$

$$K_{v1} = 0,85; K_{v2} = 1,54; K_{v3} = 0,8; K_{v4} = 1,15.$$

$$V = 117 \times 0,85 \times 1,54 \times 0,8 \times 1,15 = 128 \text{ м/хв.}$$

Число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 128}{3,14 \times 45} = 850 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 2. Розточити отвір (4) $\varnothing 50$ мм начисто та розточити фаску (3) $1 \times 45^\circ$.

$$L_2 = 83 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 1$ мм.

Подача $S_0 = 0,3$ мм/об.

Число обертів шпинделя приймаємо з переходу 1: $n = 850 \text{ хв}^{-1}$

Нормування токарної операції з ЧПК

1. Знаходимо технологічний /машинний/ час для позиції 1 за формулою:

$$T_M = \frac{L_1}{S_{\text{хв}}} + \frac{L_2}{S_{\text{хв}}} + \frac{L_3}{S_{\text{хв}}} + \frac{L_4}{S_{\text{хв}}} + \frac{L_5}{S_{\text{хв}}} + \frac{L_6}{S_{\text{хв}}}, \text{ хв}$$

де L_1 - шлях робочого ходу підрізання бурта (7) $\varnothing 30/\varnothing 80$ начорно ($L_1 = 7$ мм)

L_2 - шлях робочого ходу підрізання торця (6) $\varnothing 70/\varnothing 45$ начорно ($L_2 = 6,5$ мм)

L_3 - шлях робочого ходу обточки поверхні (5) $\varnothing 75$ мм начорно ($L_3 = 77$ мм)

L₄- шлях робочого ходу підрізання торця (6) Ø70/Ø45 начисто і обробки фаски (2) 1 × 45° (L₄ = 28 мм).

L₅- шлях робочого ходу обточки пов. (5) Ø70 і фаски (2) 1 × 45° начисто (L₅ = 74 мм).

L₆- шлях робочого ходу підрізання бурта (7) Ø70/Ø90 начисто (L₆ = 12 мм).

Хвилинна подача:

$$S_{хв1} = S_0 \times n_1 = 0,4 \times 270 = 108 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв2} = S_0 \times n_2 = 0,4 \times 318 = 127 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв3} = S_0 \times n_3 = 0,4 \times 270 = 108 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв4} = S_0 \times n_4 = 0,3 \times 850 = 255 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв5} = S_0 \times n_5 = 0,3 \times 700 = 210 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв6} = S_0 \times n_6 = 0,3 \times 700 = 210 \text{ мм/хв}$$

Технологічний час:

$$T_M = \frac{7}{108} + \frac{16,5}{127} + \frac{77}{108} + \frac{28}{255} + \frac{74}{210} + \frac{12}{210}, \text{ хв}$$

2. Знаходимо технологічний (машинний) час для позиції 3:

$$T_{M2} = \frac{L_1}{S_{хв1}} + \frac{L_2}{S_{хв2}}, \text{ хв}$$

де L₁ - шлях робочого ходу розточки отвору (4) начорно (L₁ = 82 мм)

L₂ - шлях робочого ходу розточки отвору (4) начисто з розточкою фаски (3) в розмір 1 × 45°. (L₂ = 83 мм)

Хвилинна подача

$$S_{хв1} = S_0 \times n_1 = 0,3 \times 850 = 255 \text{ мм/хв}$$

$$S_{хв2} = S_0 \times n_2 = 0,3 \times 850 = 255 \text{ мм/хв.}$$

Технологічний (машинний) час

$$T_{M2} = \frac{82}{255} + \frac{83}{255} = 0,32 + 0,32 = 0,64 \text{ хв}$$

Загальний технологічний час

$$T_{M \text{ заг}} = T_{M1} + T_{M2} = 2,01 + 0,64 = 2,65 \text{ хв.}$$

Знаходимо технічно-обґрунтовану норму часу:

$$T_{шт} = T_M + T_{ду} + T_{мдоп} + T_{обс} + T_{оп}, \text{ хв}$$

де T_M - сума головних значень часу для усіх переходів (загальний машинний час);

T_{ду} - допоміжний час на установку та затиск заготовки (хв) вибирається за типом пристосування, незалежно від типу верстата;

T_{ду} = 0,28 хв (установка в самоцентруючому патроні з пневмоприводом при масі до 5 кг);

T_{мдоп} - машинно-допоміжний час, тобто час, зв'язаний з виконанням допоміжних ходів та переміщень, хв.

$$T_{мдоп} = T_{хх} + T_{пер} + T_{зм \text{ ін}} + T_{дод}, \text{ хв}$$

де T_{xx} - сумарний час холостих ходів.

Холості, ходи по осі X

$$T_{xx}X = \frac{L_1(X)}{S_{\text{хх.х.х}}} + \frac{L_2(X)}{S_{\text{хх.х.х}}}$$

Холості ходи по осі Z

$$T_{xx}Z = \frac{L_1(Z)}{S_{\text{ххх}}} + \frac{L_2(Z)}{S_{\text{ххх}}};$$

де $L_1(X); L_2(X); L_3(X)$ - довжина холостих ходів по координаті X

$L_1(Z); L_2(Z); L_3(Z)$ - довжина холостих ходів по координаті Z

$S_{\text{хв хх}} = V_{\text{х х}}$ для верстата моделі 16К20Ф3 задається шляхом вводу постійних параметрів та може прийматися в межах 1000...5000мм/хв по осі Z або 500...2500 мм/хв по осі X, в залежності від кваліфікації оператора, стану верстата та розмірів оброблюваних поверхонь.

Для даного прикладу приймаємо $V_{\text{хх}} = 4000$ мм/хв по осі Z і

$V_{\text{хх}} = 2000$ мм/хв по осі X.

$$L_1(X) = (200 - 100)/2 = 100/2 = 50 \text{ мм}$$

$$L_1(Z) = 40 + 74 = 114 \text{ мм}$$

$$L_2(X) = (100 - 80)/2 = 20/2 = 10 \text{ мм}$$

$$L_2(Z) = 74 + 1 = 75 \text{ мм}$$

$$L_3(X) = (80 - 45)/2 = 35/2 = 17,5 \text{ мм}$$

$$L_3(Z) = 40 - 1 = 39 \text{ мм}$$

Зважаючи на те, що значення величини шляху відходів (відскоків) в циклах в точки 6 та 9 незначні, і ми ними зневажаємо.

Отже,

$$T_{\text{хх}} = T_{\text{хх}}X + T_{\text{хх}}Z = (50 + 10 + 17,5)/2000 + (114 + 75 + 39)/4000 = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мм.}$$

$T_{\text{пер}}$ - час на перехід; (приймаємо 1 сек на один кадр керуючої програми).

K - кількість кадрів = 33

$$T_{\text{пер}} = t_{\text{пер}} \times K = 1 \times 33 = 33 \text{ сек} \approx (0,55 \text{ хв})$$

$T_{\text{змін}}$ - сумарний час на зміну інструмента, хв. (приймається за паспортом верстата).

В залежності від типів верстатів час коливається від 4 до 15 сек.

Для токарних верстатів із ЧПК - 6 сек.

Кількість змін інструментів - 4.

$$T_{\text{зм ін}} = 6 \times 4 = 24 \text{ сек} = (0,4 \text{ хв.})$$

$T_{\text{дод}}$ - додатковий час керування верстатом.

Час на вмикання та вимикання верстата = 0,04 хв.

Щоб відкрити загороджувальні щити та закрити їх - 0,03 хв, для введення коригування - 0,04 хв.

Час на вимірювання перекривається автоматичною роботою верстата.

$$T_{\text{дод}} = 0,04 + 0,03 + 0,04 = 0,11 \text{ хв.}$$

$$\text{Разом: } T_{\text{м доп}} = 0,1 + 0,55 + 0,4 + 0,11 = 1,16 \text{ хв.}$$

$T_{\text{обсл}}$ - час обслуговування робочого місця, хв. Приймаємо в % від оперативного часу, хв (10...13%).

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{м}} + T_{\text{ду}} + T_{\text{мдоп}} = 2,05 + 0,28 + 1,16 = 3,49 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{обсл}} = (3,49/100) \times 10 = 0,35 \text{ хв}$$

$T_{\text{п}}$ - час на особисті потреби, хв

Приймається в % від оперативного часу, хв (2...4%)

$$T_{\text{п}} = \frac{T_{\text{оп}}}{100} \times 3 = \frac{3,49}{100} \times 3 = 0,11 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = 2,05 + 0,28 + 1,16 + 0,35 + 0,11 = 3,95 \text{ хв.}$$

Так, як виробництво серійне, знаходимо штучно - калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{штк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{зап}}}$$

де $T_{\text{шт}}$ - штучний час, $T_{\text{шт}} = 3,95$ хв.

$T_{\text{пз}}$ - підготовчо-заклучний час, хв.

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}}$$

де $T_{\text{пз1}}$ - час на організаційну підготовку.

$T_{\text{пз2}}$ - час на наладку верстата, інструмента, пристосування.

$$T_{\text{пз}} = 14 + 3,5 + 0,42 + 0,5 + 0,4 + 5,5 + 5 + 1 = 30,32 \text{ хв.}$$

$n_{\text{зап}}$ - партія запуску деталей на обробку.

Знаходиться в розділі "Вибір типу виробництва"

$$n_{\text{зап}} = 100 \text{ шт}$$

Штучно - калькуляційний час:

$$T_{\text{штк}} = 3,95 + \frac{30,32}{100} = 4,25 \text{ хв.}$$

Керуюча програма для верстата 16K20ФC32 з пультом 2P-22 має вигляд: N1S1.270.S0,4 П1	Діапазон 1. Число обертів $n = 270 \text{ хв}^{-1}$. Подача $S_0 = 0,4 \text{ мм/об}$. Інструмент 1 в позиції I
N2 74 E M 8	Прискорений підхід до точки 1 та вмикавання
N3 x 94 E *	Подачі MOP
N4 x 73 *	Підрізання бурта (7) начорно
N5Z 1 E *	Прискорений відхід в точку 3
N6 x 41 *	Підрізання торця (6) начорно
N7 Z 3 *	Відхід в точку 5
N8 x 73 *	Прискорений відхід в точку 6
N9 Z - 74 *	Точіння пов. (5) начорно (до точки 7)

N10 x 80 Z – 70	Відхід в точку 8
N11 Z 3 E	Прискорений відхід в точку 9
N12 x 41 *	Прискорений підхід в точку 10
N13 Z 0	Підхід в точку II
N14 S 3.850. F0,3	Діапазон 3. Число обертів $n = 850 \text{ хв}^{-1}$ Подача $S_o = 0,3 \text{ мм/об}$
N15 x 66	Підрізання торця (6) начисто
N16 x 70 C 1	Точіння фаски (2) ($1 \times 45^\circ$) (до точки 13)
N17 Z – 75	Точити пов. (5) $\varnothing 70 \text{ мм}$ начисто (до точки 14)
N18 x 94 *	Підрізання бурт (7) начисто (до точки 15)
N19 x 200 E	Прискорений відхід в початкову точку (п.т.)
N20 Z 40 E	
N21 M2	Кінець програми
N22 S 3.850. F 0,3 T3 *	Діапазон 3. Число обертів $n = 850 \text{ хв}^{-1}$ Подача $S_o = 0,4 \text{ мм/об}$ Інструмент 2 в позиції 3
N23 x 48 E	Прискорений підхід до точки 1
N24 Z 3 E	
N25 Z – 83	Розточка отв. (4) $\varnothing 48 \text{ мм}$
N26 x 41	Відхід в точку 5
N27 Z – 83	Прискорений відхід в точку 6
N28 x 83	Прискорений відхід в точку 7
N29 V – 8 W – 4	Розточка фаски (3) $1 \times 45^\circ$ (для точки 8)
N30 Z – 83	Розточка отв. (4) начисто
N31 x 46	Відхід в точку 12
N32 Z 3 E M 9	Прискорений відхід в точку 13
N33 M2	Вимикання MOP Кінець програми. відхід в початкову точку

Приклад 7.4. На обробку деталі "Вал-шестірня" розробимо токарно-автоматну операцію

7.4.1. Визначення режимів різання на токарно-автоматну операцію аналітичним методом

На токарному багаторізцевому одношпindelьному напівавтоматі 1712 виконується чистова токарна обробка деталі «Вал-шестірня».

Заготовка попередньо оброблена;
Матеріал – сталь 40ХН, $\sigma_{т.о.} = 1000 \text{ МПа}$.
Установка заготовки - в центрах.

Ріжучі інструменти – різці з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Різець 1, 2, 3 – прохідні упорні з кутом $\varphi=90^\circ$. Різці 4, 5, 6 фасочні з кутом $\varphi=45^\circ$.

Необхідно: призначити рижими різання та визначити норми часу.

Операція 040 Токарно-автоматна.

Виконується на токарному напівавтоматі мод. 1712

Зміст операції.

Установити та закріпити заготовку в центрах.

Повздожнім супортом

Точити поверхні 3 $\varnothing 50,4$ мм і пов. 6 $\varnothing 60,4$ мм

Поперечним супортом точити фаски 4, 7

Контроль виконавцем.

Коротка характеристика верстата 1712

Найбільший діаметр оброблюючої деталі – 320мм

Найбільша довжина деталі – 500мм

Число обертів шпинделя за хвилину – 162 – 2040 хв⁻¹

Подача в мм/хв.: копіювального супорту – 20-700

поперечного супорту – 15-400

Потужність електродвигуна в кВт – 10

Габаритні розміри: довжина, ширина – 2465×1213

Вага в кг – 3800

Оптова ціна в грн. – 152000

1 Визначаємо глибину різання в залежності від припуску на обробку.

$$t_1 = \frac{\Pi}{2} = \frac{2}{2} = 1,0 \text{ мм};$$

$$t_2 = \frac{\Pi}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм}$$

$$\Sigma t = t_1 + t_2 = 1 + 1 = 2 \text{ мм}$$

2 Довжина робочого ходу поздовжнього супорту:

$$L_{px} = \ell_{piz} + y + \ell_{дон};$$

де ℓ_{piz} - довжина шляху різання, мм;

y - розмір врізання та перебіг інструментів;

$\ell_{дон}$ - допоміжна довжина ходу, визвана особливостями налагодження та

конфігурацією заготовок.

Визначаємо L_{px} поздовжнього супорта:

$$L_{px} = 75 + 35 + 4 = 114 \text{ мм}$$

$$U_{вріз} = 2 \text{ мм}; U_{под} + U_{п} = 2 \text{ мм};$$

3 Визначаємо подачу супортів на оберт шпинделя.

Так як сума глибин різання для різців дорівнює 2 мм

$$\sum t = t_1 + t_2 = 1 + 1 = 2 \text{ мм}$$

Тоді для цього значення рекомендують подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

4 Приймаємо стійкість різця $T_{ХВ} = 90 \text{ хв.}$

5 Визначаємо швидкість головного руху різання, допустиму ріжучими властивостями:

$$V = \frac{C}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v = \frac{420}{90^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,2^{0,2}} \times 0,72 = 141 \text{ м/хв}$$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 0,625 \times 1 \times 1 = 0,625$$

$$K_{mv} = K_v \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^n = 1 \left(\frac{750}{1200}\right)^1 = 0,625$$

$$m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2; \quad C_v = 420$$

6 Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 141}{3,14 \times 96} = 468 \text{ хв}^{-1}$$

max

Коректуємо знайдене значення згідно паспортним даним верстата та встановлюємо дійсну частоту обертання шпинделя $n_d = 500 \text{ хв}^{-1}$

7 Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання:

$$V_d = \frac{\pi \times D_{\max} \times n_d}{1000} = \frac{3,14 \times 96 \times 500}{1000} = 150 \text{ м/хв.}$$

8 Визначаємо швидкість руху подачі супорта

$$V_s = S_0 \times n = 0,2 \times 500 = 100 \text{ мм/хв}$$

9 Визначаємо силу різання за формулою:

$$F = 10 \cdot C_F \times t^x \times S^y \times V^n \times K_F = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,2^{0,75} \times 150^{-0,15} \times 1,67 = 1900 \text{ Н}$$

$$C_F = 300 \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15$$

$$K_F = K_{mF} \times K_{gF} \times K_{\lambda F} \times K_{zF} = 1,42 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,67$$

$$K_{mF} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = \left(\frac{1200}{750}\right)^{0,75} = 1,42$$

$$K_{gF} = 1,08; \quad K_{jF} = 1,25; \quad K_{\lambda F} = 1; \quad K_{zF} = 0,87$$

10 Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P_{\text{різ}} = F \times V_d = 1900 \times \frac{100}{60} = 3,2 \text{ кВт}$$

11 Перевіряємо чи достатня міцність привода верстата за формулою:

$$T_{piz} \leq P_{дв} \times \eta \quad P_{шт} = P_{дв} \times \eta = 10 \times 0,85 = 8,5 \text{ кВт} \quad 3,2 < 8,5$$

12 Основний час визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L_{px}}{V_s} = \frac{114}{100} = 1,14 \text{ хв}$$

13 Розрахунок штучного часу визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс} + T_{п} \text{ хв.}$$

де $T_{шт}$ – штучний час, хв;

T_0 – основний час, хв;

$T_{доп}$ – допоміжний час, хв;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

Задається в % від оперативного $T_{обс} = \frac{T_{оп}}{100} \times a = \frac{3,14}{100} \times 10 = 0,314 \text{ хв}$

$T_{п}$ – час на особисті потреби, хв. **Задається в % від $T_{оп}$:** $T_{п} = 0,314 \text{ хв}$

14 Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} + T_{доп3}$$

$T_{доп1}$ – час на установлення та зняття деталі, хв.

$T_{доп2}$ – час на перехід, хв

$T_{доп3}$ – час на контроль деталі, хв

$$T_{доп} = 0,66 + 0,49 + 0,56 = 1,71 \text{ хв}$$

3 урахуванням коефіцієнта змінності:

$$T_{доп} \times K_t = 1,71 \times 1,15 = 2 \text{ хв}$$

15 Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{оп} = T_0 + T_{доп} = 1,14 + 2 = 3,14 \text{ хв.}$$

16 Визначаємо штучний час:

$$T_{шт} = 1,14 + 2 + 0,314 + 0,314 = 3,77 \text{ хв.}$$

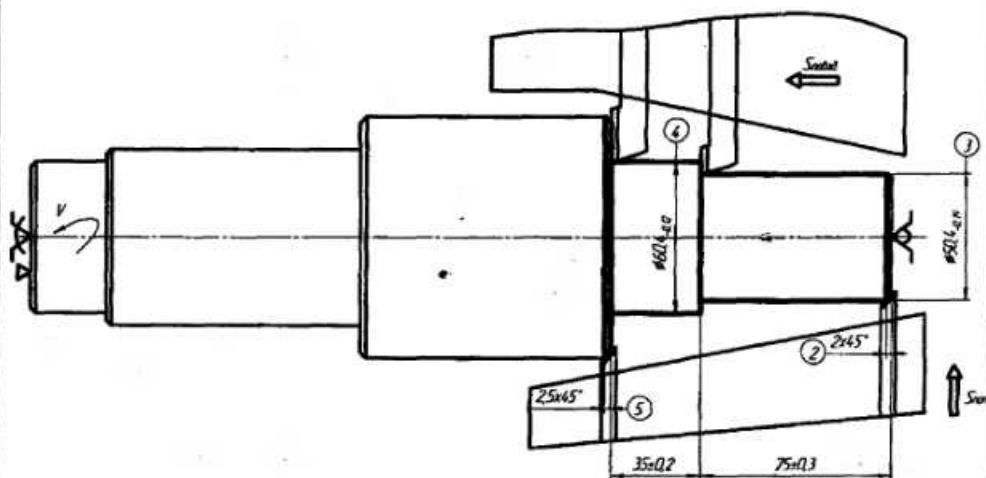
17 Розрахунок штучно-калькуляційного часу

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час на наладку = 28 хв.

$$T_{шк} = 3,77 + \frac{28}{200} = 3,91 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = 10 + 7 + 7 + 4 = 28 \text{ хв.}$$



Назва інструменту	Лин	S _{шт/об}	V _{н/об}	V _{р/об}	T _г , хв	T _{ав} , хв	T _{ан} , хв	T _{авт} , хв
Різець проточний φ=90°	1	0.3	150	500	1.4	2	3.77	3.91
Різець фасонний	1	0.2	150	500				
Технологічна наладка								

Рисунок 7.5. Технологічна наладка на токарно-автоматну операцію

7.4.2. Визначення режимів різання на фрезерну операцію аналітичним методом

На вертикально-фрезерному верстаті 6540 пальцевою фрезою фрезеруємо паз $v=14P9$, глибиною $h=6\text{мм}$ і довжиною $L=73\text{мм}$

Необхідно: вибрати ріжучий інструмент; призначити режими різання з використанням нормативів; визначити норми часу.

I Вибираємо фрезу та встановлюємо її геометричні параметри.

Приймаємо пальцеву фрезу з нормальним зубом із швидкоріжучої сталі

РМ5. Діаметр фрези приймаємо рівним ширині паза, тобто $D = v = 14\text{мм}$; число зубів $Z=3$. Геометричні елементи $\gamma = 15^\circ$; $\alpha = 14^\circ$; $\varphi = 3^\circ$.

II Назначаємо режими різання.

1 Установлюємо глибину різання. При фрезеруванні пазів пальцевою фрезою глибинного різання – є ширина паза, $t = v = 14\text{мм}$. Глибина пазу при фрезеруванні його за один робочий хід приймається за ширину фрезерування $v = h = 6\text{мм}$.

2 Призначаємо подачу на зуб фрези. Для фрезерування сталі $D = 14\text{мм}$, $Z = 3$ і $h=6\text{мм}$ $S_Z = 0,09 \dots 0,06\text{мм/зуб}$. Приймаємо $S_Z = 0,07\text{мм/зуб}$.

3 Призначаємо період стійкості фрези $T = 90\text{хв}$.

4 Визначаємо швидкість головного руху різання $V_{\text{табл}} = 24 \text{ м/хв}$.

5 Частота обертів шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 24}{3,14 \times 14} = 546 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів по даним верстату й встановлюємо дійсну частоту обертів: $n = 500\text{хв}^{-1}$

6 Дійсна швидкість головного руху різання.

$$V_D = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 14 \times 500}{1000} = 22 \text{ мм/хв}$$

7 Визначаємо швидкість руху подачі

$$V_S = S_Z \times Z \times n_d = 0,07 \times 3 \times 500 = 105 \text{ мм/хв}$$

8 Визначаємо потужність, що витрачається на різання. Для $S_Z = 0,05 \dots 0,09 \text{мм/зуб}$, ширина паза 14мм , глибина паза $5,5\text{мм}$ $P_{\text{табл}} = 3 \text{ кВт}$.

9 Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата. У верстата моделі 6540 $P_{\text{шп}} = P_g \times \eta = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт}$, $P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}}$; $3 \leq 6$ тобто обробка можлива.

III Визначаємо основний час

$$T_0 = \frac{L_r}{V_s} \times i;$$

де $L = l + y + \Delta$;

При фрезеруванні пальцевою фрезою паза візання $y = \frac{D}{2} = \frac{14}{2} = 7\text{мм}$

Перебіг $\Delta 1...5$ мм: приймаємо $\Delta=4$ мм

Тоді $L = 73 + 7 + 4 = 84$ мм

$$T_0 = \frac{84}{100} \times 3 = 2,52 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час.

а) час на установку та знімання деталей на столі (карта 10, поз 3д)

$$t_{в.уст.} = 0,8 \text{ хв};$$

б) час на прохід (поз. 2а) $t_{в.пр.} = 0,12 \times 3 = 0,36$ хв

в) час на установку та знімання щитка огорожі від стружки (поз. 19а)

$$t_{в.стр.} = 0,01 \text{ хв.}$$

Сумарний допоміжний час

$$T_{в.} = t_{в.уст.} + t_{в.пр.} + t_{в.стр.} = 0,8 + 0,36 + 0,1 = 1,26 \text{ хв.}$$

З урахуванням коефіцієнта серійності

$$T_{в.} = 1,26 + 1,52 = 1,92 \text{ хв.}$$

Розрахунок штучно-калькуляційного часу

Час на обслуговування робочого місця (карта 45, поз. 34) $a_{обс} = 7\%$

Час на відпочинок та особисті потреби (карта 46, поз.13) $a_{п} = 6,5\%$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = (T_0 + T_{в.}) \times \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{п})}{100} \right] = (2,52 + 1,92) \times \left[1 + \frac{(7 + 6,5)}{100} \right] = 5,04 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час складатиметься з трьох груп (карта 54):

а) на наладку верстата, інструмента та пристосування (поз. 1) – 10 хв;

б) на отримання і здачу інструмента і пристосування (поз. 7) – 7 хв;

в) додатковий час (поз. 12) – при обробці з одною стійкою – 3 хв.

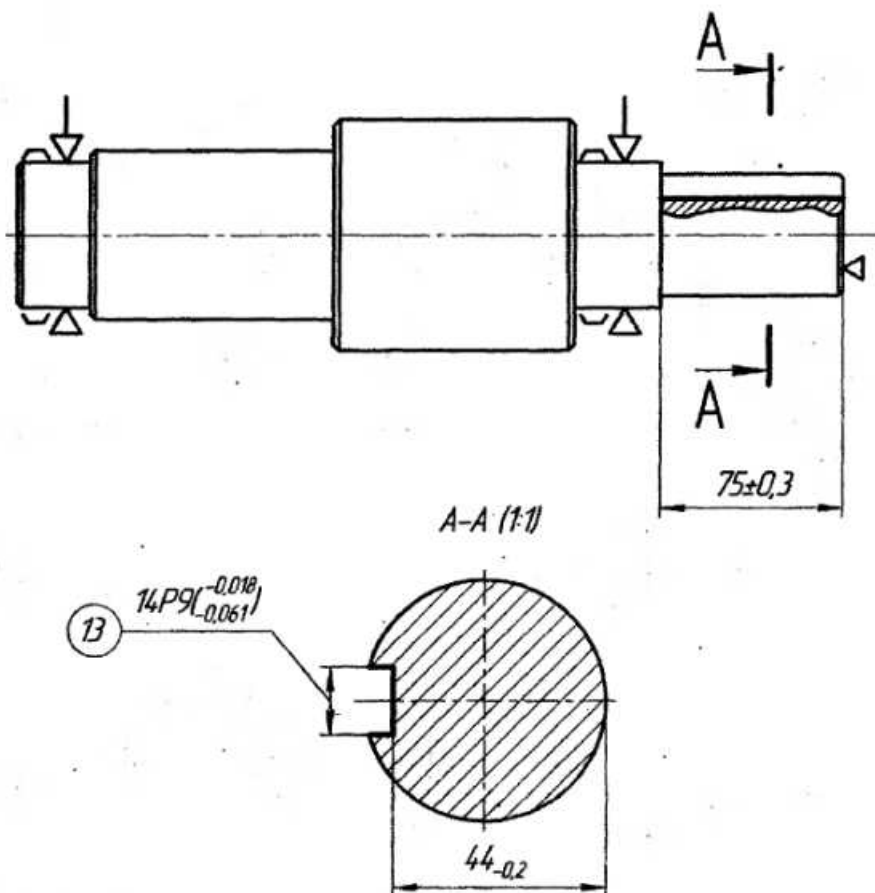
Всього $T_{пз} = 10 + 7 + 3 = 20$ хв.

Штучно-калькуляційний час (розмір партії 200 шт.)

$$T_{шт. к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 5,04 + \frac{20}{200} = 5,14 \text{ хв.}$$

Операція № 045 Вертикально-фрезерна
 Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат
 моделі 6540
 Пристосування: Пневмозахимне призматичне

$\sqrt{Ra\ 2,5}$



Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	T _а , хв	T _{дтп} , хв	T _{штп} , хв	T _{штк} , хв
Фреза пальцева 14 Р6МБ	14	0,07	24	500	2,52	1,92	5,04	5,14

Рисунок 7.6. Ескіз на фрезерну операцію

Приклад 7.5. Операція 030. Агрегатна.

Розробка агрегатної операції, яка виконується на 6 - ти шпindelьному вертикальному агрегатному верстаті ОС-2630. Схему наладки дивись на рис.7.7. Обробка виконується на 6-ти позиційному поворотному столі верстата моделі ОС-2630;

Зміст операції:

Технологічна база: отвір та два торці.

Позиція 1 - завантажувальна;

Позиція 2 - центрувати отвір $\varnothing 15\text{мм}$ на глибину 4 мм;

Позиція 3 - свердлити отвір $\varnothing 12\text{мм}$ на глибину 40 мм;

Позиція 4 - підрізати торці отвору в розмірі 90 мм;

Позиція 5 - свердлити $\varnothing 7,8^{+0,1}$ на глибину 30 мм;

Позиція 6 - розвернути отвір $\varnothing 8^{+0,05}$ мм;

Пристосування: УСП.

Ріжучі інструменти:

Позиція 2 - свердло $\varnothing 15\text{мм}$; $2\varphi = 90^\circ$, Р6М5 код 392110.

Позиція 3 - свердло $\varnothing 12\text{мм}$; $2\varphi = 118^\circ$, Р6М5 код 392110.

Позиція 4 - підрізний різець $\varnothing 40\text{мм}$; $\varphi = 15^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; Т15К6.

Позиція 5 - свердло $\varnothing 7,8\text{мм}$; $2\varphi = 120^\circ$; Р6М5 код 392110.

Позиція 6 - розвертка $\varnothing 8\text{Н}10$; Р6М5.

Допоміжний інструмент:

Позиція 2, 3, 4, 5, 6 – свердлильні патрони та перехідні втулки.

Вимірювальний інструмент:

Позиція 2, 3, 4, 5 - штангенциркуль ШЦ – 1 – 125 - 0,1 ГОСТ 166-80 код 393311 ;

(МОР) - мастильно-охолоджуюча рідина - емульсія.

Призначаємо режими різання (за нормативами)

1. Знаходимо довжину робочого ходу багатошпindelьної головки.

Робочий хід головки призначаємо виходячи із довжин розрахованих для окремих інструментів:

$$L_{рх} = \ell_{різ} + y$$

Відносно наладки при обробці отвору з $\ell_{різ} = 40\text{мм}$ і отв. з $\ell_{різ} = 30\text{мм}$. Розраховуємо $L_{рх}$ для отворів з $\ell_{різ} = 40\text{мм}$. Величину y інструментів приймаємо з додатку для свердла $y = 6\text{мм}$; для розвертки $y = 15\text{мм}$. Довжина ходу інструментів:

для свердла $L_{рх} = 40 + 6 = 46\text{мм}$;

для розвертки $L_{рх} = 40 + 15 = 55\text{мм}$

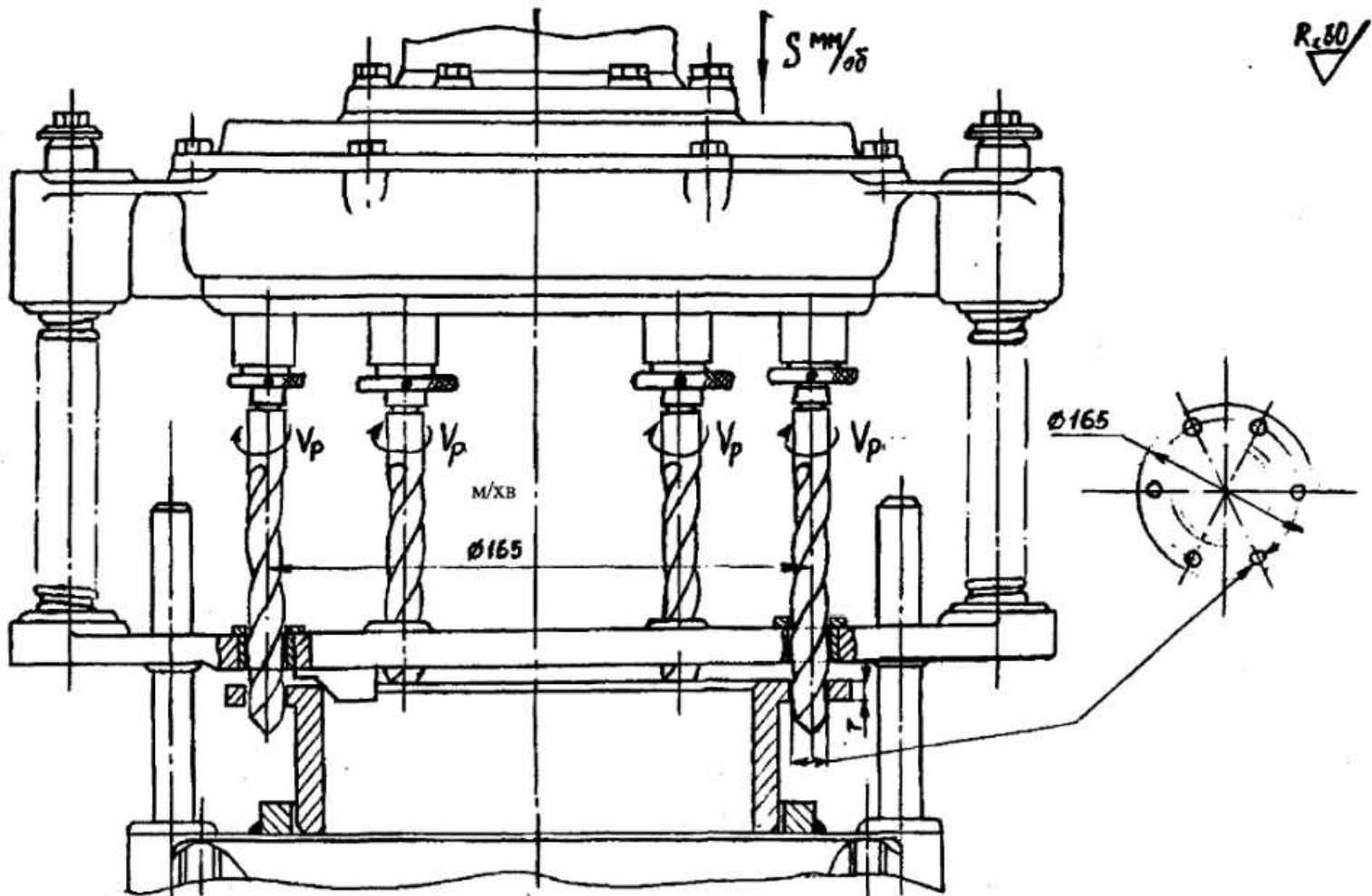


Рисунок 7.7. Схема налагодження агрегатної операції

Приймаємо довжину робочого ходу багатшпиндельної головки рівній найбільшій довжині ходу інструмента, тобто $L_{рх} = 55$ мм.

2. Призначаємо подачу інструментів за один оберт шпинделя (див. додаток):

для свердла $S_0 = 0,30$ мм/об;

для розверток та підрізки $S_0 = 1$ мм/об.

3. Стійкість ріжучих інструментів знаходиться за формулою:

$$T_p = T_m \times \lambda,$$

де T_m - стійкість інструментів наладки машинної роботи верстата;

λ - коефіцієнт часу різання;

$T_m = 160$ хв (див. додаток);

$$\lambda = \frac{L_{різ}}{L_{рх}} = \frac{40}{55} = 0,73$$

Тоді період стійкості інструментів в хвилинах часу різання:

$$T_p = T_m \times \lambda = 160 \times 0,73 = 117 \text{ хв.}$$

4. Знаходимо швидкість головного руху різання при свердлінні,

підрізанні торця та розвертки отвору з таблиць, що вказані в додатку:

для свердла $\varnothing 12$ мм $V = 18$ м/хв (0,3 м/с);

для свердла $\varnothing 7,8$ мм $V = 12$ м/хв (0,2 м/с);

для розвертки $V = 6$ м/хв (0,1 м/с);

для підрізки $V = 20$ м/хв (0,33 м/с)

5. Знаходимо частоту обертів інструментальних шпинделів:

для свердла $\varnothing 12$ мм і $\varnothing 7,8$ мм:

$$n_{12} = \frac{1000 \times V \times 60}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 0,3 \times 60}{3,14 \times 12} = 478 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_{7,8} = \frac{1000 \times 0,2 \times 60}{3,14 \times 7,8} = 490 \text{ хв}^{-1}$$

для розвертки $\varnothing 8$ Н10 мм:

$$n_8 = \frac{1000 \times 6}{3,14 \times 8} = 239 \text{ хв}^{-1}$$

для підрізки: 40 мм

$$n_{40} = \frac{1000 \times 20}{3,14 \times 40} = 159 \text{ хв}^{-1}$$

6. Швидкість руху подачі інструментів, за формулою:

$$V_s = S_0 \times n;$$

для свердла 12 мм:

$$V_s = 0,3 \times 478 = 144 \text{ мм/хв;}$$

для свердла 7,8 мм:

$$V_s = 0,3 \times 490 = 147 \text{ мм/хв;}$$

для розвертки 8НЮ мм:

$$V_s = 1 \times 239 = 239 \text{ мм/хв};$$

для підрізки торця:

$$V_s = 1 \times 159 = 159 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо швидкість руху багатошпindelьної головки за найменшою розрахунковою швидкістю подачі $V_s = 144 \text{ мм/хв}$.

7. Коригуємо частоту обертів розвертки та підрізки в залежності із прийнятою величиною багатошпindelьної головки за формулою:

$$n = \frac{V_s}{S_0}, \text{хв}^{-1}$$

для розвертки та підрізки:

$$n = \frac{144}{1} = 144 \text{ хв}^{-1}$$

Тоді дійсна швидкість головного руху різання цих інструментів:

для розвертки:

$$V_g = \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60} = \frac{3,14 \times 8 \times 144}{1000 \times 60} = 0,06 \text{ м/с (3,62 м/хв)}$$

для підрізки:

$$V_g = \frac{3,14 \times 40 \times 144}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ м/с (18 м/хв)}$$

8. Підсумкова осьова складальна сила різання (див. додаток)

для свердел $\varnothing 7,8 \text{ мм}$ і $\varnothing 12 \text{ мм}$.

$$F_{\text{табл}} = 3000 \text{ Н.}$$

Осьову складальну силу різання для розверток не обчислюємо в зв'язку з малим значенням. Отже $F = 3000 \times 2 = 6000 \text{ Н}$.

9. Підсумкова потужність різання для свердла:

$$P_{\text{табл}} = 1,4 \text{ кВт (при } S_0 = 0,3 \text{ мм/об і } \varnothing 12 \text{ мм)}$$

$$P_{\text{різ}} = P_{\text{табл}} \times \frac{n}{1000} = 1,4 \times \frac{478}{1000} = 0,67 \text{ кВт}$$

Потужність різання для підрізки та розвертки не обчислюємо в зв'язку з малим значенням. Підсумкова потужність різання для двох свердел головки

$$P_{\text{різ}} = 0,67 \times 2 = 1,34 \text{ кВт.}$$

Отже, із врахуванням ккд привода 0,75 потужність електродвигуна силової головки агрегатного верстата складає:

$$P_g = \frac{\sum P_{\text{різ}}}{\eta} = \frac{1,34}{0,75} = 1,787 \text{ кВт}$$

10. Машинний час /знаходимо з найбільш тривалої позиції/, хв:

$$T_M = \frac{L_{\text{рх}}}{V_s} = \frac{55}{144} = 0,382 \text{ хв}$$

11. Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}} + T_{\text{доп4}}, \text{ хв.}$$

$T_{\text{доп1}}$ - допоміжний час на установку та закріплення деталі

$$T_{\text{доп1}} = 0,38 \text{ хв.}$$

$T_{\text{доп2}}$ - допоміжний час, зв'язаний з переходом

$$T_{\text{доп2}} = 0,5 \text{ хв.}$$

$T_{\text{доп3}}$ - допоміжний час на відведення інструменту у вихідне положення та поворот стола на певний кут

$$T_{\text{доп3}} = 0,20 \text{ хв.}$$

$T_{\text{доп4}}$ - допоміжний час на контрольні вимірювання

$$T_{\text{доп4}} = 0,12 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{доп}} = 0,38 + 0,50 + 0,20 + 0,12 = 1,2 \text{ хв.}$$

12. Знаходимо час на обслуговування робочого місця в процентах від оперативного часу (див. в додатку) = 4% від $T_{\text{оп}}$

$$T_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{оп}}}{100} \times 4 = \frac{T_{\text{м}} + T_{\text{доп}}}{100} \times 4 = \frac{0,382 + 1,2}{100} \times 4 = 0,0633 \text{ хв}$$

13. Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби дорівнює 4% від $T_{\text{оп}}$:

$$T_{\text{в}} = 0,0633 \text{ хв.}$$

14. Штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{м}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{в}} = 0,382 + 1,2 + 0,0633 + 0,0633 = 1,71 \text{ хв}$$

Приклад 7.6. Операція 010. Фрезерно-центрувальна. Код 4269.

Деталь – ” Вал-шестірна”

Заготовка - штамповка.

Верстат - Фрезерно-центрувальний МР-7ІМ

Коротка характеристика верстата:

Діаметр установлюваної заготовки в лешатах, мм	25 ... 125
Діаметр застосованих фрез, мм	100 ... 160
Діаметр центрових свердел мм	3 6
Частота обертів шпинделя фрез, об/хв	125, 179, 249, 358, 497,712
Подачі /регулювання безступінчасте/, мм/хв:	
фрезерування	20 ... 400
свердління	20 ... 300
Потужність, кВт:	
фрезерувальних головок	7,5 x 2
свердильних головок	2,2 x 2
Габаритні розміри /довжина x ширина x висота/, мм.:	2640 x 1630 x 1740
Маса, кг.	3000

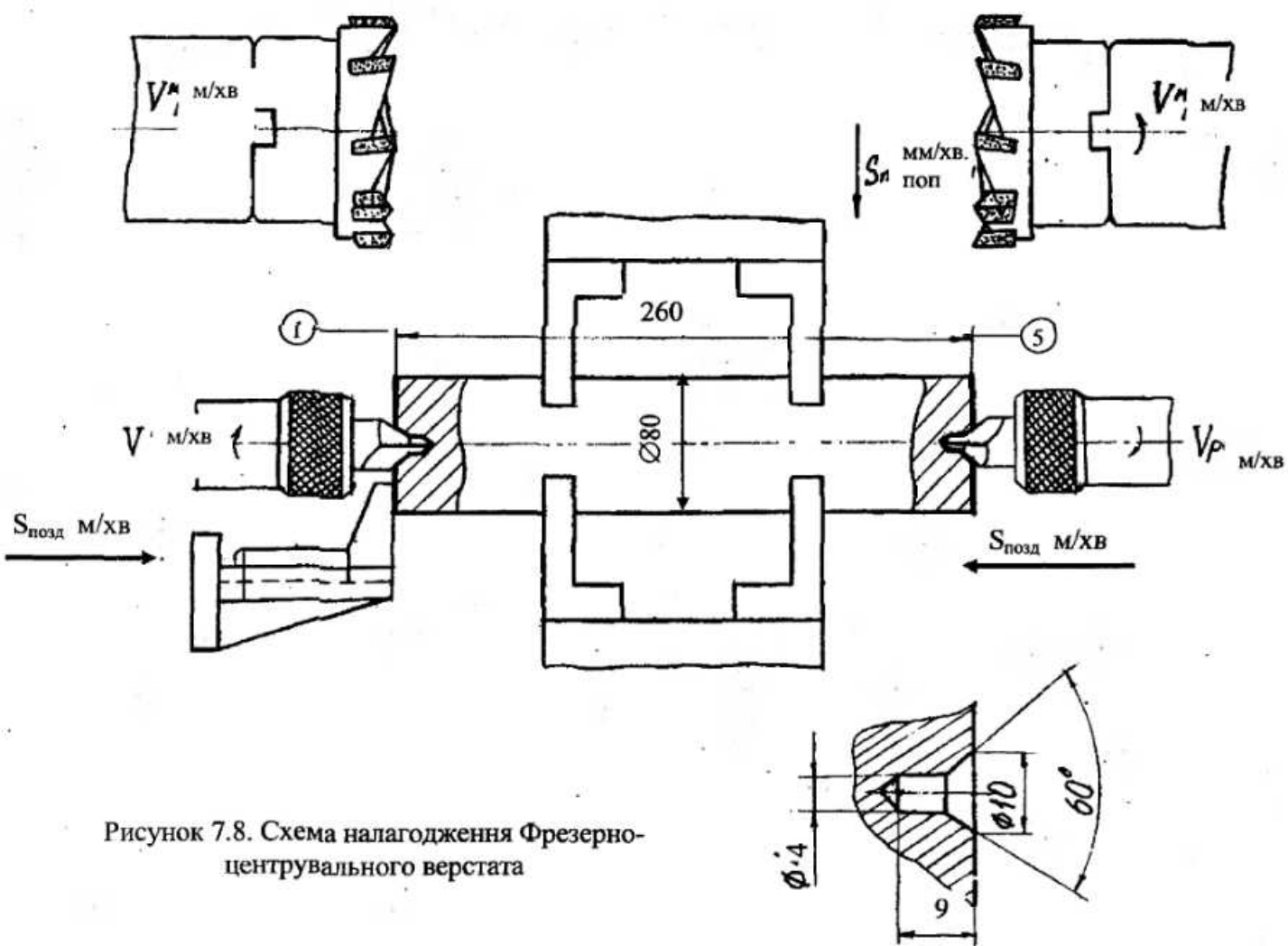


Рисунок 7.8. Схема налагодження Фрезерно-центрального верстата

Ціна, тис.грн.

Технологічна база: поверхня $\varnothing 80h14$.

Зміст операцій:

1. Установити і закріпити заготовку в пристосуванні.
2. Фрезерувати два торці (1) і (5) з двох сторін одночасно.
в розмір $L = 260 \pm 0,65$ мм.
3. Центрувати два отвори $\varnothing 6$ мм на $L = 9$ мм в торцях з двох сторін одночасно.
4. Відкріпити та зняти деталь, покласти в тару.

Пристосування: лещата із самоцентруючими губками призматичної форми з пневмоприводом. Код 306131

Ріжучий інструмент:

1. Торцеві фрези 2 шт $\varnothing 100$ мм; $Z = 10$, матеріал ріжучої частини ТІ5КІО, стійкість $T = 130$ хв, код 381855
2. Центровочні свердла 2 шт., 6 мм., матеріал ріжучої частини Р6М5, стійкість $T = 60$ хв

Допоміжний інструмент:

1. Оправка для фрези - 2 шт, код
2. Цанговий патрон для центровочних свердел - 2 шт, код

Вимірювальний інструмент:

1. Штангенциркуль ШЦ-II-320-0,05 ГОСТ 166-79 код 393311
- МОР – (мастильно-охолоджуюча рідина) - емульсія.

Розрахунок режимів різання на фрезерування торців:

1. Знаходимо глибину різання:

$$t_1 = P_1 = 5 \text{ мм}; \quad t_2 = P_2 = 5 \text{ мм}$$

де P - припуск на обробку торця

2. Подача на зуб $S_z = 0,18$ мм (див. додаток)

$$\text{Подача на оберт } S_o = S_z \times Z = 0,18 \times 10 = 1,8 \text{ мм/об}$$

де Z - число зубів фрези.

3. Швидкість різання при фрезеруванні торців:

$$V_1 = V_T \times K_1 \times K_2 \times K_3 = 130 \times 1,1 \times 1 \times 0,9 = 129 \text{ м/хв (2,15 м/с)}$$

де V_T - табличне значення швидкості (див. додаток) K_1, K_2, K_3 - поправочні коефіцієнти (див. додаток)

4. Частота обертів інструмента:

$$n_1 = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_\phi} = \frac{1000 \times 129}{3,14 \times 100} = 410 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n = 358 \text{ хв}^{-1}$

Коригуємо швидкість різання, виходячи із прийнятої частоти обертів за паспортом:

$$V = \frac{\pi \times D_\phi \times n_{\text{пас}}}{1000} = 1,87 \text{ м/с}$$

5. Потужність, яка споживається на фрезерування торців (див. додаток)

$$P_1 = E \times \frac{V \times t \times Z}{1000} \times K_1 = 1,1 \times \frac{1,87 \times 60 \times 4 \times 10}{1000} \times 1,25 = 6,17 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{теор}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт.} \quad 6,17 < 1,2 \times 6; \quad 6,17 < 7,2$$

Тобто режим обробки вибраний вірно.

6. Знаходимо машинний час:

$$T_{\text{м1}} = \frac{L + y}{S_0 \times n}, \text{ хв}$$

де L - шлях різання мм, дорівнює діаметру кінцевої шийки вала $L = 45$ мм;

y - шлях врізання, мм $y = 24$ мм;

n - частота обертів фрези;

S_0 - подача на оберт фрези.

$$T_{\text{м1}} = \frac{45 + 24}{358 \times 1,8} = 0,107 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на центрування торців

1. Знаходимо глибину різання:

$$t = \frac{D_1}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ мм}$$

2. Подача $S_0 = 0,01 \times d = 0,01 \times 15 = 0,15$ мм/об

3. Стійкість різання інструментом - центрувальним свердлом:

$T = 60$ хв

4. Швидкість різання:

$$V_2 = V_T \times K_1 \times K_2 \times K_3 = 35 \times 0,85 \times 1,15 \times 1 \times 1,2 = 41 \text{ м/хв (0,69 м/с)}$$

5. Частота обертів інструментів:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_1} = \frac{1000 \times 41}{3,14 \times 15} = 870 \text{ хв}^{-1}$$

де D_1 - більший діаметр центрувального свердла = 15 мм (див. додаток)

За паспортом верстата $n = 712 \text{ хв}^{-1}$

Коригуємо швидкість різання:

$$V_2 = \frac{\pi \times D_1 \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 15 \times 712}{1000} = 33,5 \text{ м/хв (0,56 м/с)}$$

6. Потужність, яка споживається на центрування торців

$$P_2 = P_1 \times K_p \times \frac{n}{1000} = 0,7 \times 0,9 \times \frac{712}{1000} = 0,45 \text{ кВт}$$

$$P_{2\text{еф}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 2,2 \times 0,8 = 1,76 \text{ кВт}$$

$$0,45 < 1,2 \times 1,76;$$

$$0,45 < 2,11$$

Тобто режим обробки вибраний вірно.

7. Знаходимо машинний час:

$$T_{\text{м2}} = \frac{L + y}{S_0 \times n}, \text{ хв}$$

де L - шлях різання, мм $L = 9,5$ мм

y - шлях врізання, мм $y = 1,5$ мм

$$T_{M2} = \frac{9,5 + 1,5}{712 \times 0,15} = \frac{11}{106,8} = 0,103 \text{ хв}$$

8. Норма часу на операцію.

Штучний час:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обсл} + T_B, \text{ хв}$$

Машинний час на операцію:

$$T_M = T_{M1} + T_{M2} = 0,107 + 0,103 = 0,21 \text{ хв};$$

Допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} + T_{доп3} = 0,35 + 0,40 + 0,12 = 0,87 \text{ хв}$$

$T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та закріплення деталі

$$T_{доп1} = 0,35 \text{ хв [л.5 с.]}$$

$T_{доп2}$ - допоміжний час, зв'язаний з переходом, $T_{доп2} = 0,40 \text{ хв};$

$T_{доп3}$ - допоміжний час на контрольні вимірювання, $T_{доп3} = 0,12 \text{ хв}$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 0,21 + 0,87 = 1,08 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця, хв.

Приймається 4% від оперативного часу (по додатку)

$$T_{обсл} = \frac{T_{оп}}{100} \times 4 = \frac{1,08}{100} \times 4 = 0,0432 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обсл} + T_B = 0,21 + 0,87 + 0,0432 + 0,432 = 1,167 \text{ хв}$$

Приклад 7.7: Операція 045 Горизонтально-фрезерна, код 1262.

Обладнання: Горизонтально-фрезерний верстат моделі 6Т82Г, код 381612

Коротка характеристика верстата моделі 6Т82Г.

Розміри робочої поверхні стола, мм	320 x 1250
Найбільше переміщення стола, мм	поздовжнє 800
поперечне	250
вертикальне	420
Число швидкостей шпинделя:	горизонтального 18
Частота обертів шпинделя, хв-1	31,5 - 1600
Число робочих подач стола	18
Подача стола, мм/хв: поздовжня, поперечна	25 - 1250
вертикальна	8,3 - 416,6
Швидкість швидкого переміщення стола, мм/хв:	
поздовжнього, поперечного	3000
вертикального	1000
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри: (довжина × ширина × висота)	2305 × 1950 × 1680
Маса, кг	2900
Ціна, тис. грн.	13,5
Технологічна база: торець та діаметр деталі "Серга"	

Зміст операції:

1. Установити та закріпити 8 заготовок в багатомісному пристосуванні.
2. Фрезерувати паз (1) розміром 7НЮ глибиною $15^{+0,3}$ мм.
3. Відкріпити та зняти 8 деталей і покласти в тару.

Пристосування: Спеціальне багатомісне пристосування. Код 396131.

Ріжучий інструмент: Дискова пазова фреза $\varnothing 50$ мм; $B = 7$ мм; $Z = 14$
ГОСТ 3964-84 Р6М5.

Допоміжний інструмент: Оправка для фрези.

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 код 393311
калібр-пробка 7НЮ, код 393110. МОР - емульсія.

Розрахунок режимів різання

Стійкість $T = 45$ хв

Фрезерування паза виконується за один прохід.

1. Глибина різання $t = h = 15$ мм
- де h - глибина паза.
- 2 Призначаємо подачу на зуб $S_z = 0,05$ мм/зуб
3. Період стійкості фрези $T = 0$ хв
4. Визначаємо швидкість різання

Для $D = 50$ мм; $Z = 14$; $B = 7$ мм t до 15 мм; S_z до 0,1 мм/зуб; $V_{\text{табл}} = 35$ м/хв

5. Частоту обертів шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 35}{3,14 \times 50} = 223 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо частоту обертів шпинделя верстата за паспортними даними і установлюємо дійсну частоту обертів: $n = 235 \text{ хв}^{-1}$

6. Дійсна швидкість головного руху різання визначаємо за формулою:

$$V_g = \frac{\pi \times D \times n_g}{1000} = \frac{3,14 \times 50 \times 235}{1000} = 36,9 \text{ м/хв} \approx (0,615 \text{ м/с})$$

7. Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times Z \times n_g = 0,05 \times 14 \times 235 = 165 \text{ мм/хв}$$

Коригуємо цю величину за паспортними даними верстата і установлюємо дійсну швидкість руху подачі $V_s = 190$ мм/хв.

8. Визначаємо потужність, яка застосовується на різання при S_z до 0,12 мм/зуб ширині паза B до 12 мм, глибині паза до 16 мм та хвилинної подачі V_s до 220 мм/хв; $P = 1,3$ кВт

Потужність електродвигуна верстата $P_{\text{дв}} = 7,5$ кВт

$$P_p < P_{\text{дв}} \times \eta; 1,3 < (7,5 \times 0,8); 1,3 < 8,0$$

Отже обробка на даному верстаті можлива.

9. Знаходимо машинний час за формулою:

$$T_o = (L_p / V_s) \times i; L_p = L + y + \Delta$$

Врізання при фрезеруванні дисковою фрезою визначаємо за формулою:

$$y = \sqrt{t \times (D - t)} = \sqrt{15 \times (50 - 15)} = \sqrt{15 \times 35} = \sqrt{525} = 23 \text{ мм}$$

Перебіг $\Delta = 1 \dots 5 \text{ мм}$; приймаємо $\Delta = 3 \text{ мм}$.

Тоді $L = 25 + 23 + 3 = 51 \text{ мм}$

$$T_o = (51/200) \times 8 = 2,04 \text{ хв}$$

на одну "Сергу" $T_o = 2,04/8 = 0,255 \text{ хв}$

10. Визначаємо норму часу на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_m + T_{доп} + T_{обсл} + T_b, \text{ хв}$$

де T_m - машинний час на одну деталь = 0,255 хв

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} + T_{доп3} = 0,43 + 0,36 + 0,16 = 0,97 \text{ хв}$$

$T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та закріплення заготовки в спеціальному пристосуванні = 0,05 хв

$T_{доп2}$ - допоміжний час, зв'язаний з переходом = 0,16 хв

$T_{доп3}$ - допоміжний час на контрольні вимірювання = 0,16 хв

$T_{обсл}$ - час на обслуговування робочого місця: приймається в % від оперативного часу (2...0%);

$$T_{опер} = T_m + T_{доп} = 0,255 + 0,97 = 1,23 \text{ хв}$$

$$T_{обсл} = 0,05 \times T_{оп} = 0,05 \times 1,23 = 0,062 \text{ хв}$$

T_b - час на відпочинок та особисті потреби (4...7%) від $T_{оп}$

$$T_b = 0,05 \times 1,23 = 0,062 \text{ хв.}$$

Отже $T_{шт} = 0,255 + 0,97 + 0,062 + 0,062 = 1,35 \text{ хв}$

Розрахунок $T_{шт.к.}$ штучно-калькуляційного часу

$$T_{шт.к} = T_{шт} + (T_{пз}/n_{зап}), \text{ хв.}$$

де $T_{пз}$ - підготовчо-заключний час складається із трьох груп [карта 54]

1. На налагоджування верстата, інструмента і пристосування [поз.1] = 10хв;
2. На одержання і здавання інструмента та пристосування [поз.7] = 7хв;
3. Допоміжний час [поз.12] при обробці з одного підтримуючого стояка дорівнює 2хв.

Всього $T_{пз} = 10 + 7 + 2 = 19 \text{ хв}$

Штучно-калькуляційний час (розмір партії 100 шт)

$$T_{шт.к} = 1,35 + (19/100) = 1,54 \text{ хв}$$

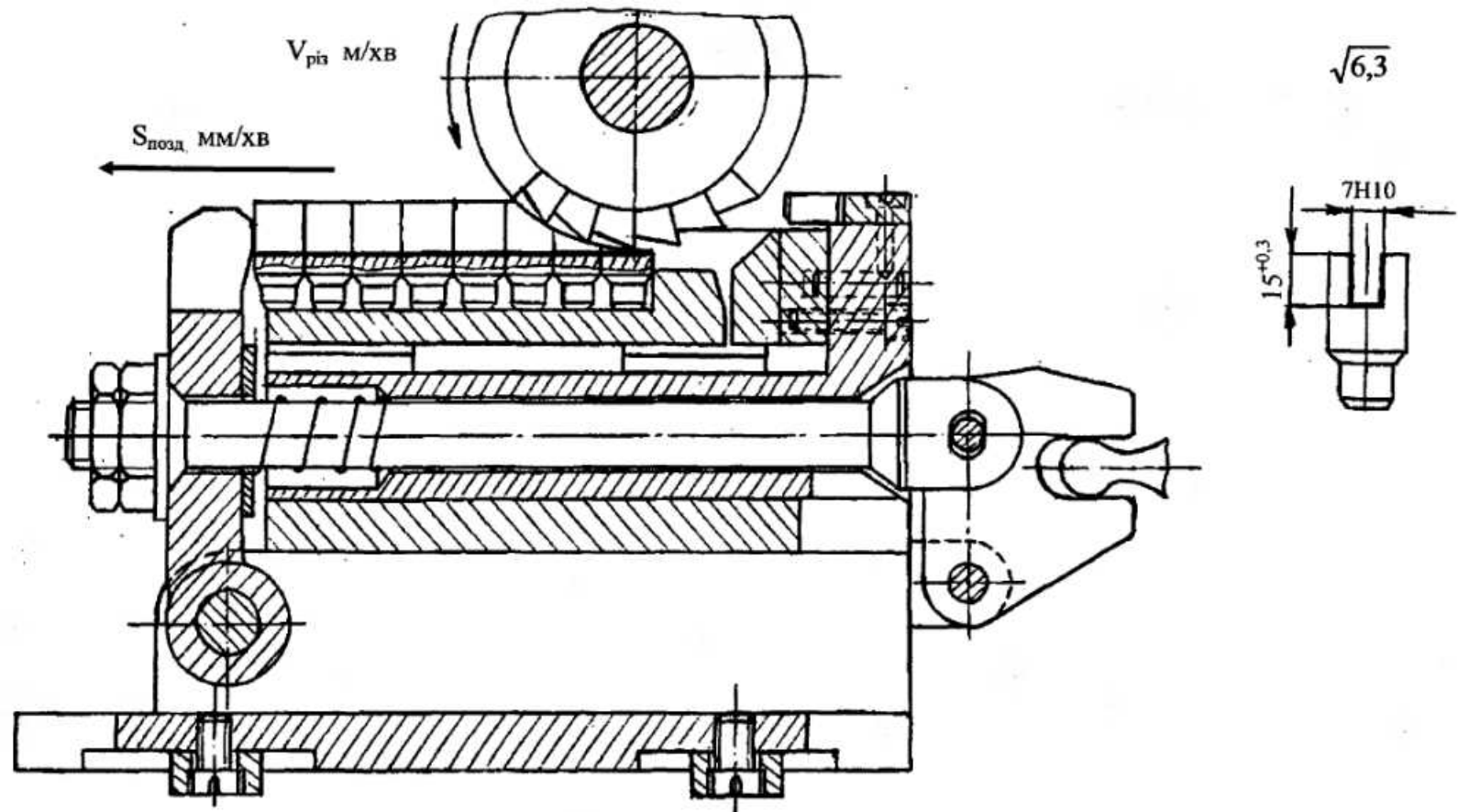


Рисунок 7.9. Схема налагодження горизонтально-фрезерної операції

5. Потужність на різання визначається за формулою:

$$P_{\text{різ}} = F_z \times V = 9545 \times 0,084 = 800 \text{ Вт} = 0,8 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{еф}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 2,2 \times 0,75 = 1,65 \text{ кВт} \quad 0,8 < 1,65$$

Тобто режим обробки вибраний вірно.

6. Знаходимо машинний час визначається за формулою:

$$T_M = \frac{L + L_1 + L_2}{S_{\text{хв позд}}} \times \frac{h}{t_x}$$

де L - шлях різання, довжина шпоночної канавки, мм

$$L = L - d_1, \text{ мм} \quad L = 80 - 8 = 72 \text{ мм}$$

d_1 - діаметр фрези, мм $d_1 = 8$ мм.

$$L_1 = 0,5 \dots 1 \text{ мм}; L_2 = 0$$

h - глибина шпоночної канавки, мм ; $h = 7$ мм.

t_x - глибина різання на кожен хід, мм ; $t_x = 0,3$ мм

Отже:

$$T_M = \frac{72 + 0,5 + 0}{35} \times \frac{7}{0,3} = 48,34 \text{ хв}$$

7. Знаходимо норму часу на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_M + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{в}}, \text{ хв}$$

де T_M - машинний час = 48,34 хв

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час, хв

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}} = 0,35 + 0,36 + 0,16 = 0,87 \text{ хв}$$

$T_{\text{доп1}}$ - допоміжний час на установку та закріплення заготовки в лещатах дорівнює 0,35 хв (див. додаток)

$T_{\text{доп2}}$ - допоміжний час, зв'язаний з переходом дорівнює 0,36 хв

$T_{\text{доп3}}$ - допоміжний час на контрольні вимірювання дорівнює 0,16 хв (див. в таблиці додатку)

$T_{\text{обсл}}$ - час на обслуговування робочого місця: приймається в % від оперативного часу (2...5,5%);

$$T_{\text{опер}} = T_M + T_{\text{доп}} = 48,34 + 0,87 = 49,21 \text{ хв};$$

$$T_{\text{обсл}} = (T_{\text{оп}}/100) \times 4 = (49,21/100) \times 4 = 1,97 \text{ хв};$$

$T_{\text{в}}$ - час на відпочинок та особисті потреби: 4...7% від $T_{\text{оп}}$

$$T_{\text{в}} = (T_{\text{оп}}/100) \times 4 = (49,21/100) \times 4 = 1,97 \text{ хв};$$

Отже $T_{\text{шт}} = 48,34 + 0,87 + 1,97 + 1,97 = 53,15 \text{ хв}.$

Приклад 7.8: Операція 070. Горизонтально-протяжна. Код 4181.

Обладнання: Горизонтально-протяжний верстат моделі 7Б55. Код 381751

Коротка характеристика верстата:

Найбільша тягова сила, кН	100
Найбільша довжина ходу саночок, мм	1250
Швидкість робочого ходу протяжки, м/хв	1,5-11,5
Рекомендуюча швидкість зворотного ходу протяжки, м/хв	20-25
Потужність електродвигуна, кВт	18,5

Габаритні розміри
(довжина, ширина, висота)

6340 x 2090 x 1910

Маса, кг

5200

Ціна, тис. грн.

43

Технологічна база: Отвір $\varnothing 55$ мм та торець.

Зміст операцій:

1. Деталь установити на адаптер, вставити в захват протяжку.
2. Протягнути шпоночний паз (1)
3. Зняти деталь та покласти в тару.

Пристосування: Адаптер

Ріжучий інструмент: Протяжка шпоночна $b = 8$ мм, матеріал Р6М5 ГОСТ 16491-80Е. Код 392302.

Допоміжний інструмент: Патрон для захвату протяжки.

Вимірювальний інструмент: Комплексна пробка.

МОР (мастильно-охолоджуюча рідина) - емульсія.

Призначення режимів різання:

1. Глибина різання $t = h - D = 60 - 55 = 5$ мм.
2. Подача на зуб протяжки $S_z = 0,05$ мм/зуб
3. Швидкість різання:

$$V = V_{\text{табл}} \times K_1 \times K_2 = 10 \times 1,29 \times 1 = 12,9 \text{ м/хв (0,215 м/с)},$$

де $V_{\text{табл}}$ - табличне значення швидкості (див. додаток)

$$V_{\text{табл}} = 10 \text{ м/хв}$$

K_1 - коефіцієнт, враховуючий механічні властивості заготовки = 1,29 ;

K_2 - коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки = 1.

$$4. \text{ Зусилля на повзуні } F_z = F \times \Sigma B$$

де B - периметр різання, мм рівняється довжині оброблюючого контуру заготовки.

F - сила різання на 1 мм довжини леза, $H = 177$ Н.

$\Sigma B = B \times (Z_e / Z_c)$ - найбільша сумарна довжина леза всіх одночасно оброблюючих зубів,

де B - периметр різання, мм рівняється довжині оброблюючого контуру заготовки:

$$B = 5 + 5 + 8 = 18 \text{ мм};$$

Z_c - число зубів в секції протяжки при прогресивній схемі різання, $Z_c = 2$;

Z_e - найбільше число одночасно ріжучих зубів, знаходиться за формулою:

$$Z_e = (L/t) = (50/10) = 5.$$

де L - довжина оброблюючої поверхні = 50 мм;

t - шаг ріжучих зубів = 10 мм;

$$\text{Отже } \Sigma B = B \times Z_e / Z_c = 18 \times 5 / 2 = 45 \text{ мм.}$$

Сила різання:

$$F_z = F \times \Sigma B = 177 \times 45 = 7965 \text{ Н. Тягова сила верстата} = 100000 \text{ Н.}$$

Отже $7965 < 100000$, тобто обробка можлива.

5. Знаходимо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{L + L_1 + L_2}{V \times 1000} \times 1,5, \text{ хв}$$

де $L = L_{\text{р пр}} + L_{\text{дет}} = 300 + 50 = 350 \text{ мм}$;

$L_{\text{р пр}}$ - довжина ріжучої частини протяжки = 300 мм;

$L_{\text{дет}}$ - шлях різання = 50 мм;

$L_1 = 10$ (5 - 20 мм) - шлях врізання (зазор до першого зуба)

$L_2 = 30$ - 50 мм - перебіг протяжки;

$$L_{\text{р х}} = L + L_1 + L_2 = 350 + 20 + 40 = 410 \text{ мм};$$

1,5 - коефіцієнт, враховуючий прискорене повертання протяжки до початкової позиції.

$$T_M = \frac{410}{100 \times 1000} \times 1,5 = 0,0615 \text{ хв}$$

6. Знаходимо норму часу на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_M + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{в}}, \text{ хв}$$

де T_M - машинний час = 0,615 хв;

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час;

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} = 0,15 + 0,23 = 0,38 \text{ хв}$$

$T_{\text{доп1}}$ - допоміжний час на установку та знімання деталі в спеціальному пристосуванні $T_{\text{доп1}} = 0,15 \text{ хв}$;

$T_{\text{доп2}}$ - допоміжний час зв'язаний з переходом = 0,23 хв.

Оперативний час

$$T_{\text{оп}} = T_M + T_{\text{доп}} = 0,0615 + 0,38 = 0,442 \text{ хв}$$

$T_{\text{обс}}$ - час на обслуговування робочого місця (в % від оперативного часу = 4%)

$$T_{\text{обс}} = (T_{\text{оп}} / 100) \times 4 = (0,442 / 100) \times 4 = 0,0177 \text{ хв}$$

$T_{\text{в}}$ - час на відпочинок та особисті потреби (4% від $T_{\text{оп}}$);

$$T_{\text{в}} = (0,442 / 100) \times 4 = 0,0177 \text{ хв}$$

Штучний час знаходимо за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_M + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{в}} = 0,0615 + 0,38 + 0,0177 + 0,0177 = 0,478 \text{ хв}$$

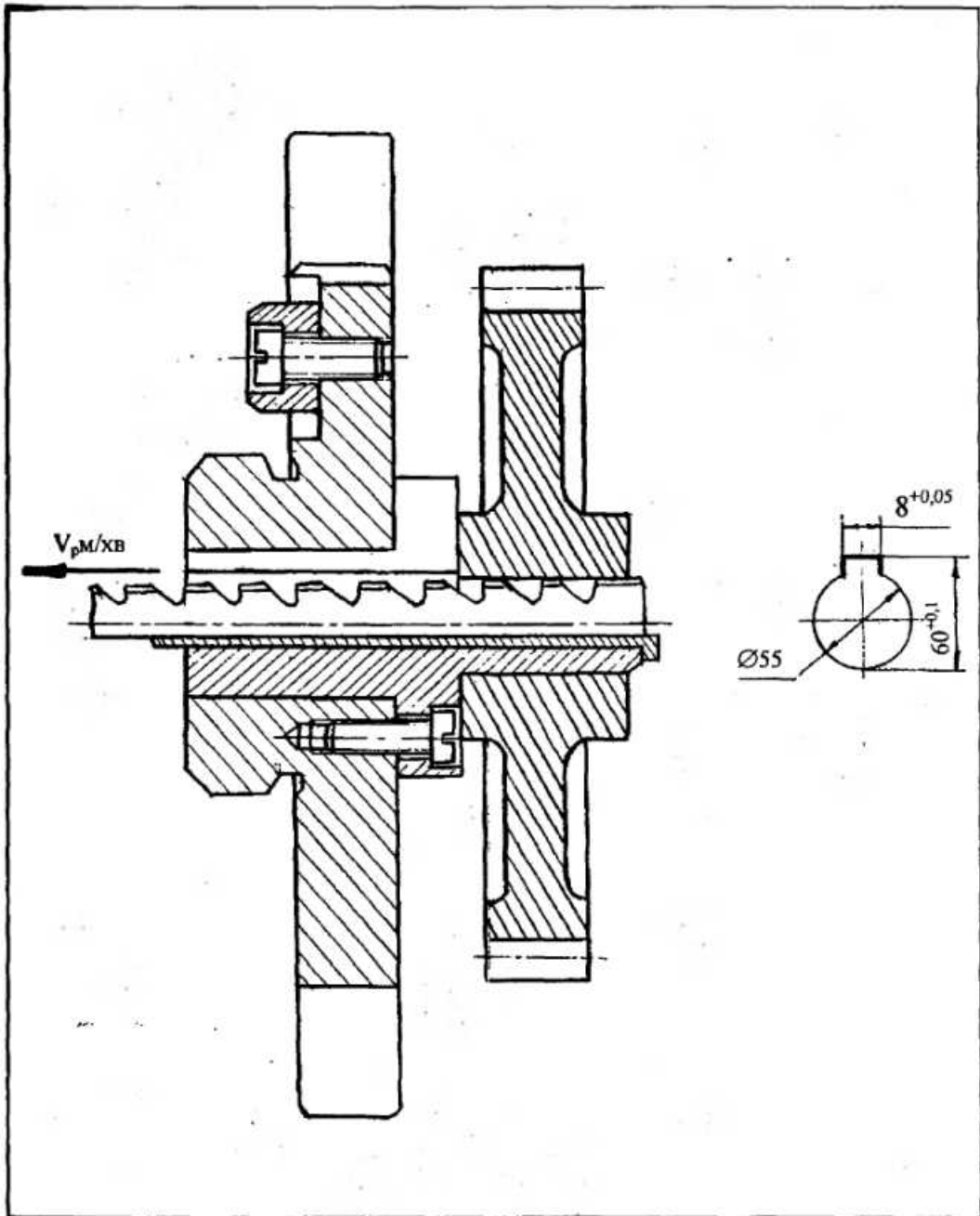


Рисунок 7.10. Схема налагодження Горизонтально-протяжного верстата на протягування шпоночного паза

Так, як виробництво серійне, знаходимо штучно-калькуляційний час

$$T_{штк} = T_{шт} + (T_{пз}/n_{зап}), \text{ хв}$$

де $n_{зап}$ - партія запуску деталей у виробництво = 100 шт

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, хв (див. додаток)

Підготовчо-заклучний час (див. додаток) складається з двох груп.

1. На наладку верстата, інструмента та пристосування із зніманням протяжки = 12 хв;

2. На одержання та повернення в комору інструмента та пристосування дорівнює 5 хв.

$$\text{Разом } T_{пз} = 12 + 5 = 17 \text{ хв} \quad \text{Отже } T_{штк} = 0,478 + (17/100) = 0,648 \text{ хв}$$

Приклад 7.9: Операція 090. Зубофрезерна. Код 4153.

Обладнання: Зубофрезерний верстат моделі 53A50. Код 381572

Коротка характеристика верстата:

Найбільший діаметр оброблюючої заготовки, мм	500
Найбільші розміри нарізуючих коліс:	
Модуль	8
довжина зуба прямозубих коліс, мм	350
Найбільший діаметр установленої черв'ячної фрези, мм	200
Частота обертів шпинделя інструмента, хв ⁻¹	40 – 405
Подача, мм/об. заготовки	
вертикальна або поздовжня	0,75-7,5
радіальна	0,22-2,25
Потужність електродвигуна, кВт	10
Габаритні розміри:	
(довжина, ширина, висота)	2670x1810x2250
Маса, кг	9850
Ціна, тис.грн.	75

Технологічна база: Отвір $\varnothing 30H9$ та торець

Зміст операції:

1. Установити 4 деталі на пристосуванні та закріпити
2. Фрезерувати зуби $m = 4$ мм; $Z = 40$ методом обкатки
3. Відкрити, зняти деталі та покласти в тару

Пристосування: Універсально-переналагоджувача оснастка з оправкою шпоночною та пневмоприводом

Ріжучий інструмент: Фреза черв'ячна модульна $m = 4 \varnothing 80 Z = 9$, матеріал Р6М5, ГОСТ 9324-80, код 391810

Стійкість $T = 240$ хв

Допоміжний інструмент: Оправка для фрези

Вимірювальний інструмент: Штангензубомір ТУ2-034-773-84; Нормалемір ГОСТ 7760-84.

МОР - мастильно-охолоджуюча рідина – сульфозфрезол.

Призначення режимів різання:

1. Знаходимо глибину різання $t = h = 2,2 \times m = 2,2 \times 4 = 8,8$ мм

1. Призначаємо подачу на один оберт нарізуючого зубчастого колеса.

Приймаємо:

$S_{o \text{ табл}} = 2,4$ мм/об при $Z > 25$.

$S_{o \text{ табл}} = 2,0 \dots 2,4$ мм/об (див. таблицю в додатку)

Враховуючи поправочні коефіцієнти на подачу:

$K_{ms} = 0,9$, так як в сталі 45 твердість 220 НВ;

$K_{\beta s} = 0,8$, так як кут нахилу зуба колеса $\beta = 30^\circ$.

Тоді $S_o = S_{o \text{ табл}} \times K_{ms} \times K_{\beta s} = 2,4 \times 0,9 \times 0,8 = 1,72$ мм/об

Коригуємо відносно паспорту верстата $S_o = 1,7$ мм/об.

3. Швидкість різання

$$V = 34 \text{ м/хв} \approx (0,57 \text{ м/с})$$

4. Частота обертів ріжучого інструменту визначається за формулою:

$$n_{\text{фр}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_{\text{фр}}} = \frac{1000 \times 34}{3,14 \times 80} = 90 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n = 90 \text{ хв}^{-1}$

5. Знаходимо потужність, яка витрачається на різання (див. додаток)

Для попереднього нарізання двозаходною фрезою при $S_o = 1,7$ мм/об;

$m = 1$ до 4 мм; $P_{\text{табл}} = 1,6$ кВт.

Вживаючи поправочний коефіцієнт на потужність; кут нахилу зубів колеса

$\beta = 30^\circ$; $K_{\beta p} = 0,95$.

$$P_{\text{різ}} = P_{\text{табл}} \times K_{\beta p} = 1,7 \times 0,95 = 1,615 \text{ кВт}$$

Перевіримо, чи достатня потужність привода, верстата мод. 53А50

$$P_{\text{шп}} = P_{\text{д}} \times \eta = 10 \times 0,65 = 6,5 \text{ кВт};$$

Тобто, $1,615 < 6,5$. Отже обробка можлива.

4 Знаходимо машинний час :

$$T_{\text{м}} = \frac{L \times Z}{n \times S_o \times K}, \text{ хв}$$

Довжина робочого ходу фрези $L = b + L_1$

Врізання та перебіг фрези $L_1 = 50$ мм (див. додаток)

При одночасній обробці в пристосуванні 4 заготовки довжина робочого ходу фрези

$$L = 4b + L_1 = 4 \times 40 + 50 = 210 \text{ мм}$$

Число заходів фрези $K = 2$.

$$T_{\text{м}} = \frac{210 \times 40}{90 \times 1,7 \times 2} = 27,5 \text{ хв}$$

Машинний час на одну заготовку:

$$T_{\text{м1}} = 27,5/4 = 6,88 \text{ хв.}$$

7. Знаходимо норму часу на операцію (на 1 деталь)

$$T_{шт(1)} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_B, \text{ хв}$$

де T_M - машинний час, хв = 27,5 хв на 4 деталі (на 1 деталь) $T_M = 6,88$ хв

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв. на установку та знімання деталі, і зв'язаний з переходом;

$T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та знімання деталі на круглому столі зубофрезерного верстата в пристосуванні (див. додаток) = 0,50 хв; на кожен наступуючу деталь додавати 0,19 хв

$T_{доп2}$ - час зв'язаний з переходом = 0,47 хв.

Допоміжний час на чотири деталі:

$$T_{доп(Д)} = 0,50 + 3 \times 0,19 + 0,47 = 1,54 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця (4 - 10% від $T_{оп}$)

Оперативний час на 4 деталі: $T_{оп} = T_M + T_{доп} = 27,5 + 1,54 = 29,04$ хв

$$T_{обс} = (T_{оп} / 100) \times 5 = (29,04 / 100) \times 5 = 1,452 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби (4 ... 7% від $T_{оп}$)

$$T_B = (29,04 / 100) \times 5 = 1,452 \text{ хв}$$

Штучний час на 4 деталі: $T_{шт} = 27,5 + 1,54 + 1,452 = 31,95$ хв

на одну деталь: $T_{шт} = 31,95 / 4 = 7,99$ хв

8. Знаходимо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт к} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}), \text{ хв}$$

де $T_{шт}$ - штучний час = 31,95 хв

$n_{зап}$ - партія запуску деталей = 100 шт

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, хв

Підготовчо-заклучний час складається з 4-х груп.

1. На наладку верстата, інструмента та пристосування = 29 хв

2. На одержання та здавання інструментів та пристосування = 7,0 хв

3. Додатковий час на наладку верстата = 3,5 хв

4. На пробну обробку деталі = 2,5 хв

Всього $T_{пз} = 29 + 7 + 3,5 + 2,5 = 42,0$ хв

Отже $T_{шт к} = 31,95 + (42 / 100) = 32,37$ хв

Модуль	m	4
Число зуб'ів	z	40
Степінь точності		8X
Кут нахилу зуб'ів шестерні	α	16°
Кут нахилу осі черв'ячної фрези	β	$12^{\circ} 30'$

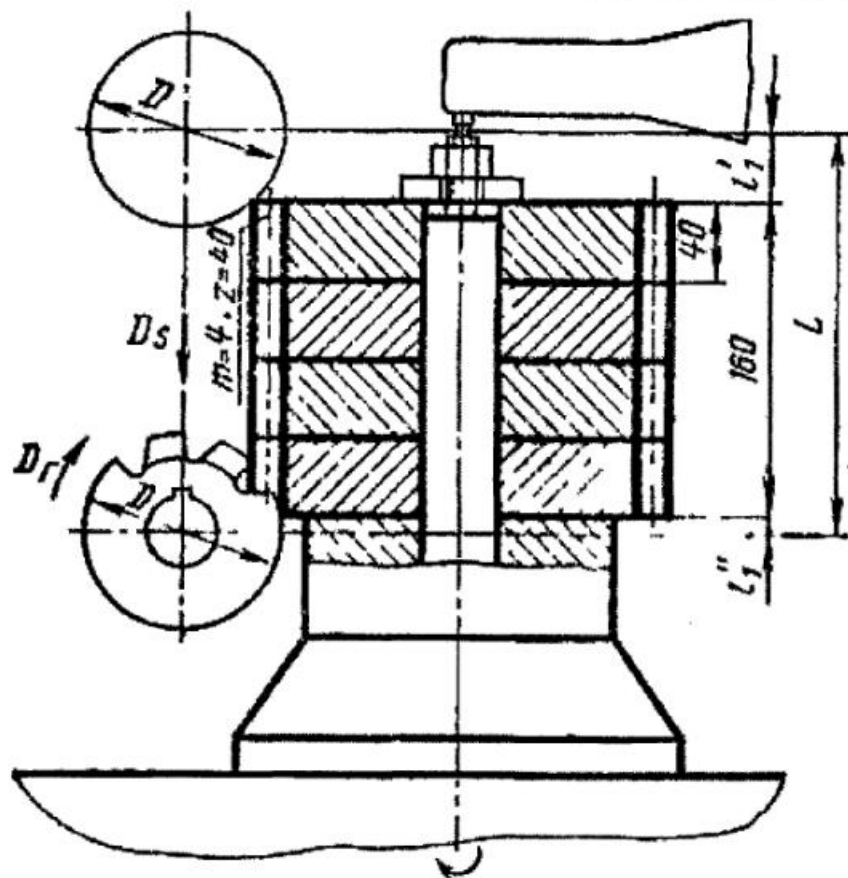


Рисунок 7.11. Технологічна наладка на зубофрезону операцію

Приклад 7.10. Визначення режимів різання на зубофрезерну операцію аналітичним методом

Докладна розробка зубофрезерної операції № 055

Операція 055. Зубофрезерна.

На верстаті 5К324 проводиться нарізання черв'ячною фрезою прямозубого циліндричного зубчастого "Вала – шестерні".

Розрахунок: (згідно нормативів [8]).

1. Вибираємо ріжучий інструмент.

Приймаємо черв'ячну модульну фрезу суцільну з швидкоріжучої сталі Р18. Основні параметри фрези модуля $m=3\text{мм}$ зовнішній діаметр $D=90\text{мм}$, число зуб'їв $Z=9$, кут загострювання передньої поверхні зуб'їв фрези 10° .

2. Назначаємо режим різання.

Нарізаємо зуб'я за один робочий прохід. В цьому випадку глибина різання буде дорівнювати висоті зуба нарізаючого Вала-шестерні $t = h = 2,0 \times 3 = 6\text{ мм}$.

3. Визначаємо подачу на один оберт нарізаючого Вала-шестерні.

Спочатку визначаємо класифікаційну групу, до якої по нормативам відноситься використовуємий зубофрезерний верстат. Верстат 5К324 відноситься до третьої групи верстатів, так як потужність його електродвигуна 10 кВт .

По карті 3 (с.27) встановлюємо подачу.

Для двохзахідної фрези, сталь 40ХН, 170 – 207 НВ, модуль $m=\text{до } 8\text{ мм}$.

Для третьої групи верстатів $S_{o\text{ табл.}}=2,0\dots 2,4\text{ мм/об}$.

Згідно виносці 1. до карти 3. приймаємо верхній діапазон подач.

$S_{o\text{ табл.}}=2,4\text{ мм/об}$. (Так, як число зуб'їв нарізаючого Вала-шестерні $Z > 2,5$).

Враховуємо поправочний коефіцієнт на подачу: $K_{MS}=0,9$, так, як у сталі 40ХН твердість 207НВ: $K_{BS}=0,8$. Тоді $S_o = S_{o\text{ табл.}} \times K_{MS} \times K_{BS} = 2,4 \times 0,9 \times 0,8 = 1,72\text{ мм/об}$.

Коректуємо подачу по паспорту верстата: $S_o = 1,7\text{ мм/об}$.

4. Визначаємо період стійкості фрези

Для чорнової фрези модуль $m = 3\text{мм}$ при обробці заготовки зі сталі 40ХН, рекомендує період стійкості $T = 240\text{ хв}$.

5. Розраховуємо швидкість головного руху різання, допустимого ріжучими властивостями фрези. (карта 5, с.30)

Для чорнового нарізання двохзахідною фрезою при $S_o = 1,7\text{ мм/об}$. і $m = 3\text{мм}$ $V_{\text{табл.}} = 53,5\text{ м/хв}$.

Розраховуємо допустиме число осьових переміщень фрези за час її роботи між двома повторними загострюваннями. Для заданих умов обробки $Z = 30$, та $m = 3\text{мм}$, число осьових переміщень $W = 0$.

Враховуємо поправочні коефіцієнти на швидкість головного руху різання, (Карта 5, с.30): $K_{MV}=0,8$, так, як оброблюваної сталі 40ХН твердість 207НВ. $K_{\beta V}=0,95$, $\beta = 30^\circ$; K_w і K_v в даному випадку на швидкість не впливають.

Тоді $V_u = V_{\text{табл.}} \times K_{MV} \times K_{\beta V} = 53,5 \times 0,8 \times 0,95 = 40,66\text{ мм/хв}$.

Частота обертів фрези, співпадаюча найденій швидкості головного руху різання.

$$n = \frac{1000 \times V_n}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 40,66}{3,14 \times 90} = 144 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів по даним верстату й встановлюємо дійсну частоту обертів: $n = 125 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість головного руху різання.

$$V_s = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 90 \times 125}{1000} = 35,33 \text{ мм/хв.}$$

6. Знаходимо потужність витрачену на різання. (карта 5, с.30)

Для попереднього нарізання двохзахідною фрезою при $S_0=1,7 \text{ мм/об}$ та $m = 7$, $P_{\text{табл}}=1,6 \text{ кВт}$.

Враховуємо поправочний коефіцієнт на потужність : $K_{\text{фр}}=0,95$ останні поправочні коефіцієнти на потужність при даних умовах обробки не впливають.

$$P_{\text{різ}} = P_{\text{табл}} \times K_{\text{фр}} = 1,6 \times 0,93 = 1,52 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність привода верстата. У верстата 5К328.

$$P_{\text{шп}} = P_g \times \eta = 10 \times 0,65 = 6,5 \text{ кВт}$$

$1,52 < 6,5$, тобто обробка можлива

7. Основний час

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_0 \times K}$$

де довжина робочого ходу фрези $L = b + l_1$, мм.

Врізання l'_1 і l''_1 перебіг фрези визначаємо згідно додатку.

Для обробки за один робочий хід при глибині різання $t=2,2 \text{ мм.}$,

$$Z=9, D=90 \text{ мм.}, l_1 = l'_1 + l''_1 = 50 \text{ мм.}$$

Згідно прим. 2. при попередньому зубофрезеруванні табличну величину l_1 можна зменшити на 1,3 мм.

$$\text{Тоді } l_1 = 50 - (1,3 \times 1) = 50 - 1,3 = 48,7 \text{ мм.}$$

Тоді довжина робочого ходу фрези. $L = b + l_1 = (70 \times 1) + 48,7 = 118,7 \text{ мм.}$

Число заходів фрези $k=2$

Основний час витрачаючий на одну заготовку.

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_0 \times K} = \frac{100 \times 30}{125 \times 1,7 \times 2} = 7,06 \text{ хв}$$

8. По нормативам часу на закріплення та зняття деталі на круглому столі зубофрезерного верстата на кінцевій оправці з гайкою при вазі до 3кг. (карта 16. поз.13) дорівнює 0,5 хв., на кожен наступуючу деталь добавляють (поз.63) 0,19 хв.

Час зв'язаний з переходом = 0,47 хв.

Допоміжний час на 2 деталі: $T_{\text{доп}}=0,60+1\times0,19+0,49= 1,28$ хв.

Час на обслуговування робочого місця (карта 45. поз.65) $a_{\text{обл}}=4,5\%$.

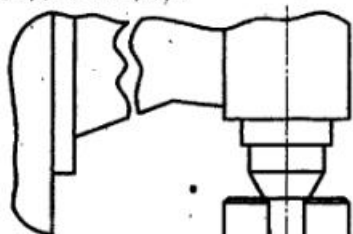
Час на відпочинок і особисті потреби (карта 46) $a_{\text{обл}}=4\%$ Штучний час на 2 деталі:

$$T_{\text{шт}}=(7,06 + 1,28)\times[1+(4,5+40)/100]=9,06 \text{ хв.}$$

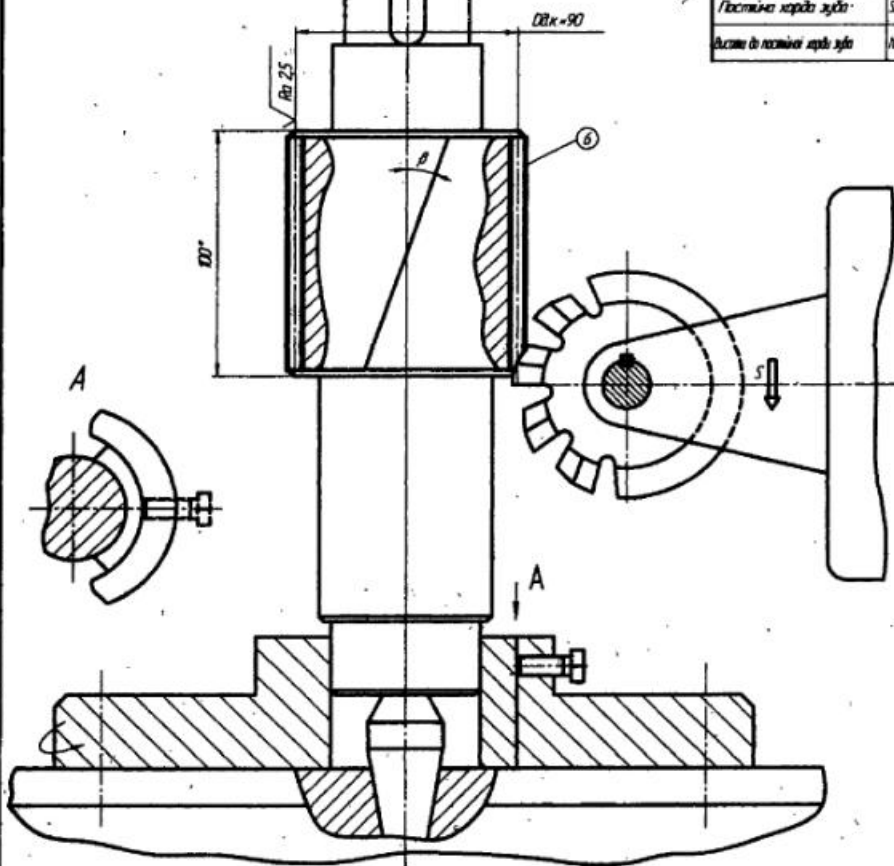
Підготовчо-заклучний час складається з 4 груп.

1. На налагодження верстата, і інструмента й пристосування, (обробка на оправці)=20 хв.
2. На отримання задачі інструмента й пристосування = 4хв. (поз.3)
Допоміжний час на налагодження верстату $T_{\text{доп}}=3,5$ хв.
3. На пробну обробку деталі = 2,5хв. Всього $T_{\text{п.з.}}=20+4+3,5+2,5=30$ хв
4. Штучно-калькуляційний час.

$$T_{\text{ш.к.}}=T_{\text{шт.}}+T_{\text{п.з.}}/n = 9,06+30/200=9,21 \text{ хв}$$



Модуль	m	3
Число зубів	z	30
Кут нахилу	β	10° 15' 47"
Напрявлення леві зуба	-	ліве
Відстань керувальні конуси	-	131,181,21
Висота вимісу ш (D1) В(1)-H1	-	8-8-7-8
Довжина зовнішньої червонки	W	34,16,21
Крок зуба	Pz	134,0
Послідилок червоні зуба	Sz	5,55
Висота до позначки верха зуба	hc	2,99



* Розмір для довідки

Розмір	16	21	24	280	8	2	12,67	12,75
--------	----	----	----	-----	---	---	-------	-------

№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ТЕХНОЛОГІЧНА
 НАЛАДКА

№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Рисунок 7.12. Схема налагодження на Зубофрезерну операцію.

Приклад 7.11: Операція 070. Різьбофрезерна код 4271.

Обладнання: Різьбофрезерний верстат моделі 5Б63, код 381623.

Коротка характеристика верстата:

Діаметр нарізки різьби, мм	M80
Шаг нарізки різьби, мм	5
Найбільша довжина нарізки різьби, мм	50
Частота обертів шпинделя інструмента, хв ⁻¹	160 – 2500
Частота обертів шпинделя заготовки, хв ⁻¹	0,315 – 16
Потужність електродвигуна, кВт	3
Габаритні розміри /довжина, ширина, висота/ ,	1825x1125x1675
Маса, кг	2506
Ціна, грн.	80

Технологічна база: Центрові отвори

Зміст операції:

1. Установити деталь в центрах та закріпити
2. Фрезерувати різьбу М42-8Н довжиною 42 мм
3. Зняти деталь, перевірити розмір, покласти в тару

Приспособування: Центри, код 3928, хомутик

Ріжучий інструмент: Фреза, код 391810, групова різьбова Ø 80; Z = 16; b = 50; W = 30; P6M5. Стійкість T = 100 хв

Допоміжний інструмент: оправка для фрези код ХХХХ

Вимірювальний інструмент: калібр-різьбове кільце М42-8Н код 393140

МОР - мастильно-охолоджуюча рідина - сульфозфрезол

Призначення режимів різання:

1. Подача на зуб фрези $S_z = 0,06$ мм/зуб
2. Швидкість різання $V_{\text{табл}} = 39$ м/хв = 0,65 м/с
Поправочний коефіцієнт на швидкість $K_{\text{mv}} = 1,15$
Тоді $V_i = V_{\text{табл}} \times K_{\text{mv}} = 39 \times 1,15 = 44,8$ м/хв ($\approx 0,75$ м/с)

2. Частота обертів фрези визначається за формулою:

$$n_{\text{ФР}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_{\text{ФР}}} = \frac{1000 \times 44,8}{3,14 \times 80} = 178 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо частоту обертів шпинделя за паспортом верстата та встановлюємо дійсну частоту обертів: $n_d = 160$ хв⁻¹.

Дійсна швидкість різання визначається за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 160}{1000} = 40,8 \text{ м/хв} (\approx 0,75 \text{ м/с})$$

4. Знаходимо частоту обертів шпинделя заготовки за формулою:

$$n_3 = \frac{S_z \times Z \times n_d}{\pi \times d_3} = \frac{0,06 \times 16 \times 160}{3,14 \times 42} = 1,16 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо частоту обертів шпинделя заготовки за даними верстата $n_3 = 1$ хв⁻¹

5. Машинний час визначається за формулою:

$$T_M = \frac{L}{V_3} = \frac{1,25 \times \pi \times d_3}{S_z \times Z \times n_g}, \text{ хв}$$

де L - довжина шляху в напрямленні руху окружної подачі заготовки, мм

$$L = 1,25 \times \pi \times d_3 = 1,25 \times 3,14 \times 42 = 165 \text{ мм}$$

V_3 - швидкість руху окружної подачі заготовки, мм/хв;

$$V_3 = S_z \times Z \times n_g = 0,06 \times 16 \times 160 = 154 \text{ мм/хв}$$

Підставимо у формулу машинного часу отримані значення:

$$T_M = 165 / 154 = 1,08 \text{ хв}$$

6. Знаходимо норму часу на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_{в}, \text{ хв}$$

$$\text{де } T_M = 1,08 \text{ хв}$$

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2};$$

де $T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та знімання деталі = 0,27 хв

$T_{доп2}$ - допоміжний час зв'язаний з переходом = 0,1 хв

$$T_{доп} = 0,27 + 0,10 = 0,37 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 1,08 + 0,37 = 1,45 \text{ хв}$$

$T_{обс п}$ - час на обслуговування робочого місця та особисті потреби (в % від $T_{оп}$)
від 6 до 16%

$$T_{обс п} = (T_{оп} / 100) \times 10 = (1,45 / 100) \times 10 = 0,145 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 1,08 + 0,37 + 0,145 = 1,60 \text{ хв}$$

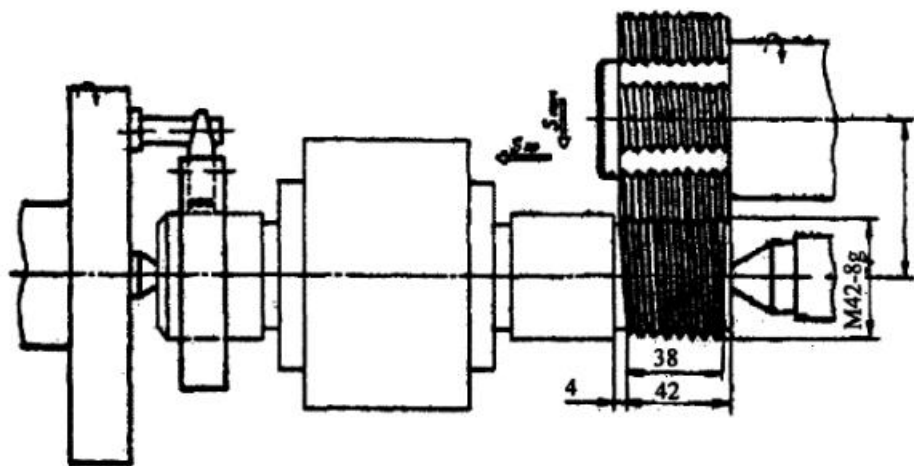


Рисунок 7.13. Схема налагодження різьбофрезерної операції

Приклад 7.12: Операція 095. Круглошліфувальна, код 4131

Обладнання: Круглошліфувальний верстат моделі ЗМ153

Коротка характеристика верстата:

Найбільші розміри заготовки, мм:

Діаметр	140
Довжина	500
Найбільший діаметр шліфування, мм зовнішнього	50
Найбільша довжина шліфування, мм зовнішнього	450
Частота обертів, хв^{-1} , шпинделя заготовки	50 – 1000
Частота обертів шпинделя шліфкруга, хв^{-1}	1900
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм (довжина, ширина)	3070 x 2400
Ціна, тис. грн.	110

Технологічна база: Центрові отвори.

Пристосування: Центри, хомутик (ГОСТ 8742-79, ГОСТ 1345-79)

Ріжучий інструмент: Шліфувальний круг $\varnothing 500 \times 63$ ПВД 24А40НСМ25К8

35 м/с стійкість $T = 20$ хв

Вимірювальний інструмент: Калібр-скоба, код 394460

МОР - мастильно-охолоджуюча рідина - емульсія

Зміст операції:

1. Установити деталь в центрах, закріпити

Шліфувати 2 пов.(1) і (2) одночасно

Призначення режимів різання:

1. Глибина різання:

$$t = (2P/2) = P; \quad t = 0,2 \text{ мм}$$

2. Поперечна подача на двійний хід стола: $S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід.

3. Поздовжня подача на оберт заготовки:

$$S_o = S_d \times V_k = 0,3 \times 63 = 18,9 \text{ мм/об, де } S_d = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Швидкість головного руху різання (шліфувального круга) $V = 35$ м/с.

5. Швидкість руху окружної подачі $V_{\text{окр}} = 35$ м/хв (0,58 м/с)

6. Частота обертів заготовки визначається за формулою:

$$n_3 = \frac{1000 \times V_{3 \text{ окр}}}{\pi \times d_3} = \frac{1000 \times 35}{3,14 \times 40} = 280 \text{ хв}^{-1}$$

7. Швидкість поздовжнього ходу стола визначається за формулою:

$$V_{\text{позд}} = \frac{S_o \times n_g}{1000} = \frac{18,9 \times 280}{1000} = 5,3 \text{ м/хв (0,088 м/с)}$$

Приймаємо $V_{\text{позд}} = 5$ м/хв (0,083 м/с)

8. Знаходимо потужність, затрачену на різання за формулою:

$$P_{\text{різ}} = C_n \times V_d \times t^{XP} \times S_o^{YP} \times d_3^G$$

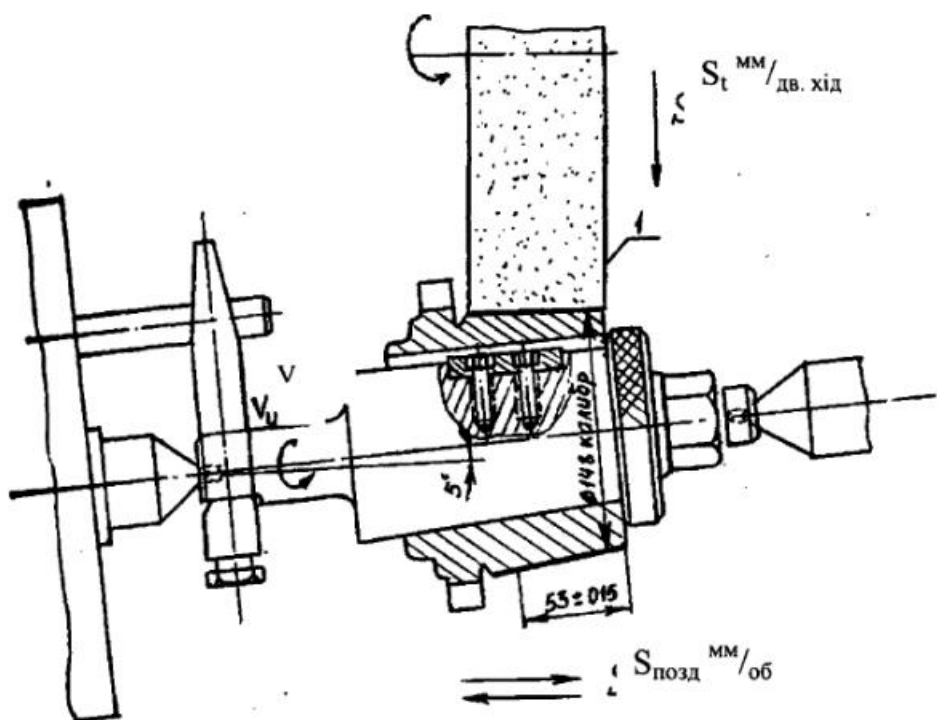


Рисунок 7.14. Схема налагодження круглошліфувальної операції

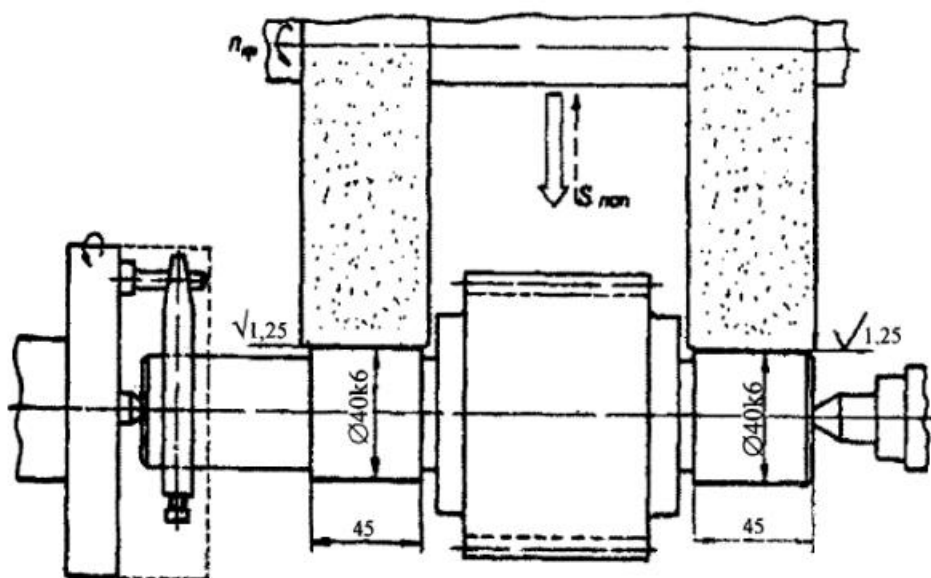


Рисунок 7.15. Схема налагодження круглошліфувальної операції

Відповідно з діючим стандартом проставити у формулі замість V_g, t, S відповідно $V_{окр}, S_x, S_o$:

$$P_{різ} = C_n \times V_{s\text{ окр}} \times S_x^{XP} \times S_o^{YP} \times d_s^g$$

Випишемо із таблиць в додатку коефіцієнти та показники степені формули для круглого зовнішнього шліфування з поперечною подачею на кожний хід стола, обробки сталі:

$$C_n = 2,65; \quad r = 0,5; \quad y = 0,55; \quad g = 0; \quad X = 0,5.$$

$$\text{Тоді } P_{різ} = 2,65 \times 35^{0,5} \times 0,005^{0,5} \times 18,9^{0,55} = 2,65 \times 5,92 \times 0,07 \times 5,05 = 5,5 \text{ кВт.}$$

9. Перевіримо, чи достатня потужність двигуна шліфування шліфувальної бабки у верстаті.

$$P_{шп} = P_m \times \eta = 7,5 \times 0,8 = 6,0 \text{ кВт.}$$

$$P_{різ} \leq P_{шп} \quad (5,5 < 6,0) \text{ тобто обробка можлива.}$$

10. Машинний час визначається за формулою:

$$T_M = \frac{L \times h}{n_g \times S_o \times S_x} \times K, \text{ хв}$$

де L - довжина ходу стола, при перебігу круга на кожену сторону, дорівнює

$$L = 0,5 \times B_k \times L = L_1 + L_2 = 45 + 45 = 90 \text{ мм}$$

h - припуск на сторону = 0,2 мм

K - коефіцієнт точності = 1,4

$$T_M = \frac{90 \times 0,2}{280 \times 18,9 \times 0,005} \times 1,4 = 0,952 \text{ хв}$$

11. Знаходимо норму часу на операцію:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_{в}, \text{ хв}$$

де T_M - машинний час = 0,952 хв

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв

Поправочний коефіцієнт при довгочасній обробці партії деталей менше 0,25 робочої зміни $K_{тв} = 1,52$ (коефіцієнт серійності)

$T_{доп1}$ - час на установку та знімання деталі = 0,26 хв

$T_{доп2}$ - час, зв'язаний з переходом = 0,49 хв

$$T_{доп} = (0,26 + 0,49) \times 1,52 = 1,14 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця (4 ... 10% від $T_{оп}$)

Оперативний час визначається за формулою:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 0,952 + 1,14 = 2,092 \text{ хв}$$

$$T_{обс} = (T_{оп} / 100) \times 5 = (2,092 / 100) \times 5 = 0,105 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 0,952 + 1,14 + 0,105 + 0,105 = 2,302 \text{ хв}$$

Так як виробництво серійне, знаходимо штучно-калькуляційний час:

$$T_{штк} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}), \text{ хв}$$

де $T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час на партію деталей влючас затрати по групу.

1. На наладку верстата, інструмента та пристосування = 10 хв
2. На одержання та здавання інструмента та пристосування = 7 хв
3. Допоміжний час на установку шліфувального круга = 6 хв

Сумарний підготовчо-заключний час:

$$T_{пз} = 10 + 7 + 6 = 23 \text{ хв}$$

$n_{зап}$ - партія запуску дорівнює 100шт

Отже $T_{штк} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}) = 2,302 + (23/100) = 2,532 \text{ хв}$

Приклад 7.13: Операція 85. Внутрішньошліфувальна. Код П32. Деталь "Втулка"

Заготовка - штамповка оброблена на токарній операції

Обладнання: Внутрішліфувальний верстат моделі ЗК227А, код 381312.

Коротка характеристика верстата.

Найбільший діаметр:

установленої заготовки, мм 100

Найбільша довжина:

установленої заготовки при найбільшому діаметрі отвору, мм 1.25

Діаметр шліфуючого отвору, мм 5 - 150

Найбільший хід стола, мм 150

Найбільший діаметр і висота шліфувального круга, мм 80 x 50

Швидкість руху стола, м/в:

при правці шліфувального круга 0,1-2

при шліфуванні 1-7

Частота обертів, хв⁻¹, шпинделя:

внутрішліфувального 9000; 12000; 3000; 22000

бабки, заготовки 30 – 120

Потужність електродвигуна привода шліфувального круга, кВт 1

Габаритні розміри (довжина × ширина), мм 2815 × 1900

Маса, кг. 4300

Ціна, тис. грн. 98,3

Технологічна база: зовнішній діаметр і торець.

Зміст операцій:

1. Установити та закріпити деталь в 3-х кулачковому патроні
2. Шліфувати отвір (1) $\varnothing 50H6^{+0,016}$ мм на довжину $L = 65$ мм
3. Контроль робітником
4. Відкріпити та зняти готову деталь, покласти в тару

Пристосування: Патрон 3-х кулачковий, ГОСТ 8742-84

Ріжучий інструмент: Шліфувальний круг ПВ24А16ПС25К8А 33 мм × 40 мм $L = 45$ мм ГОСТ 2424-83

Вимірювальний інструмент: Калібр-пробка $\varnothing 50H6$ ГОСТ 24961-81

Призначаємо режими різання із таблиць нормативів:

1. Глибина різання $t = L = 0,2$ мм.

2. Визначаємо частоту обертів шліфувального круга при прийнятій швидкості $V_{кр} = 35$ м/с

$$n_{кр} = \frac{1000 \times 60 \times V_{кр}}{\pi \times D_{кр}} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 40} = 16720 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо за паспортними даними верстата 3К227А $n_{кр} = 18000$ хв⁻¹

3. Визначаємо частоту обертів оброблюваної заготовки.

Для діаметра шліфування D_3 до 50мм і сталі 32-51 HRC $n_3 = 200$ хв⁻¹

Рекомендуюча n_3 може бути установлена на верстаті 3К227А з безступінчастим регулюванням частоти обертів шпинделя в межах $n_3 = 100 - 600$ хв⁻¹

4. Швидкість руху колової подачі визначається за формулою:

$$V_{кол} = \frac{\pi \times D_3 \times n_3}{1000} = \frac{3,14 \times 50 \times 200}{1000} = 31,4 \text{ м/хв} \approx 0,52 \text{ м/с}$$

5. Визначаємо швидкість руху поздовжньої подачі $V_{спозд} = 7000$ мм/хв

6. Визначаємо поперечну подачу круга $S_{поп\text{ вх}} = 0,004$ мм/подв хід

7. Визначаємо потужність, витрачену на різання $P_{табл} = 1,8$ кВт

8. Перевіряємо чи достатня потужність приводу шліфувального шпинделя

$$P_{шп} = P_g \times \eta = 4 \times 0,8 = 3,2 \quad P_p \leq P_{шп}; (1,8 < 3,2)$$

Тобто обробка можлива.

9. Машинний час, хв

$$T_M = \frac{2 \times L \times h}{V_{спозд} \times S_{поп\text{ вх}}}, \text{ хв}$$

де L – довжина ходу стола; при перебігу круга на кожен бік, рівний 0,5Вк,
 $L = l = 65$ мм

$$T_M = \frac{2 \times 65 \times 0,2}{7000 \times 0,004} = 0,93 \text{ хв}$$

10. Визначаємо норму часу на операцію

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_v, \text{ хв}$$

де T_M - машинний час, хв - 0,93 хв

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв

$T_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, хв

T_v - час на відпочинок та особисті потреби, хв

11. Визначаємо допоміжний час

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} = 0,19 + 0,95 = 1,14 \text{ хв}$$

де $T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та закріплення деталі $T_{доп1} = 0,19$ хв.

$T_{доп2}$ - допоміжний час, зв'язаний з обробкою отвору $\varnothing 50$ мм $L = 65$ мм

$T_{доп2} = 0,95$ хв

12. Оперативний час визначається за формулою:

$$T_{оп} = T_{м} + T_{доп} = 0,93 + 1,11 = 2,07 \text{ хв}$$

$T_{обс} - (4...8\% \text{ від } T_{оп})$

$$T_{обс} = 0,05 \times 2,07 = 0,10 \text{ хв}$$

$T_{доп} - (4...8\% \text{ від } T_{оп})$

$$T_{доп} = 0,05 \times 2,07 = 0,10 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 0,93 + 1,11 + 0,1 + 0,1 = 2,27 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час

$T_{пз}$ - установка в самоцентруючому патроні - 7,0 хв

Штучно-калькуляційний час

$$T_{штк} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}) = 2,27 + (7/100) = 2,34 \text{ хв}$$

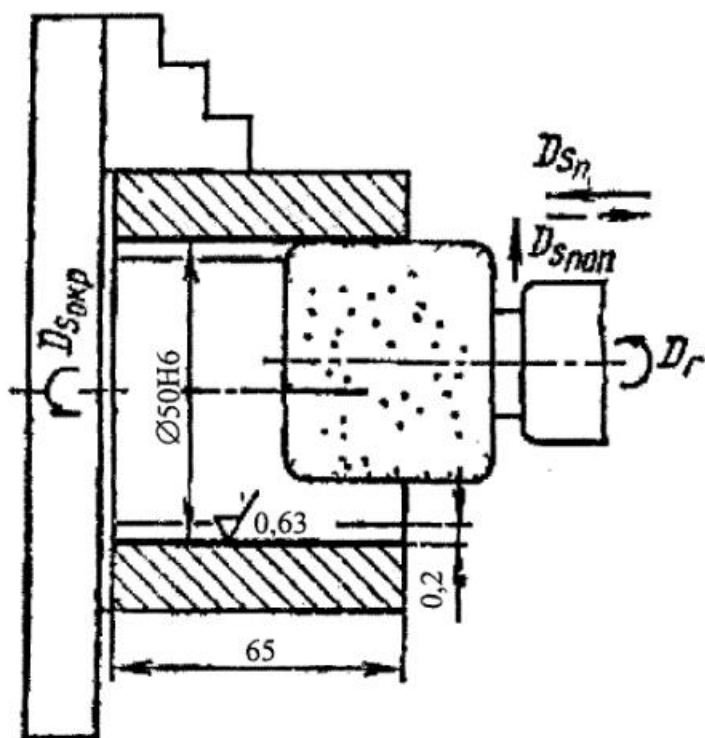


Рисунок 7.16. Схема налагодження внутрішшліфувальної операції

Приклад 7.14: Операція 55. Плоскошліфувальна. Код 4133

Деталь - "Планка"

Заготовка - вирізка із листа оброблена на фрезерній операції

Обладнання: Плоскошліфувальний верстат моделі ЗП722, код 381313

Коротка характеристика верстата

Розміри робочої поверхні стола, мм

1600 x 320

Найбільші розміри обробляючих заготовок, мм

1600 x 220 x 400

Найбільше переміщення стола і шліфувальної бабки, мм	1900
Розміри шліфувального круга, мм	450 x 80 x 203
Частота обертів шпинделя шліфувального круга, хв ⁻¹	1500
Швидкість поздовжнього переміщення стола, м/хв	3 – 15
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	15
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота)	4780 x 2130 x 2360
Маса, кг	8900
Ціна, тис.грн.	160

Технологічна база: площа

Зміст операцій:

1. Установити та закріпити бшт. деталей на електромагнітній плиті
2. Шліфувати пов. (1) до розміру $22_{-0,06}$ мм $B = 100$ мм; $L = 250$ мм
3. Контроль робітником
4. Вимкнути електромагнітну плиту та зняти готову деталь, покласти в тару

Пристосування: Плита електромагнітна.

Ріжучий інструмент: Шліфувальний круг ПП14А25ПСМ27Л1А 35м/с $\varnothing 450 \times 80$

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80

Призначаємо режими різання із таблиць нормативів

1. Глибина різання $t = h = 0,3$ мм
2. Визначаємо частоту обертів шліфувального круга при прийнятій швидкості $V_{кр} = 35$ м/с:

$$n_{кр} = \frac{1000 \times 60 \times V_{кр}}{\pi \times D_{кр}} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 450} = 1486 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо за паспортними даними верстата ЗП722 $n_{кр} = 1500$ хв⁻¹

3. Визначаємо швидкість руху поздовжньої подачі:

$$V_{s \text{ позд}} = 16 \text{ м/хв} (\approx 0,27 \text{ м/с})$$

4. Визначаємо поперечну подачу круга:

Для параметра шорсткості поверхні $Ra = 1,25$ мкм та ширини шліфувального круга $B_k = 80$ мм, $S = 32$ мм/хід стола

5. Визначаємо подачу на глибину на провід $S_{ix} = 0,014$ мм

6. Визначаємо потужність, що витрачається на різання $P_{табл} = 8,4$ кВт

$$P_{шп} = P_g \times \eta = 15 \times 0,85 = 12,75 \text{ кВт}; \quad P_{різ} \leq P_{шп} (8,4 < 12,75)$$

Тобто обробка можлива

7. Визначаємо машинний час, хв

$$T_0 = \frac{H \times L \times h}{1000 \times V_{s \text{ позд}} \times S \times S_{ix} \times g}, \text{ хв}$$

де H - переміщення шліфувального круга в направленні поперечної подачі;

$$H = B_3 + B_k + 5 \text{ мм}$$

B_3 - сумарна ширина шліфуючих поверхонь заготовок установлених на столі;

B_k - ширина круга;

$$H = 2 \times 100 + 80 + 5 = 285 \text{ мм}$$

L - довжина поздовжнього ходу стола, мм;

$$L = L_3 + 10 \text{ мм,}$$

L_3 - сумарна довжина заготовок, установлених на столі

$$L_3 = 3 \times 250 + 10 = 760 \text{ мм;}$$

g - число заготовок на столі верстата = 6 шт

$$T_0 = \frac{285 \times 760 \times 0,3}{43008} = \frac{64980}{43008} = 1,51 \text{ хв}$$

8. Визначаємо норму часу на операцію

$$T_{\text{MT}} = T_{\text{M}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{в}}, \text{ хв}$$

де T_{M} - машинний час, хв = 1,51 хв

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час, хв

$T_{\text{обс}}$ - час на обслуговування робочого місця, хв

$T_{\text{в}}$ - час на відпочинок та особисті потреби, хв

9. Визначаємо допоміжний час

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} = 0,05 + 0,50 = 0,55 \text{ хв}$$

де $T_{\text{доп}}$ - допоміжний час на установку та закріплення деталей $T_{\text{доп1}} = 0,05$ хв

$T_{\text{доп2}}$ - допоміжний час, зв'язаний з обробкою площини $T_{\text{доп2}} = 0,50$ хв

10. Оперативний час визначається за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{M}} + T_{\text{доп}} = 1,51 + 0,55 = 2,06 \text{ хв}$$

$T_{\text{обсл}}$ - (4...8% від $T_{\text{оп}}$)

$$T_{\text{обсл}} = 0,05 \times 2,06 = 0,10 \text{ хв}$$

$T_{\text{доп}}$ - (4...8% від $T_{\text{оп}}$)

$$T_{\text{доп}} = 0,05 \times 2,06 = 0,10 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,51 + 0,55 + 0,10 + 0,10 = 2,26 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час $T_{\text{пз}} = 3,0$ хв

Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{штк}} = T_{\text{MT}} + (T_{\text{пз}} / n_{\text{зан}}) = 2,26 + (3/100) = 2,29 \text{ хв}$$

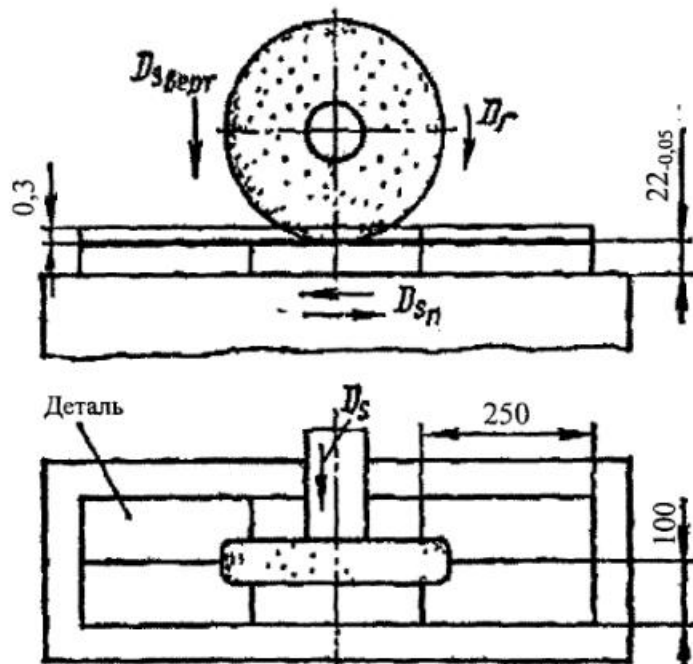


Рисунок 7.17. Схема налагодження плоскошліфувальної операції

Приклад 7.15: Операція 070. Зубодовбальна. Код 4152

Деталь - "Зубчасте колесо"

Заготовка - штамповка оброблена на токарній операції

Верстат зубодовбальний 5122

Коротка характеристика верстата

Найбільший діаметр установленої заготовки, мм	200
Найбільша ширина нарізного зубчастого колеса, мм	50
Найбільший модуль нарізного зубчастого колеса, мм	5,0
На найбільший діаметр установлюючого довб'яка, мм	100
Число подвійних ходів інструмента за хвилину	200 - 850
Кругова подача, мм/подв.хід.	0,16 - 1,6
Радіальна подача, мм/подв.хід.	0,003 - 0,286
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3,0
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота)	2000 x 1450 x 1965
Маса, кг	4400
Ціна, тис.грн.	70

Технологічна база: отвір і торець.

Зміст операції:

1. Установити та закріпити заготовку в пристосуванні
2. Довбати зуб'я на пов. (1) $m = 5$ мм, $z = 20$ штук
3. Контроль робітником
4. Відкріпити та зняти готову деталь, покласти в тару

Пристосування: Пристосування з пневмозатискачем

Ріжучий інструмент: Довбач зуборізний. $m = 5$ дисковий прямозубчастий із швидкоріжучої сталі Р18 (Р6М5)

Кут заточки по передній поверхні зубів чистового довбача $\gamma_3 = 5^\circ$

Вимірювальний інструмент: Нормалемір ГОСТ 7760-81 Штангензубомір ТУ2-034-773-84

Призначаємо режими різання із таблиць нормативів

1. Знаходимо глибину різання в залежності від припуску на обробку:

$$t = h = 2,2 \times m = 2,2 \times 5 = 11 \text{ мм}$$

2. Призначаємо колову подачу (подачу обкатки) [к.13].

Для параметра шорсткості оброблюючої поверхні $Ra = 2,5$, матеріалу заготовки сталі 45

$$S_{\text{табл}} = 0,22 \dots 0,25 \text{ мм/подв хід}$$

Враховуючи поправочний коефіцієнт на подачу [к.14]

$K_{MS} = 0,9$ так як матеріал нарізного колеса - сталь 45, НВ207,

$$S = S_{\text{табл}} \times K_{MS} = (0,22 \dots 0,25) \times 0,9 = 0,2 \dots 0,225 \text{ мм/подв.хід}$$

Приймаємо $S = 0,20$ мм/подв.хід, так як число зубів нарізного колеса менше 25.

Радіальна подача $S_{\text{рад}} = 0,1 \dots 0,3$ мм/подв хід

Приймаємо $S_{\text{рад}} = 0,2 \times S = 0,2 \times 0,2 = 0,04$ мм/подв хід

Коригуємо по даним верстата, приймаємо $S_{\text{рад}} = 0,036$ мм/подв. хід

3. Призначаємо стійкість довбача

Для дискового довбача рекомендується період стійкості $T = 240$ хв

4. Визначаємо швидкість головного руху різання [к.14] $V_{\text{табл}} = 39$ м/хв

Враховуючи поправочний коефіцієнт на швидкість $K_{MV} = 0,9$

$$V_i = V_{\text{табл}} \times K_{MV} = 39 \times 0,9 = 35 \text{ м/хв} (\approx 0,58 \text{ м/с})$$

5. Визначаємо число подвійних ходів довбача за 1 хв, відповідне знайдений швидкості головного руху різання:

$$K = \frac{1000 \times V_i}{2 \times L}; \text{ подв хід/хв}$$

довжина ходу довбача $L = b + L_1$

де L_1 - перебіг довбача на два боки.

При ширині вінця до 51 мм $L_1 = 8$ мм

$$L = 45 + 8 = 53 \text{ мм};$$

$$K = \frac{1000 \times 35}{2 \times 53} = 330 \text{ подв хід/хв}$$

Коригуємо число подвійних ходів довбача за паспортними даними верстата і установлюємо дійсне число подвійних ходів $K_g = 305$ подв хід /хв

6. Дійсна швидкість головного руху різання

$$V_g = \frac{2 \times L \times K_g}{1000} = \frac{2 \times 53 \times 305}{1000} = 32,33 \text{ м/хв} (\approx 0,54 \text{ м/с})$$

7. Потужність, витрачена на різання

[табл.4.29]

$P = 1,8$ кВт при круговій подачі $S_{кр} = 0,2$ мм/подв хід та модулі $m = 5$ мм
 $P_{дв} = 3,0$ кВт, якщо $P < P_{дв} \times \eta$; ($1,8 < 3 \times 0,8$)
 Тобто обробка можлива

8. Машинний час на обробку зубів визначаємо за формулою:

$$T_M = \frac{\pi \times m \times Z}{K_g \times S} \times i + \frac{h_1}{K_g \times S_{рад}}, \text{ хв}$$

де Z - число зубів нарізного колеса;

K_g - число подвійних ходів довбача за 1 хв;

S - кругова подача, мм/подв.хід;

i - кількість робочих ходів;

h_1 - висота нарізного зуба колеса, мм;

$S_{рад}$ - радіальна подача, мм/подв хід

$$T_M = \frac{3,14 \times 5 \times 20}{305 \times 0,2} \times 1 + \frac{45}{305 \times 0,04} = 5,15 + 3,69 = 8,84 \text{ хв}$$

9. Знаходимо норму часу на операцію:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_v,$$

де T_M - машинний час, хв = 8,84 хв

$T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та знімання деталі на круглому столі зубодовбального верстата в пристосуванні = 0,50 хв;

$T_{доп2}$ - час зв'язаний з переводом = 0,47 хв

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} = 0,50 + 0,47 = 0,97 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 8,84 + 0,97 = 9,81 \text{ хв}$$

Норма часу на обслуговування робочого місця (4 – 7% від $T_{оп}$):

$$T_{обс} = 0,05 \times T_{оп} = 0,05 \times 9,81 = 0,49 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби (4...7% від $T_{оп}$):

$$T_v = 0,05 \times 9,81 = 0,49 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 8,84 + 0,97 + 0,49 + 0,49 = 10,79 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{штк} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}), \text{ хв}$$

де $T_{шт}$ - штучний час = 10,79 хв

$n_{зап}$ - партія запуску деталей = 100 шт

$T_{пз}$ - підготовчо-заключний час, хв

Підготовчо-заключний час складається із 4-х груп

1. На наладку верстата, інструмента та пристосування = 27 хв

2. На одержання та здавання інструментів та пристосування = 7 хв.

3. Додатковий час на наладку верстата = 3,5 хв

4. На пробну обробку деталей = 2,5 хв

Всього $T_{пз} = 27 + 7 + 3,5 + 2,5 = 40$ хв

Отже $T_{штк} = 10,79 + (40/100) = 11,19$ хв

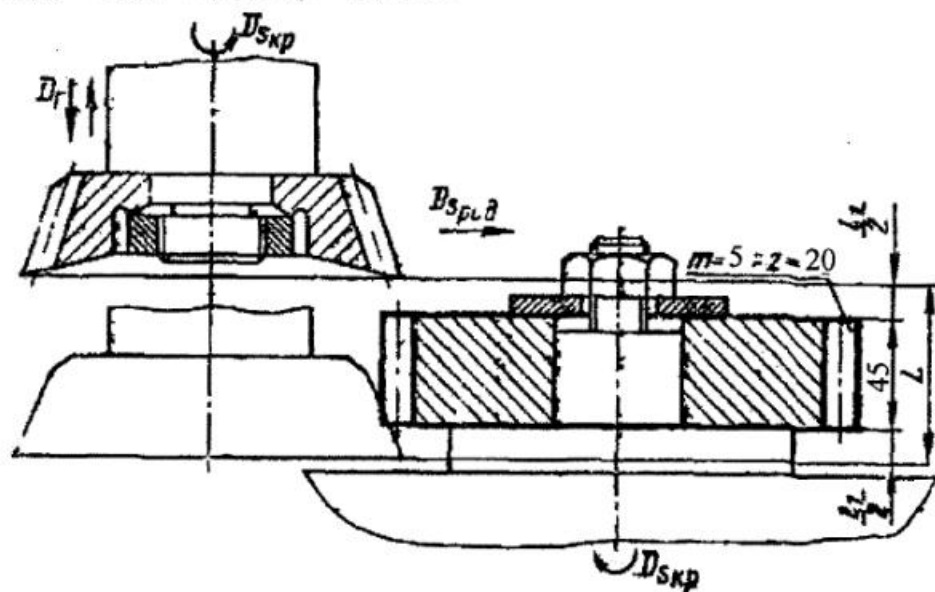


Рисунок 7.18. Схема налагодження зубодовбальної операції

Приклад 7.16: Операція 90. Зубостругальна. Код 4154

Деталь - "Колесо зубчасте"

Заготовка - штамповка оброблена на токарній операції

Верстат зубостругальний напівавтомат для конічних коліс з прямим зубом моделі 5С276П

Коротка характеристика верстата

Найбільший діаметр оброблюючого колеса при передаточному відношенні пари 10:1, мм	500
Найбільший модуль оброблюючих коліс, мм	10
Найбільша ширина зубчастого вінця, мм	80
Число зуб'їв нарізних коліс, шт	10-150
Конусна відстань, мм	250
Частота подвійного руху інструмента за 1 хвилину	42 – 400
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	10
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота)	2700 x 2375 x 2075
Маса, кг	9000
Ціна, тис.грн.	150

Технологічна база: отвір, шпоночний паз і торець

Зміст операції:

1. Установити та закріпити заготовку на оправці
2. Стругати зуб'я на конічній поверхні (1) $m = 3$ мм, $Z = 10$ шт
3. Контроль робітником
4. Відкріпити та зняти готову деталь, та покласти в тару

Пристосування: Оправка.**Ріжучий інструмент:** Різці зубостругальні ГОСТ 5392-80

$m = 3$ мм; $B = 18,27$ мм; $H = 33$ мм; $K = 25,85$ мм; $h = 7,6$ мм; $S_B = 1,2$ мм;
 $L = 75$ мм P6M5

Вимірювальний інструмент: Штангензубомір ТУ2-034-773-84.**Призначаємо режими різання із таблиць нормативів**

1. Глибина різання

$$t = h = 6,6 \text{ мм}$$

h - висота зуба = 0,6 мм.

2. Частота руху різців:

$$n = \frac{1000 \times V}{2 \times L_{px}} = \frac{1000 \times 9}{2 \times 30} = 150 \text{ подв хід/хв}$$

де V - швидкість різання вибираємо із

[таблиці 11.5]

При обробці деталі із сталі 40ХН, твердість HB269

$\sigma_{To} = 951$ МПа трапецієвидним різцьом $V = 9$ м/хв

Довжина робочого ходу різця:

$$L_{px} = b + (5 \dots 10) \text{ мм}$$

де b - ширина зубчастого вінця, мм = 22

$$L_{px} = 22 + 8 = 30 \text{ мм}$$

3. Число подвійних ходів різців n' , необхідних для обробки профіля одного зуба колеса

$$n' = (h/M) = (6,6/0,152) = 43,42 \text{ подв хід}$$

де M - ширина різку одного різця = 0,152 мм [табл.11.8]

4. Сумарне число подвійних ходів різців, необхідне для обробки профілю зуба за один цикл.

$$n'' = n' \times \frac{360^\circ}{220^\circ} \times \frac{5}{4} = 43,42 \times \frac{360^\circ}{220^\circ} \times \frac{5}{4} = 88,8 \text{ подв. хід}$$

де 220° - кут обертання копіру подачі при чистовому нарізуванні зуб'їв

на кут $360^\circ - 220^\circ = 140^\circ$ повертається копір при підведенні, діленні та відведенні заготовки; він залежить від конструкції копіру подачі верстата.

Коефіцієнт $5/4$ являється постійним і враховує втрати часу при реверсуванні люльки верстата

5. Час обробки одного зуба визначається за формулою: [табл.11.9]

$$t_z = \frac{n'' \times 60}{n} = \frac{88,8 \times 60}{150} = 35,53 \text{ с}$$

6. Машинний час визначається за формулою:

$$T_M = \frac{Z \times t_z}{60} = \frac{40 \times 35,53}{60} = 23,7 \text{ хв}$$

де Z - число зубів в деталі = 40 шт

7. Знаходимо норму часу на операцію:

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс} + T_B$$

де T_M - машинний час, хв = 23,7 хв

$T_{доп1}$ - допоміжний час на установку та знімання деталі на оправці = 0,35 хв

$T_{доп2}$ - час зв'язаний з переходом = 0,42 хв

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} = 0,35 + 0,12 = 0,77 \text{ хв}$$

Оперативний час визначається за формулою:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 23,7 + 0,77 = 24,47 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця (4...6% від $T_{оп}$):

$$T_{обс} = 0,05 \times 24,47 = 1,22 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби (4...6% від $T_{оп}$):

$$T_B = 0,05 \times 24,47 = 1,22 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою:

$$T_{шт} = 23,7 + 0,77 + 1,22 + 1,22 = 26,91 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою:

$$T_{штк} = T_{шт} \times (T_{пз} / n_{зап}), \text{ хв}$$

де $T_{шт}$ - штучний час = 26,91 хв

$n_{зап}$ - партія запуску деталей = 100 шт

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, хв

Підготовчо-заклучний час складається із 4-х груп

1. На наладку верстата, інструмента та пристосування = 24 хв;
2. На одержання та здавання інструментів та пристосування = 6 хв;
3. Додатковий час на наладку верстата = 3,0 хв
4. На пробну обробку деталей = 2,5 хв.

Всього $T_{пз} = 24 + 6 + 3,0 + 2,5 = 35,5$ хв; $T_{штк} = 26,91 + (35,5/100) = 27,27$ хв.

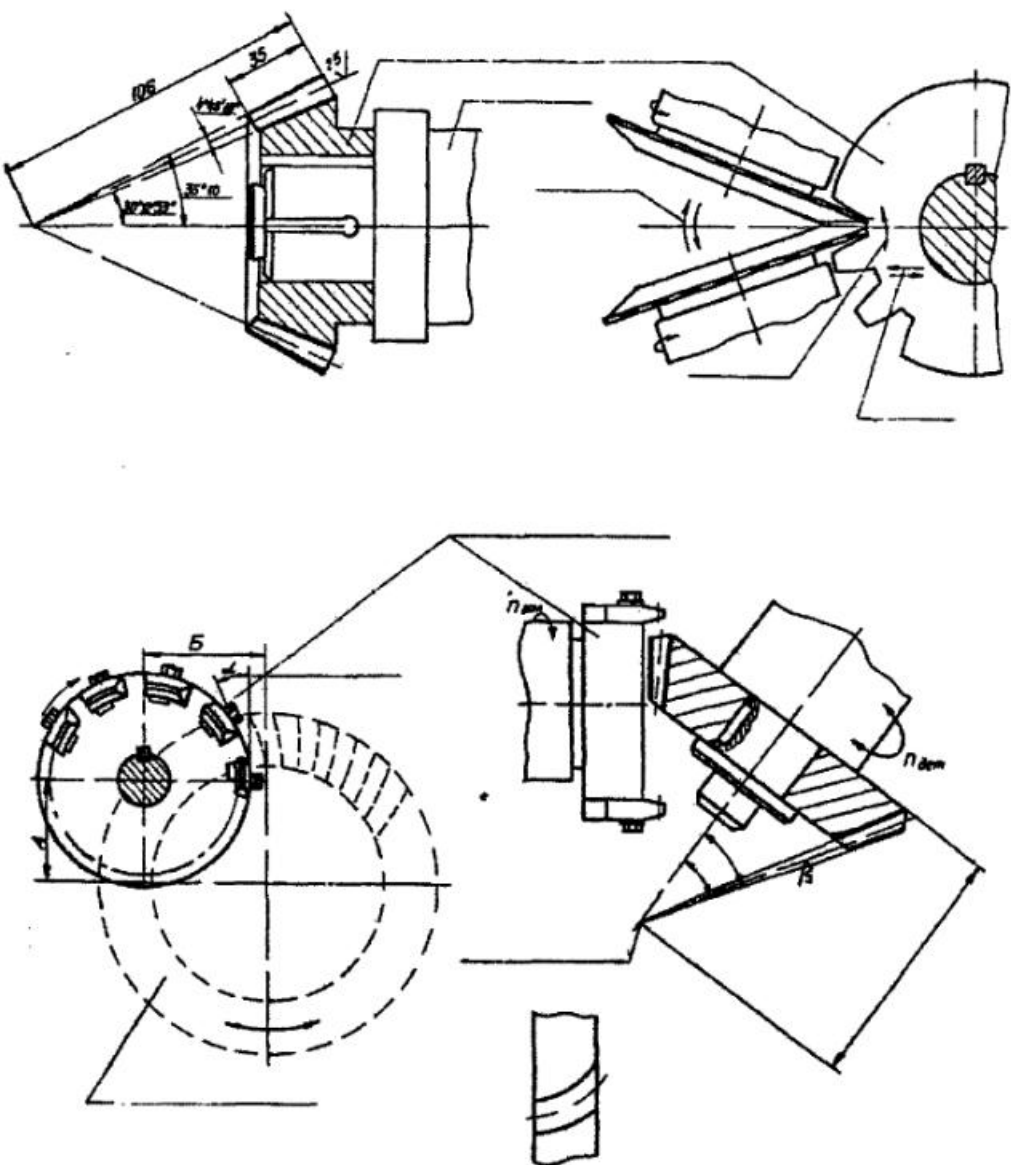


Рисунок 7.19. Схема наладки на зубостругальну операцію

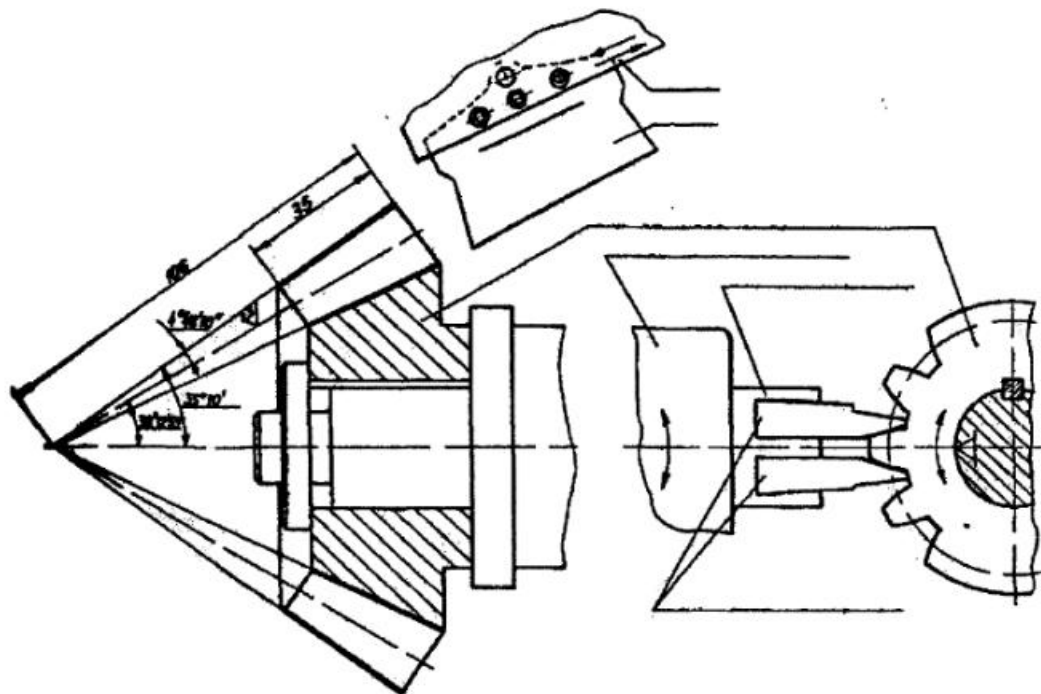


Рисунок 7.20. Схеми наладок на зубостругальну операцію

Приклад 7.17: Операція 45. Зубошевінгувальна. Код 4157

Деталь - "Вал-шестірня"

Верстат - Зубошевінгувальний верстат моделі 5702В. Код 381574

Коротка характеристика верстата

Найбільший розмір оброблюючого колеса:

діаметр, мм 320

довжина зуба, мм 100

Модуль оброблених коліс, мм 1,5 – 6

Найбільший кут обертання шеверної головки в обидва боки від горизонтального положення 39°

Частота обертів шпинделя інструмента, хв⁻¹ 63 - 500

Осьова (поздовжня) подача інструмента, мм/хв 18 – 300

Радіальна подача, мм/хід стола 0,02 - 0,06

Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт 3,0

Габаритні розміри (довжина x ширина x висота) 1820 x 1500 x 2120

Маса, кг 5300

Ціна, тис.грн. 98600

Технологічна база: центрові отвори та торець

Зміст операції:

1. Установити деталь та закріпити на оправці
2. Нарізати зуб'я на поверхні (1) $m = 5$ мм, $Z = 12$ шт
3. Контроль робітником
4. Відкрити та зняти готову деталь, покласти в тару

Пристосування: Торцьове повідкове пристосування з плаваючим центром
Центр обертовий.

Ріжучий інструмент: Шейвер дисковий $\varnothing 210$ мм $Z = 34$ $m = 5$ мм Р6М5.

Вимірвальний інструмент: Нормалемір ГОСТ 7760-81.

Штангензубомір ТУ2-034-773-84

Призначасмо режими різання із таблиць нормативів

1. Глибина різання

$$t = 2 \times m = 2 \times 5 = 10 \text{ мм}$$

2. Поздовжню подачу, мм/об вибираємо із [таблиці 5.3]

$$S_o = 0,4 - 0,6 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S_o = 0,5$ мм/об

3. Радіальну подачу, мм/позд.хід вибираємо із [таблиці 5.3]

$$S_{\text{рад}} = 0,04 - 0,05 \text{ мм/позд хід}$$

Приймаємо $S_{\text{рад}} = 0,05$ мм/позд хід

4. Колова швидкість шейвера м/хв вибираємо із [таблиці 5.4] $V = 105$ м/хв

5. Стійкість шейвера вибираємо із [таблиці 5.5] $T = 25$ хв

6. Визначаємо частоту обертів шейвера за формулою:

$$n = 1000 \times V_o / (\pi \times d_{\text{ш}}) = 1000 \times 105 / (3,14 \times 240) = 139 \text{ хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_g = 160$ хв

де $d_{\text{ш}}$ - діаметр шейвера = 240 мм

7. Швидкість подачі:

$$V_{\text{схв}} = S_o \times Z_o \times n / Z = 0,5 \times 34 \times 160 / 12 = 227 \text{ мм/хв}$$

де Z_o - число зубів шейвера = 34

Z - число зубів деталі = 12

8. Загадане число робочим ходів на обробку зубів

$$K_o = 1,37 \times \Delta S / S_{\text{рад}} + K_x \text{ заг роб хід/хв}$$

де ΔS - припуск на товщину зуба, мм = 1 мм

K_x - число одинарних робочих ходів без радіальної подачі [карта 26]

$$K_o = 1,37 \times 1 / 0,05 + 1 = 31,0 \text{ заг роб хід/хв}$$

Довжина робочого ходу верстата дорівнює довжині зуба вал-шестерні, крім фасок

$$L = L_b - 2 \times L_{\text{ф}} = 80 - (2 \times 2) = 76 \text{ мм}$$

9. Машинний час, хв:

$$T_M = L \times K_o / V_{\text{схв}} = 76 \times 31 / 227 = 10,38 \text{ хв}$$

10. Визначаємо норму часу на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_M + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс відр}} \text{ хв.}$$

до T_M - машинний час, хв = 10,38 хв

$T_{доп}$ - допоміжний час на установку та закріплення деталі на круглому столі [карта 27] = 0,46 хв

Оперативний час, хв:

$$T_{оп} = T_M + T_{доп} = 10,38 + 0,46 = 10,84 \text{ хв}$$

$T_{обс від}$ - норма часу на обслуговування робочого місця та відпочинок і особисті потреби = 7,3% [карта 27]

$$T_{обс від} = 0,072 \times 10,84 = 0,78 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час, хв = 13 хв [карта 27]

Штучний час, хв.

$$T_{шт} = T_M + T_{доп} + T_{обс від} = 10,38 + 0,46 + 0,78 = 11,62 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час, хв

$$T_{шт к} = T_{шт} + (T_{пз} / n_{зап}) = 11,62 + (13/100) = 11,75 \text{ хв}$$

до $n_{зап}$ - кількість деталей в партії = 100 шт

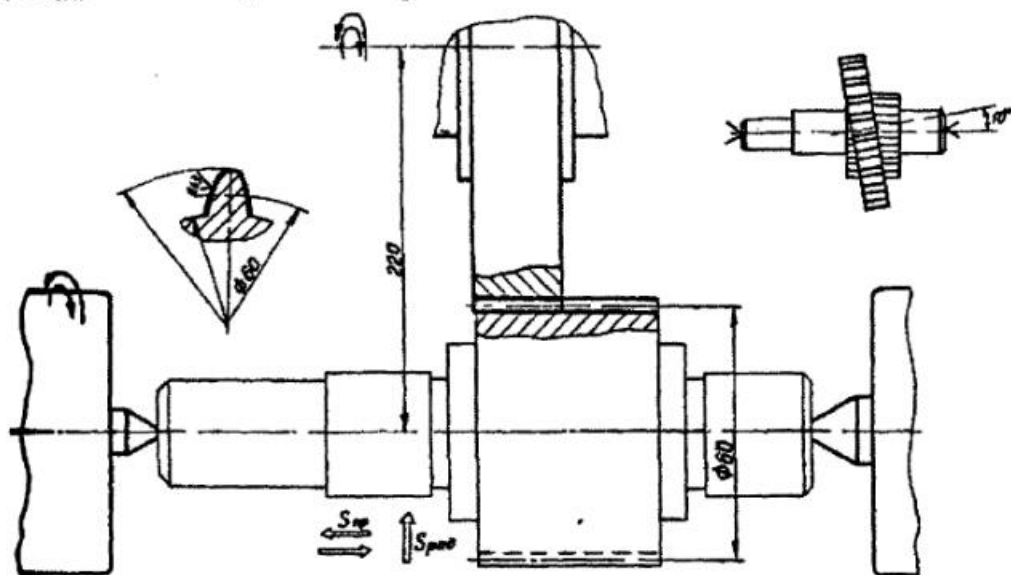


Рисунок 7.21. Схема наладки на шевінгувальну операцію

Приклад 7.18: Операція 45. Шліцефрезерна. Код XXXX

Деталь - "Вал шліцевий"

Верстат - Шліцефрезерний моделі 5350A

Коротка характеристика верстата:

Найбільший діаметр оброблюючої заготовки, мм 150

Найбільші розміри нарізних валів, мм 6

модуль 1000

довжина зуба прямозубих коліс ±60

кут нахилу зуба ±60

Найбільший діаметр установлюючих черв'ячних фрез	140
Частота обертів шпинделя інструмента, хв^{-1}	80 - 250
Подача, мм/об , заготовки:	
вертикальна або поздовжня	0,75 - 7,5
радіальна	0,22 - 2,25
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	10
Габаритні розміри (довжина \times ширина \times висота)	2670 \times 1810 \times 2250
Маса, кг	3850
Ціна, тис.грн	200
Технологічна база: центрові отвори і торець	

Зміст операції:

1. Установити та закріпити деталь в центрах
2. Нарізати шліци на поверхні (1) $6 \times 28 \times 34$
3. Контроль робітником
4. Відкріпити та зняти готову деталь, покласти в тару

Пристосування: Торцьове повідкове пристосування з плаваючим центром, центр обертовий.

Ріжучий інструмент: Фреза черв'ячна для шліцевих валів $d_o = 80$ мм, $L = 63$ мм, $Z = 10$ шт, $d = 27$ мм.

Вимірювальний інструмент: Калібр-втулка шліцева $6 \times 28 \times 34$

Визначаємо режими різання із таблиць нормативів

1. Глибина різання, мм

$$t = h = 3 \text{ мм}$$

2. Подача $S_o = 0,6 \div 1,2$ м/об [карта 15]

Приймаємо $S_o = 1$ мм/об

3. Вибираємо швидкість різання із таблиці нормативів [карта 17]

при подачі $S_o = 1$ мм/об і висоті шліца $h = 3$ мм, $V_o = 19$ м/хв

4. Потужність різання $P = 0,3 \div 0,6$ кВт

5. Частота обертів інструмента, хв

$$n_{\text{ін}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_o} = \frac{1000 \times 10}{3,14 \times 80} = 76 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{\text{ін}} = 80 \text{ хв}^{-1}$

6. Машинний час, хв

$$T_m = \frac{(L + L_1) \times Z}{n \times S_o} = \frac{(100 + 18) \times 6}{80 \times 1} = 8,85 \text{ хв}^{-1}$$

де L - довжина шліців = 100 мм

L_1 - величина врізання та перебігу, мм = 18 мм [карта 18]

Z - кількість зубів шліцевого вала = 6

7. Визначаємо норму часу на операції

$$T_{\text{шт}} = T_m + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл в}}$$

де T_m - машинний час = 8,85 хв

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час на операцію = 0,67 хв [карта 19]
 $T_{\text{обсл в}}$ - допоміжний час на обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби [карта 19, поз. 4] == 7,6% від $T_{\text{оп}}$

Оперативний час, хв

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{м}} + T_{\text{доп}} = 8,85 + 0,67 = 9,52 \text{ хв}$$

$$T_{\text{обсл в}} = 0,076 \times 9,52 = 0,72 \text{ хв}$$

Штучним час, хв

$$T_{\text{шт}} = 8,05 + 0,67 + 0,72 = 10,21 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час, хв

$$T_{\text{шт к}} = T_{\text{шт}} + (T_{\text{пз}} / n_{\text{зап}}) = 10,24 + (20/100) = 10,44 \text{ хв}$$

до $T_{\text{пз}}$ - підготовчо-заклучний час = 20 хв

[карта 19, поз.1]

$n_{\text{зап}}$ - кількість деталей в партії.

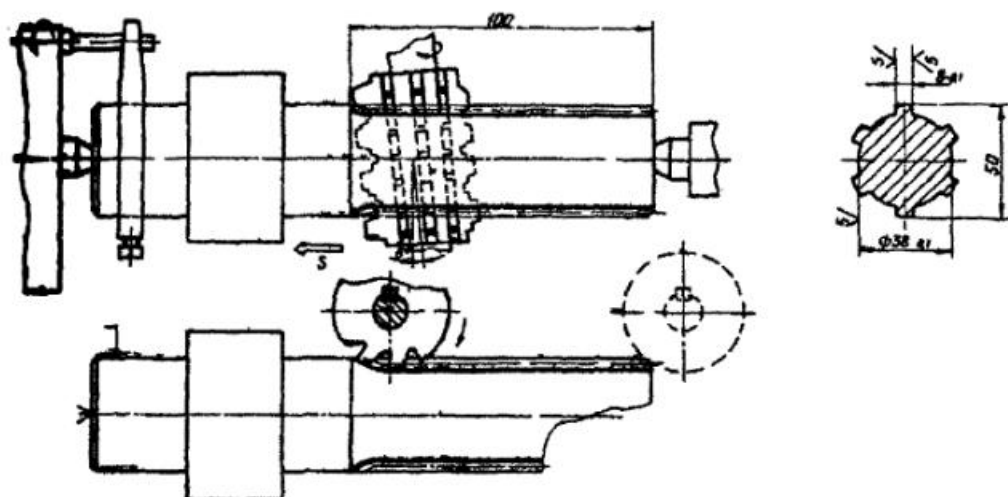


Рисунок 7.22. Схема наладки на шліцефрезерну операцію

7.2. Техніко-економічне порівняння двох варіантів технологічного процесу

Для навчальної мети проведемо зрівнювання двох варіантів технологічних операцій глибокого шліфування двох шийок вала Ф40к6 одночасно. Варіант прогресивного методу глибокого шліфування, прийнятий в прикладі, шліфування шийок вала методом врізання (радіальної подачі) на круглошліфувальному верстаті моделі 3М161Е зрівнюємо з методом поздовжньої подачі на верстаті моделі 3М131. Для цього необхідно розрахувати режими різання та норми часу на шліфувальну обробку двох шийок вала двома варіантами, а потім зрівняти їх результати.

Варіант 1

Приклад 7.21. Розрахунок економічності двох варіантів

1. Коротка технічна характеристика верстата моделі найбільший розмір заготовки (діаметр x довжина), мм	280x700
кут повороту стола, град.	3
частота обертів шпинделя виробів, хв^{-1}	50 - 620
найбільший розмір шліфувального круга (діаметр x ширина), мм	750
частота обертів шліфувального круга, хв	1270
швидкість радіальної подачі, мм/хв	0,10 - 3
потужність двигуна, кВт	10,5
габарит (довжина x ширина x висота), мм	3480 x 4315 x 2170
маса, кг	8800
ціна, тис.грн	160

2. Вибір ріжучого інструмента

Шліфувальний круг - 2шт. ПП600 x 80 x 305, 23A25-НС235м/сА2кл.

[табл. 8, табл 1]

3. Вимірювальний інструмент: Скоба 40к6 ГОСТ 18362-82.

4. Пристосування: Повідковий патрон, центр

5. Установочна база: Центрові отвори

6. Розрахунок режимів різання:

- Припуск для шліфування $2П = 0,6$ мм.

- Швидкість шліфувального круга $V_{кр} = 35$ м/с

- Частота обертів шліфувального круга:

$$n_{кр} = 1000 \times V_{кр} \times 60 / \pi \times D_{кр} = 1000 \times 35 \times 60 / 3,14 \times 600 = 1115 \text{хв}^{-1}.$$

Після коректування швидкості круга згідно з паспортом верстата, її значення буде $n_{кр} = 1270 \text{хв}^{-1}$.

Дійсна швидкість круга буде дорівнювати:

$$V_{кр} = \pi \times D_{кр} \times n_{кр} / 1000 \times 60 = 3,14 \times 600 \times 1270 / 1000 \times 60 = 40 \text{м/с}$$

Частота обертів деталі $n_g = 150 \text{хв}^{-1}$

Швидкість виробів $V_v = \pi \times 40,6 \times 150 / 1000 = 19 \text{м/хв}$

Радіальна хвилинна подача стола:

$$S_{\min} = 0,38 \times K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,38 \times 1 \times 1,3 \times 0,77 = 0,38 \text{мм/хв}$$

7. Машинний (основний) час визначається за формулою:

$$T_m = h/S_{\min} \times K = 0,3/0,38 \times 1,4 = 1,11 \text{ хв}$$

8. Потужність, яка витрачається, в процесі шліфування

$$P = 10 \times 1,16 = 11,6 \text{ кВт}; P_{\text{еф}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 18,5 \times 0,75 = 13,9 \text{ кВт}$$

Допустима умова використання потужності

$$P \leq 1,2 \times P_{\text{еф}}; 11,6 < 1,2 \times 13,9; 11,6 < 16,7$$

Варіант 2

1. Коротка технічна характеристика верстата моделі 3М131:

найбільший розмір заготовки (діаметр х довжина), мм	280
частота обертів шліфувального круга, хв ⁻¹	1112
найбільший розмір шліфувального круга (діаметр х ширина), мм	600 х 80
кут повороту стола, град	3
частота оборотів шпинделя виробів, хв ⁻¹	40 - 400
потужність двигуна, кВт	5,5

2. Вибір ріжучого інструмента

Шліфувальний круг – ПП 600 х 63 х 305, 23А25-НС2 35 м/с А2кл

3. Вимірювальний інструмент: Скоба 40к6 ГОСТ 18362-82.

4. Пристосування: Повідковий патрон, центр

5. Установочна база: Центрові отвори

6. Розрахунок режимів різання:

Припуск для шліфування $2\Pi = 0,6 \text{ мм}$.

Швидкість шліфувального круга $V_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$.

Частота обертів шліфувального круга:

$$n_{\text{кр}} = 1000 \times V_{\text{кр}} \times 60/\pi \times D_{\text{кр}} = 1000 \times 35 \times 60/3,14 \times 600 = 1115 \text{ хв}^{-1}$$

Після коректування швидкості круга згідно з паспортом верстата, її значення

буде $n_{\text{кр}} = 1112 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість круга буде дорівнювати:

$$V_{\text{кр}} = \pi \times D_{\text{кр}} \times n_{\text{кр}}/1000 \times 60 = 3,13 \times 600 \times 1112/1000 \times 60 = 40 \text{ м/с}$$

Частота обертів деталі $n_g = 150 \text{ хв}^{-1}$:

Швидкість виробів:

$$V_g = \pi \times 40,6 \times 150/1000 = 19 \text{ м/хв}$$

Поздовжня хвилинна подача стола: $S_{\text{хв}} = 1800 \text{ мм/хв}$.

Поперечна подача шліфувальної бабки на один подвійний хід столу

$$S_{\text{ст}} = S_1 \times t \times K_{\text{стх}} \times K_v \times K_j \times K_{\text{ж}} \text{ мм/дв хід}$$

$$S_{\text{ст}} = 2 \times 0,013 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,4 \times 0,73 = 0,026 \text{ мм/дв хід}$$

5 Машинний (основний) час визначається за формулою:

$$T_m = \frac{2 \times L \times 2\Pi/2}{S \times S_t \times K_{\text{стх}} \times K_{\text{ж}}} \times K = \frac{2 \times 60 \times 0,6/2}{1800 \times 0,0026 \times 1 \times 0,73} \times 1,4 = 1,48 \text{ хв}$$

Таблиця 7.2.1. Собівартість витрат за нормативним методом

Показник	Технологічний процес	
	1-й варіант верстат, 3М161Е	2-й варіант верстат 3М131
Верстатомісткість (машинний час), верстато-хвилин	1,11	1,48
Трудомісткість (штучний час), нормо-хвилини	2,28	2,68
Розряд роботи	4	4
Змінність	2	2
Коефіцієнт машинного часу	1,1	1,4
Річна програма	10000	10000
Вартість заготовки	21,28	22,04
Собівартість одної хвилини, грн.		
Заробітна плата верстатника згідно тарифної часової ставки	$2,59 \times 2,28 / 60 =$ $= 0,0985$	$2,59 \times 2,68 / 60 =$ $= 0,116$
Затрати на утримання та експлуата- цію обладнання	$0,67 \times 1,1 = 0,74$	$0,67 \times 1,4 = 0,94$
Собівартість обробки	22,12	23,10

Собівартість, 1-го варіанта менше, ніж 2-го: $22,12 < 23,10$ грн

Допустимі умовності прийняті в розрахунках:

а) допоміжний час на операціях однаковий, приймемо його умовно за одиницю в двох варіантах

б) однаковими в процентному відношенні будуть і втрати часу на: технічне і організаційне обслуговування – 4%

відпочинок та особиста потреби - 1%

Всього – 8%

Тоді штучний час буде дорівнювати

1-й варіант 2,28 хв

2-й варіант 2,68 хв

Вартість заготовки вибираємо за прејскурантом і дорівнює:

а) прокат 23,10 грн.,

б) штампова – 22,12 грн.

в) тарифна часова ставка дорівнює: 2,59 грн.

Приблизний розрахунок показує, що варіант, прийнятий в проекті, економічно вигідний на $23,10 - 22,12 = 0,98$ грн

7.2.2. Техніко-економічне порівняння варіантів однієї операції

Варіант I

Операція 075. Круглошліфувальна операція виконується на верстаті 3М151.

Коротка технічна характеристика верстата:

Найбільші розміри оброблювальної заготовки:

Над станиною 500

Над супортом 320

Довжина 1000

Найбільше переміщення супорта

Поздовжнє або вертикальне 1250

Поперечне або горизонтальне 138

Частота обертання шпинделя, хв⁻¹ 112 – 1285

Робоча подача супорта, мм/хв:

Копіювального 0,1-4,5 мм/хв

Поперечного 0,1-4,5 мм/хв

Потужність електродвигуна головного привода, кВт 7,5 кВт

Габаритні розміри:

Довжина 3798

Ширина 1390

Висота 2320

Маса, кг 9600

Зміст операції:

1. Установити заготовку в центрах

2. Шліфувати пов. пов. 9, 4, 3

3. Контроль виконавцем

II. Назначасмо режими різання:

1. Глибина різання: $t = 0,2$ мм

2. Вибираємо шліфувальний круг – 34 А 40СТ2 6К535 м/с

34 А – електрокорунд хромистий

40 – зернистість

СТ2 – твердість (середня)

6 – структура круга

К5 – зв'язка керамічна

35 м/с - допустима швидкість

В верстатах 3М151 діаметр нового круга $D_k = 600$ мм; висота круга $V_k = 63$ мм

Визначаємо частоту обертання шліфувального круга при прийнятій швидкості

$V = 35$ м/с

$$n_k = \frac{1000 \times 60V}{\pi \times D_k} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 600} = 1114 \text{ хв}^{-1}$$

Приймасмо за паспортними даними верстата 3М151 - $n_k = 1112 \text{ хв}^{-1}$

1 Визначаємо поперечну подачу:

$$S_{\text{поп}} = 0,005 \text{ мм/хід}$$

2 Визначаємо поздовжню подачу:

$$S_d = 0,2 \div 0,4; \quad S_d = 0,3 \text{ мм/об.} \quad S_{\text{позд}} = S_d \times B_k = 0,3 \times 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

3 Визначаємо дійсну швидкість головного руху за формулою:

$$V_{\partial} = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000} = \frac{3,14 \times 600 \times 1112}{1000} = 35 \text{ м/с}$$

4 Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P_{\text{різ}} = C_N \times V_g^z \times t^x \times S^y \times d_3^g = 2,65 \times 35^{0,5} \times 0,005^{0,5} \times 0,25^{0,5} \times 18,9^{0,55} = 5,5 \text{ кВт}$$

$$C_p = 2,65 \quad r = 0,5 \quad x = 0,5; \quad y = 0,55; \quad g = 0;$$

Перевіряємо чи достатня потужність різання:

$$P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}}; \quad P_{\text{шп}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт}; \quad 5,5 \leq 6;$$

5 Визначаємо частоту обертання заготовки за формулою:

$$n_3 = \frac{1000 \times V_s}{n \times d_3} = \frac{1000 \times 35}{3,14 \times 96} = 116 \text{ хв}^{-1}$$

Приймасмо $n_3 = 200 \text{ хв}^{-1}$

6 Визначаємо основний технологічний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \times h}{n_3 \times S_x \times S_o} \times k$$

де L – довжина ходу стола

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 75 + 30 + 35 = 140 \text{ мм}$$

h – припуск на діаметр, мм; $h = 0,2$

n_3 – частота обертання шпинделя

S_o – осьова подача

S_x – поперечна подача

K – коефіцієнт точності, при шліфуванні $K = 1,4$

$$T_o = \frac{140 \times 0,20}{200 \times 18,9 \times 0,005} \times 1,4 = 2,07 \text{ хв.}$$

Варіант 2

Операція № 075 Круглошліфувальна операція виконується на верстаті ЗМ161Е.

Коротка технічна характеристика верстата:

Найбільші розміри встановлювальної заготовки:

Діаметр 280

Довжина 700

Рекомендований (чи найбільший) діаметр шліфування:

Зовнішнього 90

Внутрішнього -

Найбільша довжина шліфування:

Зовнішнього 130

Внутрішнього -3

Найбільші розміри шліфувального кола:

Зовнішній діаметр 750

Висота 130

Частота обертання шпинделя шліфувального кола, об/хв.,

При шліфуванні:

Зовнішньому 1270

Внутрішньому -

Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв. 0,1 ÷ 3 мм/хв

Міцність електродвигуна привода головного руху, кВт 18,5

Габаритні розміри:

Довжина 3480

Ширина 4345

Висота 2170

Маса, кг 8880

Зміст операції:

1 Установити заготовку в центрах

2 Шліфувати пов. пов. 9, 4 одночасно методом врізання.

3 Контроль виконавцем

II Назначаємо режими різання.

1 Глибина різання $t = 0,2$ мм

2 Визначаємо частоту обертання шліфувального кола при прийнятій швидкості $V_k = 35$ м/с

$$n_k = \frac{1000 \times 60 V_k}{D_k \times \pi} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 750} = 892 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n_k = 800$ (хв⁻¹)

3 Визначаємо частоту обертання заготовки за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{D \times \pi} = \frac{1000 \times 35}{3,14 \times 96} = 116 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n_3 = 200 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$

4 Визначаємо потужність при врізному шліфуванні за формулою:

$$P = C_N \times V_g^z \times S_M^y \times d_3^g \times b^z = 0,14 \times 30^{1,0} \times 0,005^{0,8} \times 60^{0,2} \times 65^1 = 5,4 \text{ кВт}$$

$$C_P = 0,14 \quad r = 0,8 \quad x = 0,8; \quad y = 0,2 \quad g = 0,2; \quad z = 1$$

$$V_3 = 20 - 40 \text{ м/с} \quad \text{Приймаємо } V_3 = 30 \text{ м/с}$$

5 Перевіряємо чи достатня потужність різання

$$P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}} \quad P_{\text{шп}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 18,5 \times 0,8 = 14,8 \text{ кВт} \quad 5,4 < 14,8$$

6 Визначасмо основний час

$$T_0 = \left(\frac{h \times i}{2 \times S_t} + \tau_3 \right) \times K; \text{ хв.}$$

де i – кількість врізань

h – припуск на діаметр, мм;

S_{tM} – подача на глибину шліфування

$$S_{tM} = S \times n = 0,005 \times 200 = 1 \text{ мм}$$

τ_3 – час на зачистку

K – коефіцієнт що враховує час на виникнення подальшого натягу в системі

$$T_0 = \left(\frac{2 \times 0,2}{2 \times 1} + 0,15 \right) \times 1,4 = 0,49 \text{ хв.}$$

7 Допоміжний час:

а) на установку деталі $T_{\text{доп1}} = 0,6 \text{ хв.}$

б) з переходом $T_{\text{доп2}} = 0,39 \text{ хв.}$

в) на контрольні вимірювання $T_{\text{доп3}} = 0,18 + 0,40 = 0,58$

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}} = 0,6 + 0,39 + 0,58 = 1,57 \text{ хв.}$$

8 Час технічного обслуговування робочого місця

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_{\text{пр}} \times T_0 \times 1,1}{T}, \text{ хв}$$

де $T_{\text{пр}}$ - час правки, хв (по карті 19)

T_0 – основний час, хв;

T – стійкість інструменту (карта 4)

$$T_{\text{тех}} = \frac{1,6 \times 0,49 \times 1,1}{10} = 0,086 \text{ хв.}$$

9 Час на організацію робочого місяця

$$T_{\text{орг}} = T_{\text{оп}} \times \frac{A_{\text{орг}}}{100} \text{ хв;}$$

де T_0 – оперативний час, хв;

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{доп}} = 0,49 + 1,57 = 2,06 \text{ хв;}$$

$A_{\text{орг}} = 4,5$ – процентне відношення часу від $T_{\text{оп}}$;

$$T_{\text{орг}} = 2,06 \times \frac{4,5\%}{100\%} = 0,093 \text{ хв.}$$

10 Час на відпочинок та особисті потреби

$$T_{\text{від}} = T_{\text{оп}} \times \frac{A_{\text{відп}}}{100} \text{ хв;}$$

де T_0 – оперативний час, хв;

$A_{\text{відп}} = 5$ – процентне відношення часу від $T_{\text{оп}}$;

$$T_{\text{відп}} = 2,06 \times \frac{5\%}{100\%} = 0,103 \text{ хв}$$

11 Підготовчо-заклучний час

$$T_{\text{пз}} = 18 \text{ хв (карта 20)}$$

12 Норма часу на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{доп}} + T_{\text{відп}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{торг}} = 0,49 + 1,57 + 0,093 + 0,103 + 0,086 = 2,34 \text{ хв}$$

13 Оскільки виробництво серійне, то визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{заг}}} = 2,34 + \frac{18}{200} = 2,43 \text{ хв}$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, =18хв;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв.

$n_{\text{заг}}$ – величина партії запуску

Шліфування виконуємо на верстаті 3М161Е. Дані про розрахунки зводимо в таблицю 7.2.2.

Таблиця 7.2.2 Порівнювальна характеристика

Показник	Технологічний процес	
	1-й варіант верстат ЗМ151	2-й варіант верстат ЗМ161Е
Основний час , хв	2,07	0,49
Штучний час, хв	4,48	2,34
Розряд роботи	4	4
Змінність	2	2
Коефіцієнт машинного часу	1,1	1,1
Річна програма	10 000	10000
Варіант заготовки	38,2	32,7
Зарплата станочника згідно ТЧС	$2,59 \times 4,48 / 60 = 0,18$	$2,59 \times 2,34 / 60 = 0,1$
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	$0,9 \times 1,1 = 0,99$	$0,9 \times 1,1 = 0,99$
Собівартість обробки	39,38	33,79

Собівартість 2-го варіанту менше 1-го варіанту ($33,79 < 39,38$).

Допустимі умови, що використовуються у розрахунках:

Допустимий час на операціях однаково приймаємо умовно по 1,75 хв;

Однаковими в % відношенні будуть і витрати часу на :

- технічне та організаційне обслуговування – 4,5 %;
- відпочинок та особисті потреби – 5%

Всього 9,5% від $T_{оп}$

Тоді $T_{шт}$ – штучний час буде дорівнювати:

1-й варіант: $T_{шт} = 2,07 + 1,57 + 0,16 + 0,18 + 0,504 = 4,48$ хв;

2-й варіант: $T_{шт} = 0,49 + 1,57 + 0,093 + 0,086 + 0,103 = 2,34$ хв

Собівартість заготовки вибираємо по прејскуранту, що дорівнює 2,59 грн. за одну годину. Наближений розрахунок показує, що варіант прийнятий в

проекті економії вихідний в $\frac{39,38}{33,79} = 1,02$ раза.

7.2.3. Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом

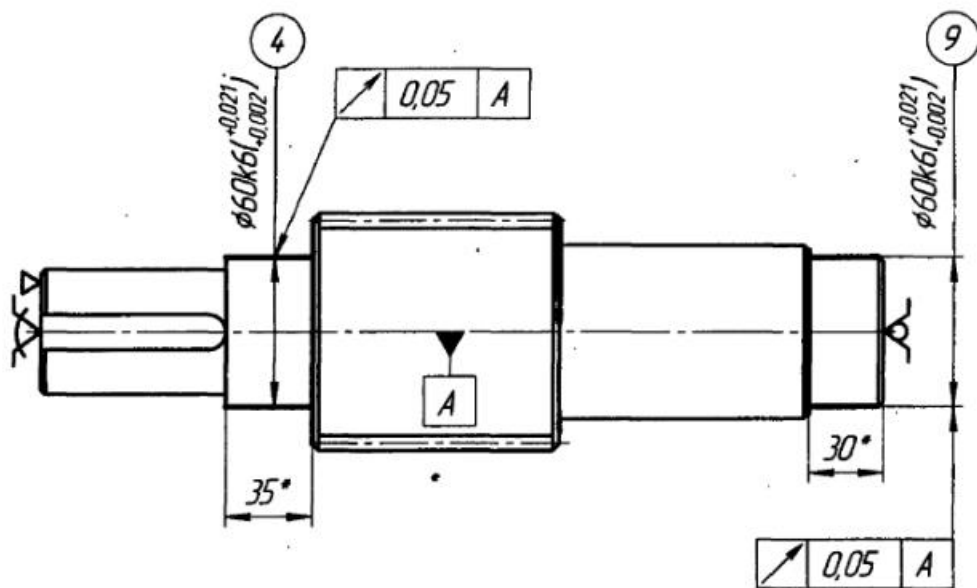
Таблиця 7.2.3. Таблиця режимів різання і норм часу.

№ оп.	Найменування операції	Мод. обл.	t, мм	S ₀ мм/об	V м/хв	n хв ⁻¹	T ₀ хв	T _{Доп} хв	T _{ШТ} хв	T _{ПЗ} хв	T _{ШК} хв	Розряд роботи
010	Фрезерно-центрувальна	MP-76M	3	0,1	80	500	0,56	1,8	2,6	16	2,68	3
019	Токарно-автомат-на	1712	2,2	0,3	148	630	1,42	2,0	3,97	28	4,11	3
020	Токарно-автомат-на	1712	2,2	0,3	148	630	1,14	2,0	3,77	28	3,91	3
035	Токарно-автомат-на	1712	1,0 1,0	0,3	148	630	1,42	2,0	3,97	28	4,11	3
040	Токарно-автомат-на	1712	1,0 1,0	0,3	150	500	1,14	2,0	3,77	28	3,91	3
045	Вертикально-фрезерна	6540	14	0,07	24	500	2,52	1,92	5,04	20	5,14	3
055	Зубофрезерна	5K324	16	0,1	24	200	8	2,0	10,67	16	10,75	4
070	Круглошліфувальна	3M161E	0,2	-	30	200	0,49	1,57	2,34	18	2,43	4
075	Круглошліфувальна	3M151	0,2	18,9	30	800	0,3	1,57	2,12	18	2,21	4

$$\Sigma_{T_{ШК}} = 39,25 \text{ хв}$$

Операція № 070 Круглошліфувальна
 Обладнання: Круглошліфувальний верстат
 моделі 3М161Е
 Пристосування: Поводковий пристрій
 з плаваючим центром. Центр обертаючий.

$\sqrt{Ra\ 1,6}$



* Розміри для довідок

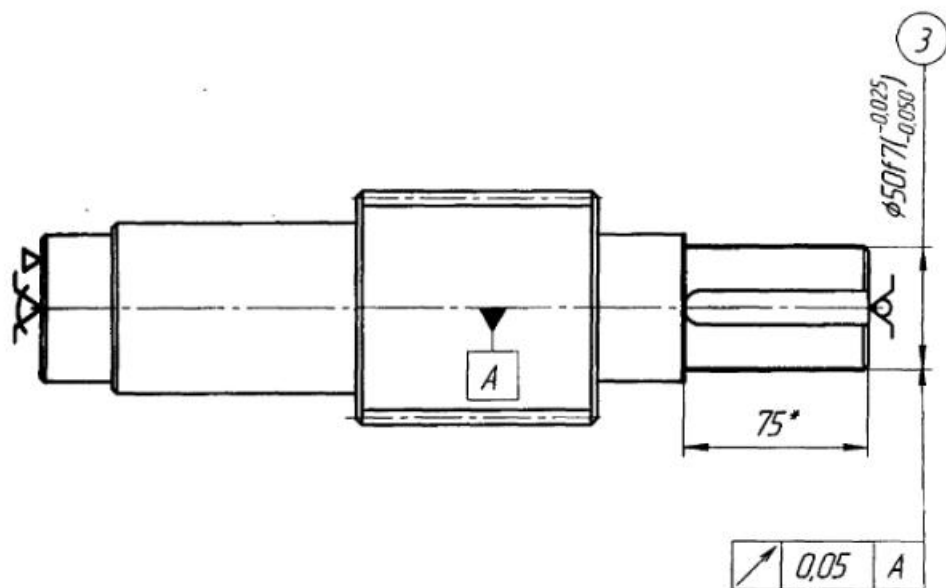
Ріжучий інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$T_a, \text{хв}$	$T_{\text{дор}}, \text{хв}$	$T_{\text{шт}}, \text{хв}$	$T_{\text{штк}}, \text{хв}$
Круг шліфувальний ПТ300x125x76	0,2	0,005	30	200	0,49	1,57	2,34	2,43

Рисунок 7.2.1. Ескіз на шліфувальну операцію

Операція № 075 Круглошліфувальна
 Обладнання: Круглошліфувальний верстат
 моделі 3М151

$\sqrt{Ra 1,6}$

Пристосування: Поводковий пристрій
 з плаваючим центром. Центр обертаючий



* Розмір для довідок

Ріжучий інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$T_a, \text{хв}$	$T_{\text{обл}}, \text{хв}$	$T_{\text{пл}}, \text{хв}$	$T_{\text{вск}}, \text{хв}$
Круг шліфувальний ПП300x125x76	0,2	0,005	30	800	0,3	157	2,12	2,21

Рисунок 7.2.2. Ескіз на шліфувальну операцію



Приклад 8.1. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей методом поверхневого зміцнення деталі чеканкою

Чеканка застосовується для зміцнення канавок, шпоночних пазів, галтелей, шліців, які є концентраторами напруг, а також для зміцнення зубчастих коліс тощо.

Малі розміри бойка дозволяють досягнути більшої енергії удару на одиницю поверхні. Ефект зміцнення при цьому може бути дуже високим: залишкова напруга складає 600-800 МПа, степінь наклепу – 30-50%, глибина – декілька міліметрів, довговічність деталей збільшується в 1,5 разів і більше. Чеканку можна також застосувати для утворення зовнішнього рельєва поверхні з метою кращого утримання на ній змащення, підвищення опору відносного переміщення, відновлення щільності нерухомих посадок, зменшення впливу контактної корозії.

При виборі режиму зміцнення чеканкою вихідними даними є глибина та степінь наклепу згідно технологічних вимог, а також шорсткість поверхні. Професор І.В. Кудрявцев степінь наклепу оцінює коефіцієнтом \mathcal{E} , що уявляє відношення діаметра відбитку d , що виникає при ударі сферичним бойком (роликом), до діаметру D самого ролику, за формулою:

$$\mathcal{E} = \frac{d}{D}$$

Для маловуглицевих сталей рекомендується

$$0,3 \leq \mathcal{E} \leq 0,5, \text{ а для конструкційних}$$

$$0,3 \leq \mathcal{E} \leq 0,7.$$

При менших значеннях \mathcal{E} ефект зміцнення, оцінюючий згідно приросту твердості, незначний, при більших – сильно підвищується шорсткість поверхні, уповільнюється і приріст твердості.

Динамічне прикладання навантаження, при зрівнюванні зі статичним навантаженням, збільшує діаметр відбитку в 1,25 – 1,58 разів, тобто:

$$\frac{d_{MAX}}{d} = 1,25 \dots 1,58$$

або в загальному вигляді

$$\frac{d_{MAX}}{d} = 1,54 - \frac{HB}{1000}$$

Глибина наклепу задається в залежності від перерізу деталі та задач зміцнення.

Залежність від межі текучості сталі при розтяганні σ_T і діаметру одержаного відбитку установлюється за формулою:

$$\alpha = \sqrt{\frac{F}{2 \times \sigma_T}} \approx 1,5 d_{\text{MAX}}$$

де F – зусилля, що прикладається до бойка.

Для значної частини конструкційних сталей $\sigma_T = \frac{HB}{6}$

Пристосування для чеканки впадин шліців оснащено двома роликми. Шліці зміцнюються після загартування з нагріванням СВЧ, чеканка впадин виконується при зусиллі 18000Н, чеканка здійснюється пневматичним ударником з енергією удару 34Н і нанесенням 10 – 20 ударів на 1 мм довжини шліца. Загартування з нагрівом СВЧ підвищила контактну міцність на згин шліців, але за межею загартованої зони міцність є зниженою. Поверхневий наклеп звільняє цей недолік, як би доповнюючи загартування.

Діаметр ролика може бути вибраний в залежності від бажаної глибини D наклепу в межах $\alpha \leq D \leq 2,2\alpha$.

При орієнтованих розрахунках потенційної енергії пристосування для чеканки, призначеного для обробки наклепом конструкційних сталей середньої твердості (HB 210...217), можна користуватися формулою:

$$E \times n \approx 1,2 \times E_y = \frac{HB \times d^4}{6 \times D}$$

де E – енергія удару.

В розглянутій методиці ефективність наклепу оцінювалась тільки вгідно приросту твердості. В багатьох випадках не менш важливою характеристикою є рівень отриманих залишкових напруг стискання. Закономірність їх зміння може не співпадати зі змінням твердості. Пристосування для чеканки з механічним приводом (дивись креслення) закріплюється на станині токарного верстата або використовується як окремий спеціальний пристрій:

Визначення режимів обробки.

Чеканку впадин шліців проводимо за один прохід на дві одночасно оброблюючи впадини шліців. Не слід використовувати зворотній хід в якості робочого ходу, так як повторні проходи в протилежних напрямленнях можуть привести до зайвого деформування поверхневого шару, крім того, робочий профіль роликів призначений для роботи тільки в один бік. Швидкість обробки не впливає на якість обробки. Швидкість знаходиться в межах 30...150 м/хв. Приймаємо $V = 120$ м/хв. Подачу при обкатуванні призначають не більше як 0,1...0,5 мм/об. Приймаємо $S=0,15$ мм/об. (табл. 125)

Визначаємо основний час на чеканку впадин шліців $Z=22$ шт.

$$T_{\text{осн}} = \frac{L_p}{V_s} \times i$$

де V_s – хвилина швидкості обробки;

L_p – розрахункова довжина поверхні шліца.

$$L_p = \ell_d + \ell_{вх} ; \text{ мм}$$

$$L_p = 94 + 3,0 = 97 \text{ мм}$$

i - кількість впадин

$$T_{осн} = \frac{97}{120} \times 11 = 8,9 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_{доп} = 1,26 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 8,9 + 1,26 = 10,16 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця 5% від $T_{оп}$

$$T_{обсл.} = 0,05 \times 10,16 = 0,5 \text{ хв.}$$

Штучний час

$$T_{шт} = 8,9 + 1,26 + 0,5 = 10,66 \text{ хв.}$$

Штучно – калькуляційний час

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_3} = 10,66 + \frac{20}{200} = 10,76 \text{ мм}$$

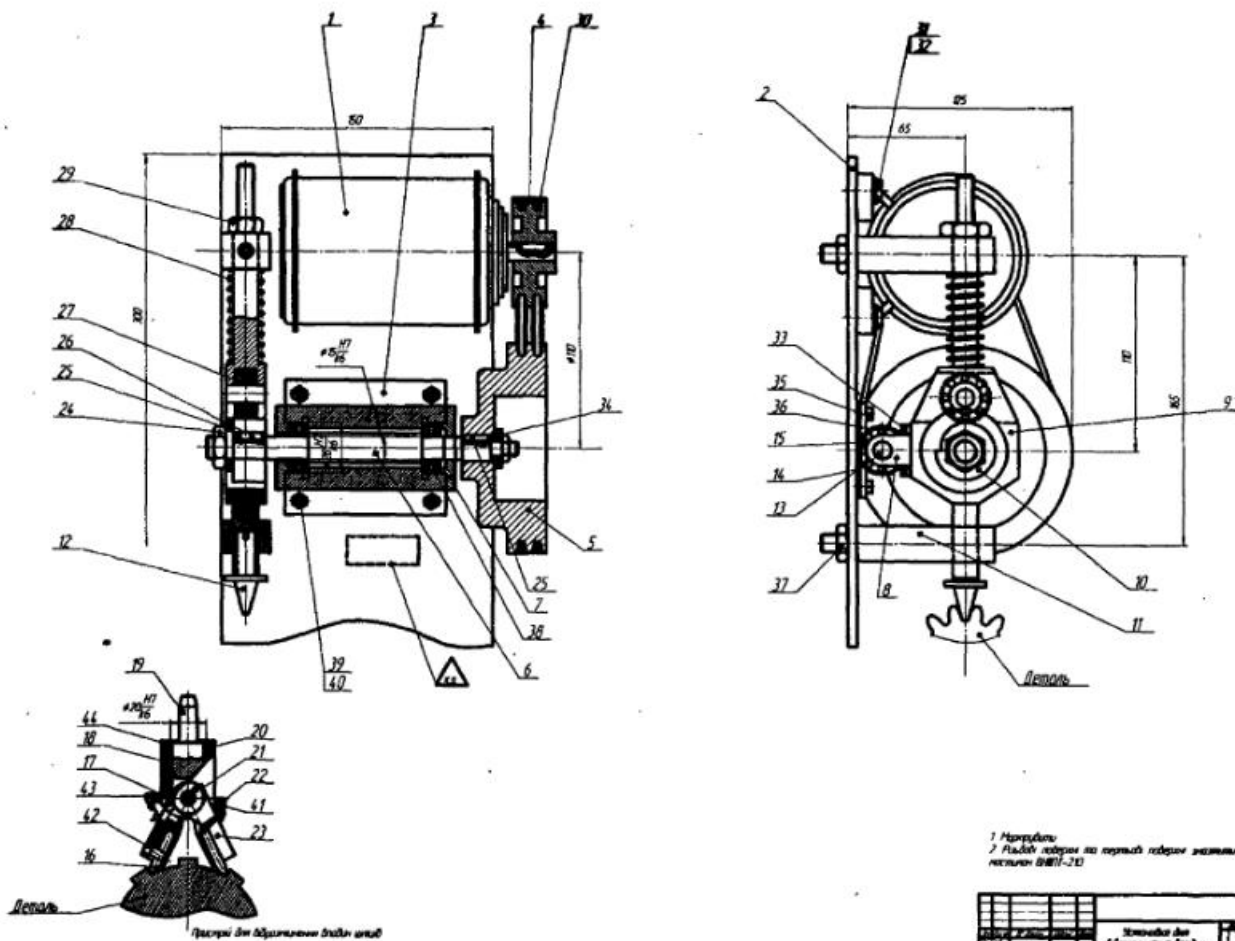


Рисунок 8.1. Установка для виброзміцнення впадин зуб'ів та шліців

Приклад 8.2. Підвищення якості, зміцнення мікротвердості поверхневого шару металу деталі „Клапан”

Для підвищення зміцнення мікротвердості поверхневого шару металу деталі „Клапан” пропонуємо застосувати пристрій для наклепування робочої поверхні деталі „Клапан”. Даний пристрій (див. рис 8.2.) призначений для дії при вдарюванні деформуючого елемента на робочу поверхню деталі з метою зміцнення та підвищення мікротвердості поверхневого шару металу деталі.

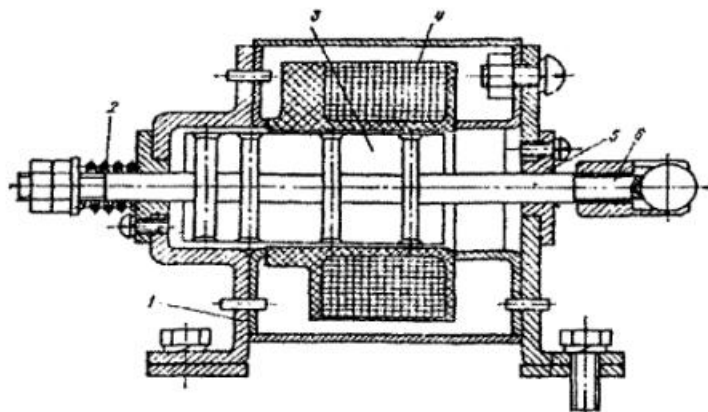


Рисунок 8.2. Ескіз пристрою для чеканки поверхні деталі

Коротка характеристика дії пристрою: сердечник 3 електромагнітна перемінного струму 4 зв'язаний з бойком 6 за допомогою осі, закрученої всередині сердечника рухається по направляючим 5, що установлені в корпусі магніта. Сердечник з одного кінця підпружинений пружиною 2.

Для деформуючого елемента при вдарюванні здійснюється за рахунок зворотньо-поступового руху соленоїда в перемінному магнітному полі котушки.

Число ударів залежить від частоти перемінного струму, пристрій закріплюється на токарному верстаті за допомогою рами 1 замість рухливого люнету.

Пристрій виконаний на базі широко розповсюдженого електромагнітного перемінного струму типу МІС – 1200Е. При живленні мережі перемінного струму промислової частоти число вдарів бойка дорівнює 100 вд/с, при живленні від перетворювача частоти типу С-572 воно підвищується до 400 вд/с. Котушка соленоїда розрахована на напругу 36В.

В результаті використання даного пристрою підвищується якість оброблюваної поверхні деталі, збільшується мікротвердість поверхневого шару металу деталі та збільшується термін довговічності її роботи.

Приклад 8.3. Методи багатокругового шліфування шийок деталі «Вісь»

Сумісне шліфування широкими кругами застосовують для одночасної обробки декілька шийок та прилеглих до них торців цей метод застосовується на прикладі обробки запропонованої для дипломного проекту деталі „Вісь”.

Технологічна особливість даної операції полягає в тому що різними кругами, що працюють в одному автоматичному циклі необхідно обробити шийки розміщені по всій довжині деталі $L = 256\text{мм}$ з припуском h на сторону $0,2...0,25\text{ мм}$ і одержати на всіх оброблюючих шийках вала точність 20 мкм , відхилення від соосності всіх шийок 5 мкм і параметр шорсткості $R_a = 0,32...0,63\text{ мкм}$.

Для здійснення цієї мети застосовують верстати моделі 3М161Е підвищеної жорсткості з двоопорними кріпленнями шпинделя і прямим розміщенням шліфувальних кругів. На двоопорному шпинделі верстата з набором кругів уявляє собою автономний знімальний вузол, дякуючи чому установка кругів і їх балансування виконується поза верстатом та запасному шпинделі.

Знімальний двоопорний шпиндель верстата має масивний нерухомий вал, на підшипниках кочення якого обертається гільза, що носить шліфувальні круги.

Відстань між кругами в загальному наборі регулюються проміжними кільцями. При багатокруговій наладці балансування здійснюється при зборці комплекта кругів на шпинделі шляхом повертання кожного круга відносно іншого, з тим щоб важні частини кожного круга розміщувались рівномірно по колу.

Вимірювальні скоби і засоби активного контролю установлені на крайніх шийках, з тим щоб при наладці верстата була можливість вивірити паралельність стола осі центрів задньої і передньої бабки. При одночасній обробці декількох поверхонь зменшується відхилення від концентричності поверхонь і підвищується продуктивність.

Круги, установлені на шпинделі, можуть або торкатися торцями, або розділятися прокладками. При шліфуванні шийок різних діаметрів вимагається спеціальне правильне улаштування, що забезпечує постійне співвідношення діаметрів кругів в наборі.

Для одночасної правки декілька кругів може бути використано декілька алмазів, розміщених на одній каретці. Для активного вимірювання розмірів шийок деталі індикаторну накидну скобу монтують на спеціальному кронштейні, що дозволяє накидати скобу на шліфуючу поверхню і потім виводити її позаробочу зону.

Для захисту від попадання абразиву і МОР, а також щоб полегшити читання розміру, індикатор розміщують вище зони контакту круга з деталлю.

Переміщення чутливих елементів скоби передаються до індикатора через важільну систему. Скобу налагоджують на заданий розмір по еталону.

Сокупність перелічених технічних рішень дозволяє стабільно забезпечити якість багатокругового прецизійного шліфування всіх шийок, значно покращує якість роздільного шліфування. Відхилення від соосності всіх шийок при багатокруговому шліфуванні приблизно в 3 – 4 рази менше чим відхилення при роздільному шліфуванні, в результаті чого підвищилась довговічність вкладишів корінних підшипників в автомобільних двигунах.

Приклад 8.4. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя

Для кожної пари тертя існує цілком певна оптимальна контурна площа контактування, являє собою сукупність п'яти контактів, оптимально розміщених

На оптимальній площі: така система п'яти контактів задається відповідними методами геометричних та міцнісних розрахунків і забезпечується техно-оічними шляхами на операціях металообробки і обкатки.

Перед введенням в нормальну експлуатацію машина проходить обкатку, призначенням якої є приробка в єдиному комплексі всіх пар тертя. Практично в машині до обкатки ряд пар тертя не мають не тільки оптимальних значень параметрів контурної площі контакту і шорсткості, але часто вони взагалі недостатні.

Накладення на машину без обкатки експлуатаційних навантажень неминуче приводить до відказу перенапружених пар тертя. Обкаткою реалізують дві цілі: творіння оптимальної системи п'яти контактів і отримання оптимальної шорсткості на контакті. І та і інша ціль досягається в процесі виробки при менших ніж номінальні, значеннях навантажень, швидкостей, температур тощо. Мікро і макровиробка протікає на окремих ділянках в режимах напівсухого, граничного і напіврідкого тертя при наявності продуктів зносу. Отже стенди, як правило, заправляються спеціального циркуляційною системою змащення та фільтрацією. Масло після обкатки зливається і замінюється новим.

Тривалість обкатки залежить від вихідних параметрів пар тертя; точності і шорсткості поверхонь обкат очних режимів, явищ припрацьованих шарів і змащення. Оптимальний варіант обкатки повинен задовольняти вимогам найменшого припрацьованого зносу пар тертя, мінімальних витрат часу та засобів при досягненні оптимальних значень параметрів контурної площі і шорсткості.

Обкатку слід розглядати як одну із найбільш важливих операцій технологічного процесу виготовлення довговічних машин. Центральним моментом обкатки є правильна організація припрацьованого зносу в часі.

З цією метою знайшли широке застосування методи полегшуючі та інтенсифікуючі приробку шляхом застосування присадок до масел, створення специфічних припрацьованих прошарок на поверхностях тертя, оптимізації режимів приробки. Одержані окремі результати, що дозволяють оптимізувати приробку і задавати умови, в котрих повинна протікати приробку поверхонь тертя, що не приводять до припрацьованих дефектів і забезпечують високу довговічність. На рухомому контакті двох поверхонь з'являється нестационарна система одиничних фрікційних контактів, що складає фактичну площину контактування. Через кожний із них здійснюється передача від одної поверхні до другої певної частини загального навантаження. Дотичні реактивні сили на кожному із одночасно присутніх контактів в сумі складають силу тертя для пари тертя можна представити у вигляді суми елементарних сил тертя на кожному мікро виступі, що контактують із спрягаючою нерівністю:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

де T - інтегральна система тертя на контурній площі контактування ;
 n - кількість контактуючих мікро виступів;
 t_i - елементарна система тертя;

В свою чергу $t_i = t_n \times S_i$,

де t_n - питома сила тертя;

S_i - площа фактичного контакту мікрОВиступу .

Отже, коефіцієнт тертя буде визначатися за формулою:

$$f = \frac{T}{P} = \frac{\sum_{i=1}^n t_n \times S_i}{P}$$

І дорівнює сумі добутків питомого тангенціального опору руху на площу фактичного контакту мікрОВиступу віднесеного до загального навантаження P пари тертя.

Як видно, величина коефіцієнта тертя різних пар тертя при $P = \text{const}$ залежить від величини питомого тангенціального опору і розміру площадок мікро контактів. Отже при рівних коефіцієнтах тертя питомі сили тертя в різних парах тертя можуть бути не рівні. Постільки пошкодженість поверхонь тертя в процесі виробки головним чином залежить від сил тертя на мікроконтактах, коефіцієнт тертя не може служити надійним критерієм оптимізації режимів приробки. Коефіцієнт тертя пари тертя при одному і тому же навантаженні може бути більшим порівняно з іншою парою не за рахунок підвищення питомої сили тертя, а за рахунок більшої площі фактичного контакту.

Вплив площі фактичного контакту підвищується зі збільшенням молекулярних сил взаємодії тіл і з наявністю на контактах притирочного матеріалу.

На основі багатьох експериментів було встановлено, що оптимальним процес вигладжування мікрорельєфа в період виробки можна рахувати в тому випадку, коли швидкість зменшення шорсткості пропорційна величині шорсткості в даний момент. Диференційне рівняння відповідає такому процесу і має вид:

$$\frac{2H}{2N} = -KH,$$

де H – шорсткість поверхні;

N – число циклів навантаження;

K – коефіцієнт пропорціональності

Якщо враховувати, що збільшення площадок контактування мікрорельєфу протікає в залежності, близької до кривої змінення шорсткості, то неважко бачити, що і питома сила тертя також стане мінатися по кривій. Тоді при рівних умовах є межа безпечної виробки поверхонь, яка головним чином характеризується часом процесу до досягнення безпечних рівнів фактичного

тиску на мікроконтактах і законом змінення рівня фактичного тиску на цьому проміжку часу:

$$P = F(P_f, T_n);$$

Якщо на всій виробничій T_n не будуть безпечні тиски P_f або вони будуть діяти обмежений час, то задири будуть виключені і навпаки.

Приклад 8.5. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей хімікотермічним методом зміцнення зубчастих поверхонь

Згідно кресленню деталі “Вал-шестірня” зубчасті поверхні, а можливо і вся деталь підлягає хіміко-термічній обробці – азотуванню з параметрами: $h \geq 0,3$ мм, твердість $HV \geq 550$ одиниць.

Азотуванням називають метод дифузійного насичення поверхні деталі азотом в парах аміаку при температурі $500-700^{\circ}C$. При вказаній температурі аміак дисоціює з утворенням атомів азоту, який дифундує в залізо: $2NH_3 \rightarrow 2N + 6H$.

При азотуванні підвищується твердість, зносостійкість та витривалість, а також покращуються антикорозійні властивості.

Процес азотування був запропонований та впроваджений у виробництво вченими Н.П.Чижевським, Н.А.Мінкевичем та Ю.М.Лахтіним, розрізняють тверде та м'яке азотування. При твердому азотуванні, провідним в середовищі аміаку, виділяючого при нагріванні атомний азот, можливо одержання твердості азотизаційного шару до $HV 900-1000$.

В такому стані зміцнений шар має високу зносостійкість. Для виробів судового машинобудування які працюють при циклічних навантаженнях, твердість азотизаційного шару призначають не вище HV 700, при якій визначаються високі значення опору руйнування від втомленості. Із легуючих елементів найвищу твердість азотизаційному шару надає алюміній, але він євариг хрупкості структури і підвищує деформацію виробу. Гальмує ріст мартенсітної фази і ліквідує крупнозернистість легуючої алюмінієвої сталі, подібно хрому, молібден. Високо напружені вироби, які піддаються азотизації, виконують із спеціальних сталей, як в нашій деталі 38ХНЗМФА або 38ХМЮА.

Азотування – значно більш триваліший процес (50-60годин), ніж цементація. Товщина азотизаційного шару не перебільшує 0,5 мм і залежить від температури процесу і часу витримки. Це не дозволяє застосовувати азотування там, де із-за більших приведених радіусів кривизни контактуючих поверхонь глибинні руйнуючі напруги розміщуються нижче шару (в серцевині). Поскільки азотування відбувається при температурі близько 540-560°C, механічні властивості серцевини часто бувають цілком задовільні (до твердості HRC35), шар не продавлюється, короблення не значне. Якщо при азотуванні застосовувати деякі пристосування, які знижують короблення то цілком можливо ставити азотування в кінці техпроцесу. Прискорення азотування досягається при використанні тліючого розряду між анодом і виробом, який виконує роль катода. В плазмі розряду виникають іони азоту, які насичують обробляючу поверхню.

Технологія процесу багатоступінчаста і трудомістка.

Спочатку заготовку покращують шляхом загартування і високого відпуску при температурі, що перевищує температуру послідууючого азотування. Потім проводять механічну обробку заготовки. Якщо не всі поверхні можуть бути азотизовані, то їх покривають рідким стіклом або лудінням. Після цих операцій проводять азотування та кінцеву механічну обробку деталі у вигляді шліфування.

Для скорочення циклу азотування застосовують двоступінчастий процес – спочатку при температурі 500-520°C, а потім при 540-560°C, обробку ведуть в розплавлених ціаністих солях KCN, NaCN. Час азотування скорочується від 1 до 10 годин. Поверхневий шар здобуває твердість HV 500-1000 в результаті утворення нітридної Fe₃N і карбонітридної Fe₃(NiC) фаз. Утворення азотизаційного шару супроводжується збільшенням його об'єму і, як наслідок виникненням залишкових стискальних напруг, досягаючих 600...1200 МПа. Залишкова напруга стиснення підвищує зносостійкість і межу витривалості азотизованих деталей. Азотизування часто здійснюється в шахтних електричних печах двох типів: періодичних і напівперервних. Напівперервні пічки відрізняються від періодичних і мають два змінних муфеля з герметичними закритими кришками.

Після закінчення процесу азотування муфель з деталями виймають із пічки і переносять в охолоджуючий колодязь, а на його місце ставлять інший, підготовлений раніше. Максимальна температура пічки 650⁰С.

Пічка укомплектована газовим щитом, який служить для періодичного контролю і регулювання витрат, тиску і степені дисоціації аміаку.

Приклад 8.6. Нарізання різьби обертаючою різцевою головкою (вихрвовим методом)

Нарізання зовнішньої різьби вихрвовим методом здійснюється слідуючим чином. Деталь «Черв'як», на котрій повинна бути нарізана різьба, закріплюється в центрах токарно-гвинторізного верстата або в патроні. В процесі роботи вона повільно обертається відповідно подачі. В спеціальному пристрої, який устанавлюється на супорті верстата, закріплюється спеціальна різцева головка з лівими та правими різцям и оснащеними твердосплавними пластинами. Оправка з різцевою головкою обертається від спеціального приводу через клинопасову передачу від електродвигуна пристрою і за кожний оберт обертаючої деталі при переміщенні різцевої головки уздовж осі деталі на величину шага різьби на деталі буде утворюватися один виток різьби. При нарізанні різьби головку повертають відносно осі деталі на величину кута підйому гвинтової лінії різьби. При вихрвовому нарізанні різьби швидкість різання, відповідає швидкості обертання різця, приймається в межах від 150 до 250 м/хв, кругова подача береться від 0,2 до 0,6 мм за один оберт різцевої головки. Нарізати різьбу вихрвовим методом можна на токарно-гвинторізних, різьбонарізних і різьбофрезерних верстатах за допомогою спеціальних пристроїв (див. рис. 8.4.1).

Основний (машинний) час нарізання різьби різцевими головками (вихрвовим методом) визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{(L_0 + L_{вр} + L_n)}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв}$$

де L_0 - довжина різьби в мм;

$L_{вр}$ - величина врізання різьби в мм; ($L_{вр} = 1 \dots 2$ шага різьби в мм);

L_n - величина перебігу різьби в мм; ($L_n = 1 \dots 2$ шага різьби в мм);

S - шаг різьби в мм;

n - число обертів деталі за хвилину.

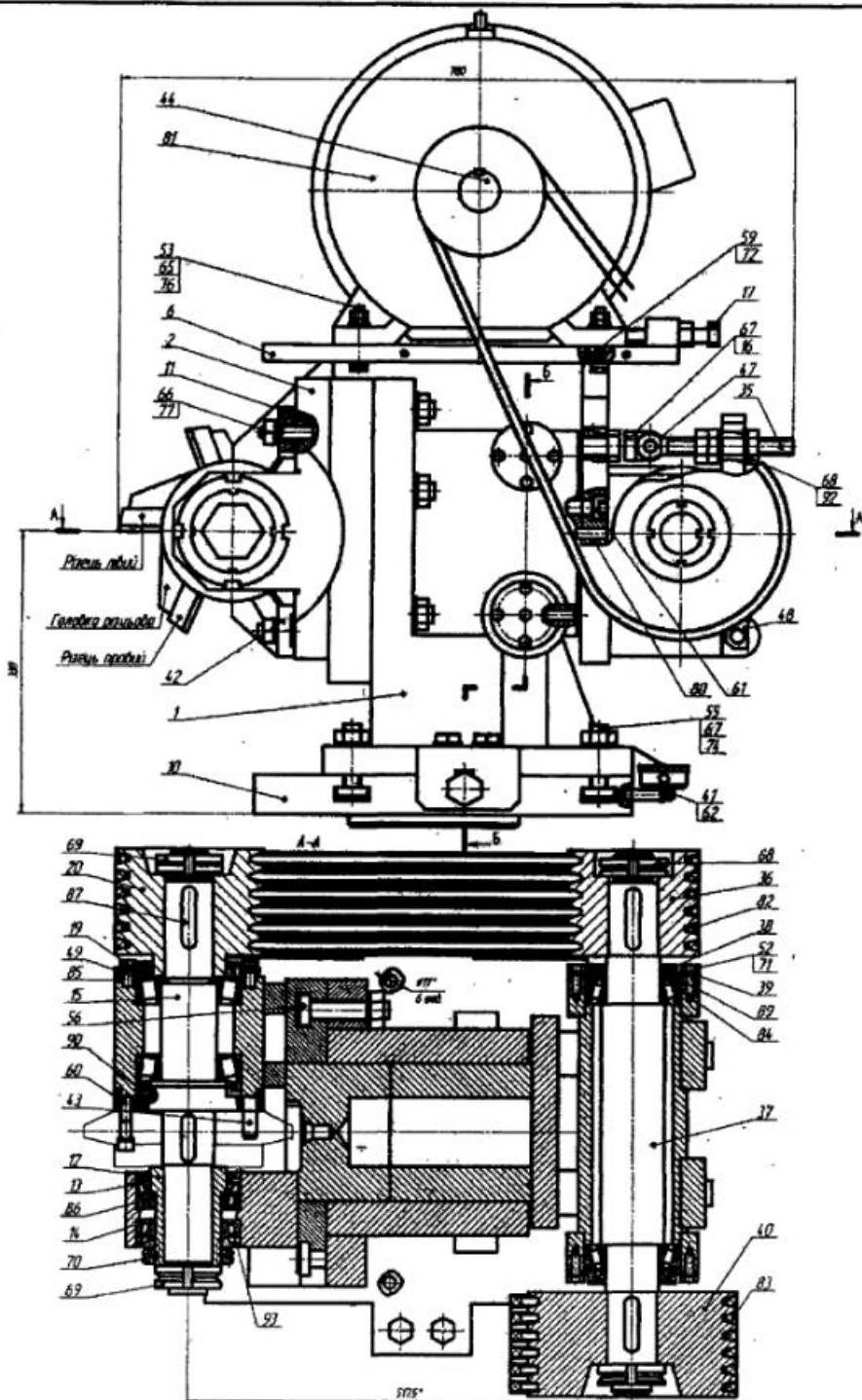


Рисунок 8.3.1. Пристосування для нарізки гвинтових канавок

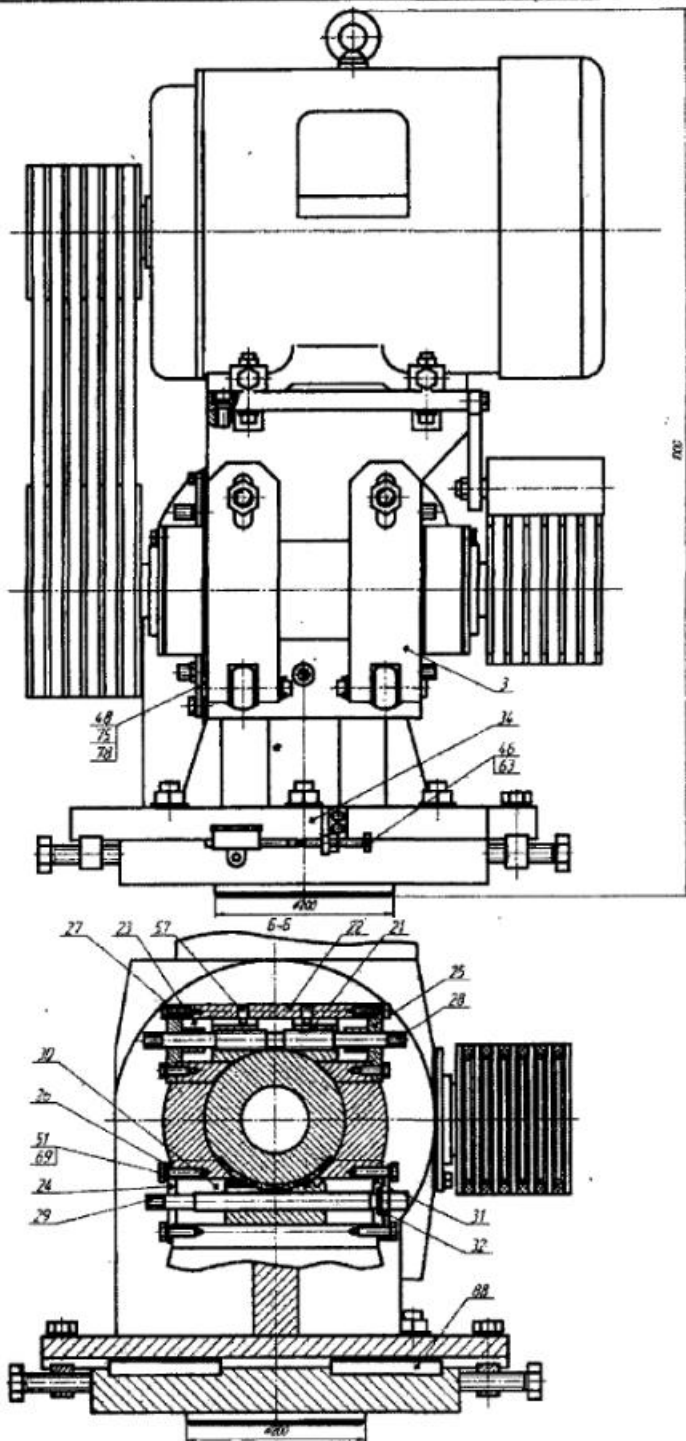
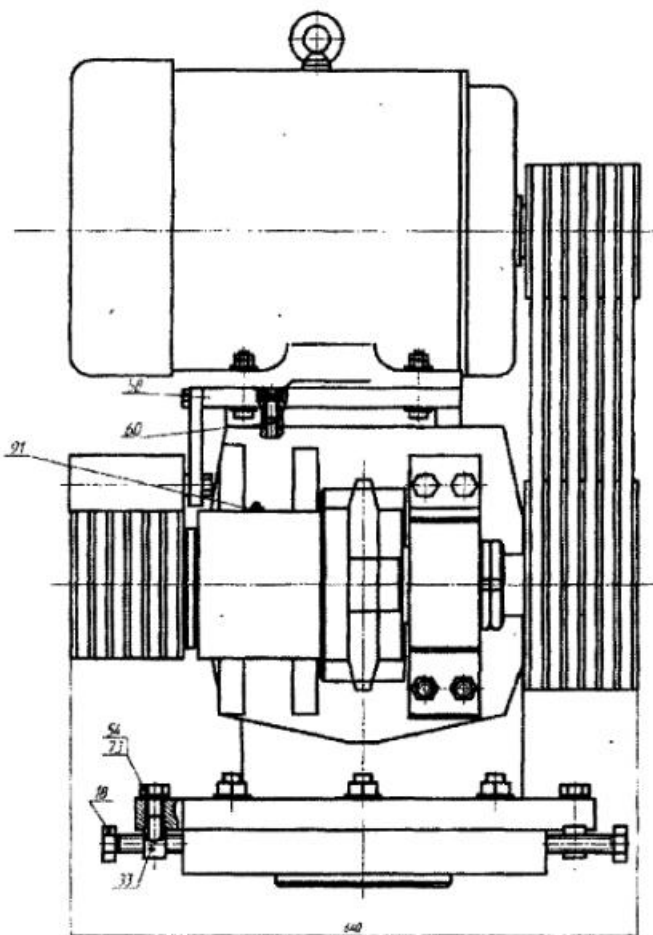


Рисунок 8.3.2. Пристосування для нарізки гвинтових канавок



- 1 - Різальні вставки
 2 - Вставки з латуні довж. по довж. 15 ± 0,02 мм діам. 3/20 мм
 3 - Вставки з сталі 20Х-20Х марок ст. 5 діаметр 4
 4 - Вставка з сталі 20Х-20Х марок ст. 5
 5 - Вставка з сталі 20Х-20Х марок ст. 5

№	Вид	Колір	Матеріал	Діаметр	Довжина
1	Різальні вставки	Латунь	20Х-20Х	15	3/20
2	Вставки з латуні	Латунь	20Х-20Х	15	3/20
3	Вставки з сталі	Сталь	20Х-20Х	4	4
4	Вставка з сталі	Сталь	20Х-20Х	4	4
5	Вставка з сталі	Сталь	20Х-20Х	4	4

Рисунок 8.3.3. Пристосування для нарізки гвинтових канавок



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ В ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗДІЛІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

9.1 Розрахункова частина виробництва

9.1.1 Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження

Проектуючи дільницю ми повинні мати дані кількості обладнання технологічного процесу, модель верстатів та їх габаритні розміри.

Розраховуючи кількість металоріжучого обладнання даної моделі та числа робочих для механічної обробки кількості деталей (необхідно знати: річний об'єм випуску деталей; вид технологічного процесу з вказівкою переліку операцій та сумарні норми часу на кожній операції; ефективний річний фонд виробничого часу одиниці обладнання (в годинах).

1 Ефективний річний фонд часу роботи одного верстата в годинах при п'ятиденній робочій неділі з двома вихідними днями може бути розрахована за формулою:

$$\Phi_d = [(D_p - D_{в.д} - D_{с.д}) \times \chi_d - D_{п.с.д} \times 2] \times Z_p \times K_p; \text{ н-г}$$

де D_p – кількість днів в одному році = 365;

$D_{в.д}$ – кількість вихідних днів (суботи та неділі) = 104;

$D_{с.д}$ – кількість святкових днів = 8;

χ_d – кількість годин робочого дня = 8,0;

$D_{п.с.д}$ – кількість передсвяткових днів = 5 (тривалість робочого дня менше на 2 години);

Z_p – кількість змін роботи обладнання = 2;

K_p – коефіцієнт, який враховує час перебування верстата в ремонті:

для великих верстатів $K_p = 0,9 \dots 0,94$

для середніх верстатів $K_p = 0,95 \dots 0,97$

для мілких верстатів $K_p = 0,95 \dots 0,98$

для автоматичних ліній $K_p = 0,88 \dots 0,9$

$$\Phi_d = [(365 - 104 - 8) \times 8,0 - 5 \times 2] \times 2 \times 0,953 = 3840 \text{ н-г.}$$

2 В серійному виробництві розрахункову кількість верстатів знаходять за формулою:

$$B_p = \frac{T_{ш.к.} \times \Pi_z}{\Phi_d \times 60 \times K_{в.н.}}, \text{ шт. або } B_p = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_d \times K_{в.н.}}, \text{ шт}$$

$$\text{де } T_{\text{труд}} = T_{шк} \times \Pi_{пр} / 60 \text{ годин}$$

де B_p – розрахункова кількість верстатів даної операції, шт.

$T_{ш.к.}$ – штучно-калькуляційний час на операцію, яка виконується на даному верстаті, хв;
 $\Pi_{пр}$ – приведена програма деталей за рік, шт;
 Φ_d – ефективний фонд виробничого часу обладнання за рік, годин,
 $K_{в.н.}$ – коефіцієнт виконання норм часу 1... 1,2.

Розрахункову кількість верстатів V_p округлюють до ближнього цілого числа – прийнятої кількості верстатів $V_{пр}$.

3. Коефіцієнт завантаження даного типу у відсотках дорівнює:

$$K_3 = \frac{V_p}{V_{пр}} \times 100$$

$\Pi_{пр}$ – умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості обробки всіх деталей, що закріплені за дільницею, визначається виходячи із виробничої потужності дільниці та найбільш раціонального використання обладнання за формулою:

$$\Pi_{пр} = \frac{\Phi_d \times K_3 \times 60}{\sum T_{ш.к.} \times (1 + \alpha)}, \text{ шт.} \quad \Pi_{пр} = \frac{3840 \times 0,8 \times 60}{2,12 \times (1 + 0,05)} = 82500 \text{ шт.}$$

Для зручності в розрахунках приймаємо $\Pi_{пр} = 82500$ шт.

де Φ_d – ефективний річний фонд виробничого часу обладнання, нормо-годин;

K_3 – плановий коефіцієнт завантаження обладнання для середньо-серійного типу виробництва $K_3 = 0,8... 0,85$;

$T_{шт}$ – норма штучного часу на ведучій операції для деталі представника, хв (2,12)

α – коефіцієнт допустимих витрат на переналагоджування обладнання зверху підготовчого-заключного часу:

для велико серійного виробництва $\alpha = 0,03... 0,09$;

для середньо серійного $\alpha = 0,05... 0,08$;

для мало серійного $\alpha = 0,08... 1,0$.

4 Визначаємо річну трудомісткість на операції

$$T_{труд} = \frac{t_{шк} \times \Pi_p}{60}, \text{ годин}$$

$$T_{труд10} = \frac{2,68 \times 82500}{60} = 3685 \text{ год.}$$

$$T_{труд15} = \frac{4,11 \times 82500}{60} = 5651 \text{ год}$$

$$T_{труд20} = \frac{3,91 \times 82500}{60} = 5376 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}35} = \frac{4,11 \times 82500}{60} = 5651 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}40} = \frac{3,91 \times 82500}{60} = 5376 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}45} = \frac{5,14 \times 82500}{60} = 7068 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}55} = \frac{10,75 \times 82500}{60} = 14781 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}70} = \frac{2,43 \times 82500}{60} = 3341 \text{ год.}$$

$$T_{\text{труд}75} = \frac{2,21 \times 82500}{60} = 3039 \text{ год.}$$

5 Кількість верстатів складає

$$B_{p10} = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{вн}}} = \frac{3685}{3840 \times 1} = 0,96 \text{ приймаємо } B_{p10} = 1 \text{ верстат}$$

$$B_{p15} = \frac{5651}{3840 \times 1} = 1,47 \text{ приймаємо } B_{p15} = 2 \text{ верстати}$$

$$B_{p20} = \frac{5376}{3840 \times 1} = 1,4 \text{ приймаємо } B_{p20} = 2 \text{ верстати}$$

$$B_{p35} = \frac{5651}{3840 \times 1} = 1,47 \text{ приймаємо } B_{p35} = 2 \text{ верстати}$$

$$B_{p40} = \frac{5376}{3840 \times 1} = 1,4 \text{ приймаємо } B_{p40} = 2 \text{ верстати}$$

$$B_{p45} = \frac{7068}{3840 \times 1} = 1,84 \text{ приймаємо } B_{p45} = 2 \text{ верстати}$$

$$B_{p55} = \frac{14781}{3840 \times 1} = 3,85 \text{ приймаємо } B_{p55} = 4 \text{ верстатів}$$

$$B_{p70} = \frac{3341}{3840 \times 1} = 0,87 \text{ приймаємо } B_{p70} = 1 \text{ верстат}$$

$$B_{p75} = \frac{3039}{3840 \times 1} = 0,79 \text{ приймаємо } B_{p75} = 1 \text{ верстат}$$

Усі одержані дані заносимо в таблицю 9.1

Таблиця 9.1 Розрахунок вжитку належної кількості верстатів

№ операції	Назва операції	Модель верстату	Т _{ш.к.} (проект)хв Норма штучно- калькуляц. часу	Кількість верстатів		К _з	Трудомісткість Т _{труд} год
				В _р	В _п		
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фрезерно-центрувальна	MP-76M	2,68	0,96	1	0,96	3685
015	Токарно-автоматна	1712	4,11	1,47	2	0,735	5651
020	Токарно-автоматна	1712	3,91	1,4	2	0,7	5376
035	Токарно-автоматна	1712	4,11	1,47	2	0,735	5651
040	Токарно-автоматна	1712	3,91	1,4	2	0,7	5376
045	Вертикально-фрезерна	6540	5,14	1,84	2	0,92	7068
055	Зубо-фрезерна	5K324	10,75	3,85	4	0,963	14781
070	Кругло-шліфувальна	3M161E	2,43	0,87	1	0,87	3341
075	Кругло-шліфувальна	3M151	2,21	0,79	1	0,79	3039
Разом			39,25	14,05	17	0,826	53968

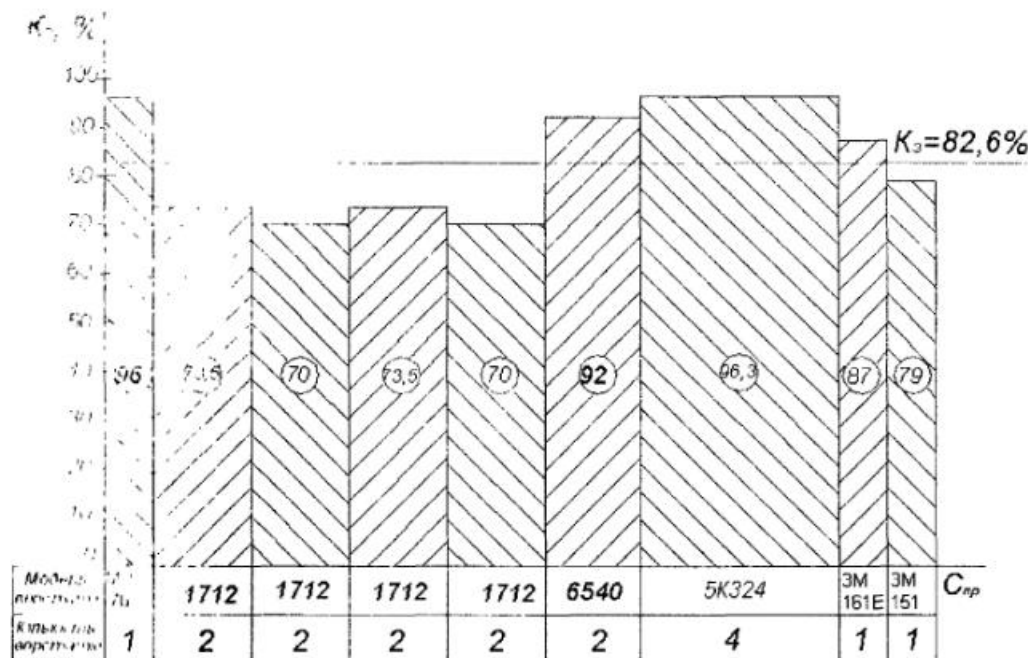
Середній коефіцієнт завантаження обладнання на дільниці складає

$$K_{зсер} = \frac{\sum V_p}{\sum V_{пр}}; \quad K_{зсер} = \frac{14,05}{17} = 0,826$$

$K_{зсер} = 0,826$ або 82,6%, що для умов середньосерійного і великосерійного виробництва цілком можливо.

Креслимо графік завантаження.

Графік завантаження обладнання



Таблиця 9.2 Зведена відомість характеристики верстатного парку механічної дільниці

Модель верстата	Габаритні розміри, мм	Кількість	Потужність		Вартість за прејскурантом, тис.грн.		ТЗВ 10% тис. грн.	Балансова вартість тис.грн.
			один	всього	один	всього		
MP-76M	2505x1490	1	11	11	210	210	21	231
1712	2800x1415	8	18	144	205	1640	164	1804
6540	2640x2655	2	7,5	15	142	284	28,4	312,4
5K324	2500x1440	4	7,5	30	88	352	35,2	387,2
3M161E	3480x4345	1	18,5	18,5	320	320	32	352
3M151	4605x2700	1	10	10	100	100	10	110
Разом		17		228,5				3197

Вартість транспортних засобів (пластинчастих транспортерів) – 1...2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Втр.зас.} = 3197 \times 0,01 = 31,97 \text{ тис.грн.}$$

Вартість всієї оснастки на механічну обробку деталі „Вал-шестірна” – 0,1...0,2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Восн.} = 3197 \times 0,001 = 3,2 \text{ тис.грн.}$$

Середня одинична потужність обладнання на механічній дільниці розраховується за формулою

$$P_{c-n} = P_{п}/V_{пр}, \text{ кВт} \quad P_{c-n} = \frac{228,5}{17} = 13,44 \text{ кВт}$$

де $P_{п}$ – підсумкова потужність обладнання, кВт

$V_{пр}$ – прийнята кількість верстатів на дільниці, шт.

9.1.2 Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів

В склад виробничої площі включається площа, зайнята обладнанням, проходами, проїздами, конвейсрами тощо.

Металоріжучі верстати дільниці або відділень механічного цеху можуть бути розташовані за ходом послідовного виконання технологічних операцій (предметна спеціалізація дільниці) або за подібними моделями (групами) верстатів (технологічна спеціалізація).

На практиці частіше зустрічається змішаний спосіб утворення дільниці.

На вибір варіантів розташування дільниць впливають умови роботи та технологічні особливості використовуваних верстатів.

Виходячи з цього недоцільно розміщувати поруч дільниці та лінії виготовлення деталей високої точності і відносно малої точності форми та розташування поверхонь в зв'язку з неминучим впливом вібрації цього обладнання на точність виготовлення відповідних деталей.

Недопустиме змішане розміщення дільниці абразивної обробки та складання.

Загальну площу $S_{д}$ дільниці визначають за показником $S_{пит}$ загальної площі, яка припадає на один верстат або одне робоче місце:

$$S_{пит.д} = S_{пит.} \times V_{пр}, \text{ м}^2$$

де $S_{пит.}$ – питомий показник площі на один верстат (для малих верстатів вагою до 5000 кг – 10 – 15 м², для середніх вагою до 10000 кг – 16 – 25 м², для великих вагою до 25000 кг – 26 – 45 м², для особливо великих вагою до 120000 кг – 50 – 150 м² на один верстат.

З практичної точки зору на дільниці (цеху) розміщуються обладнання різних габаритних розмірів, тому для оцінки потрібної площі зручніше користуватися питомими показниками $S_{пит.д}$ для механічних дільниць (цехів); узагальнених за діючими базовими заводами або раніше виконаних проектів. Показник питомої загальної площі, враховуючи також площу для збереження міжопераційних та магістральних проїздів, тощо

$$S_{пит.заг.} = 1,3 \times S_{пит.д}$$

Наприклад: Питома площа для середніх верстатів на один верстат дорівнює

$$S_{пит.д} = 18...22 \text{ м}^2$$

Виробнича площа дільниці $S_{в.п.д} = 20 \times 17 = 340 \text{ м}^2$

Загальна площа дільниці $S_{зпд} = 1,3 \times 340 = 442 \text{ м}^2$
Ширину прольоту приймаємо $B = 12 \text{ м}$ (12000 мм), а довжину прольоту

$$L = \frac{S}{B}; L = \frac{442}{12} = 36,83 \text{ приймаємо} = 36,83 \text{ м} (36830 \text{ мм}).$$

Крок колон $b = 6 \text{ м}$ (6000 мм)

За нормативами:

Висота будівлі $h = 8,4 \text{ м}$ (8400 мм)

Об'єм будівлі $V_{буд} = h \times S_{зпд} \times 1,15 = 8,4 \times 442 \times 1,15 = 4641 \text{ м}^3$

Вартість основних фондів $V_{овф} = V_{буд.} + V_{б.об.} + V_{тр.зас.}$

де $\text{Ц}_{буд.} = 38... 58 \text{ грн.}$ – ціна 1 м^3 виробничої будівлі (дивись преїскурант, висотою 8-ми метрів) з крановим навантаженням та залізо-бетонними конструкціями.

$V_{б.об.} = 3197 \text{ тис. грн.}$ балансова вартість обладнання.

Вартість будівлі дільниці

$$V_{буд} = \text{Ц}_{буд} \times V_{буд} = 50 \times 4641 = 232 \text{ тис. грн.}$$

Вартість транспортних засобів (1... 2% від $V_{об.}$)

$$V_{тр.зас} = 3197 \times 0,01 = 31,97 \text{ тис. грн.}$$

Вартість основних фондів

$$V_{овф} = 3197 + 232 + 31,97 = 3461 \text{ тис. грн}$$

9.1.3 Визначення чисельності працюючих на дільниці (цеху)

В здійсненні виробничого процесу беруть участь слідуєчі категорії працюючих: основні та допоміжні робічі, інженерно-технічні працівники (ІТП), обліковці і конторські працівники (ОКП), молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Розрахунок чисельності працюючих виконується за категоріями. Вихідними даними для розрахунку являються: виробнича програма, трудомісткість виробів, штатний розпис, норми обслуговування, бюджет робочого часу.

9.1.3.1 Визначення чисельності основних робічих

В механічних цехах (дільницях) до основних робічих відносяться робічі слідуєчих професій: верстатники, оператори верстатів з ЧПК та наладчики автоматичних ліній, слюсарі механоскладальних робіт, мийники деталей.

Визначення споживчої чисельності основних робічих ведуть за кожною професією роздільно.

Для дільниць серійного виробництва споживча кількість виробничих робічих визначають за формулою:

$$P_{\text{верст.сп}} = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{вн}} \times N_{\text{о}}}, \text{чол.}$$

де $T_{\text{труд}}$ – річна трудомісткість робіт за видами обробки, нормо-годин.

$$T_{\text{труд}} = T_{\text{шк}} \times \Pi_3 / 60., \text{ нормо-годин}$$

$T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час на обробку даної операції, хв.

Π_3 – річна програма запуску деталей, шт.

$\Pi_{\text{пр}}$ – річна приведена програма деталей, шт

$\Phi_{\text{д}}$ – річний ефективний фонд часу роботи одного робочого, години.

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм робочими на дільниці (1... 1,2);

$N_{\text{о}}$ – норма обслуговування верстата (буде більше одиниці для тих верстатів, коли $T_{\text{доп}}$ – допоміжний час в 2,5...3 рази менше від $T_{\text{о}}$ – основного часу на обробку деталі на даній операції).

Це в основному стосується зубооброблюючих операцій і деяких операцій з ЧПК.

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм робочими на дільниці (1... 1,2), приймається більше одиниці тільки в тому випадку, якщо K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання буде 0,96 і більше. Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для серійного виробництва без довантаження їх деталями-супутниками складає 0,7...0,95, а для масового виробництва K_3 – складає 0,85...0,9.

Ефективний річний фонд робочого часу верстатника за п'ятиденну **неділю** можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times K_{\text{п}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times 0,91 = 1840 \text{ н-г}$$

Трудомісткість робіт верстатника визначається за формулою:

$$T_{\text{труд}} = \frac{T_{\text{шк}} \times \Pi_{\text{пр}}}{60} \text{ год}$$

Визначаємо чисельність верстатників за формулою:

$$P_{\text{верст.сп}} = \frac{3685}{1840 \times 1,1} = 1,82 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр.}} = 2 \text{ верст. (чол.)}$$

Коефіцієнт завантаження верстатника

$$K_3 = P_{\text{всп}} / P_{\text{впр}} = 1,82 / 2 = 0,91$$

Таблиця 9.3 Зведена відомість чисельності верстатників на проектуючій дільниці

№ опер	Професія	Розряд роботи	T _{труд} Н-Г	P _{верст.сп.}	P _{верст. пр.}	K _з
010	Фрезеровщик	3	3685	1,82	2	0,91
015	Токар-автоматчик	3	5651	3,07	4	0,768
020	Токар-автоматчик	3	5376	2,78	3	0,927
035	Токар-автоматчик	3	5651	3,07	4	0,768
040	Токар-автоматчик	3	5376	2,78	3	0,927
045	Фрезеровщик	3	7068	3,84	4	0,96
055	Зубо-фрезеровщик	4	14781	3,65	4	0,91
070	Шліфовщик	4	3341	1,614	2	0,807
075	Шліфовщик	4	3039	1,65	2	0,826
Разом			53968	24,27	30	0,809

Середній коефіцієнт завантаження верстатників:

$$K_{з,сер.в} = \frac{P_{верст.сп.}}{P_{верст.пр.}} = \frac{24,27}{30} = 0,809$$

9.1.3.2 Визначення чисельності допоміжних працівників, інженерно-технічних працівників (ІТП), обліковців і конторських працівників (ОКП) та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)

Допоміжні працівники виробництва, які обслуговують основне виробництво (наладчики, бригадири, кладівники та роздавачі інструментів, слюсарі для ремонту верстатів та оснастки, електромонтери, бракувальники (контролери) та інші).

Чисельність допоміжних працівників зайнятих на проектуючій дільниці розраховується у відсоткових відносинах від числа основних робочих дільниці:

для серійного виробництва – 15... 25%;

для масового виробництва – 30... 50% (крім наладчиків).

Від загального числа допоміжних працівників 60-70% - робочі, які обслуговують обладнання.

Чисельність допоміжних працівників для приведеного прикладу дорівнює:

$$P_{\text{доп.роб}} = (15... 25\%) \text{ від } P_{\text{верст.}}$$

$$P_{\text{доп.роб}} = 0,25 \times 30 = 7,5 \text{ чол.} \quad \text{Приймаємо } P_{\text{доп.роб}} = 8 \text{ чол.}$$

Таблиця 9.4. Відомість допоміжних робочих

Назва професії	Кількість	Розряд
Бригадир	2	5
Контролер	2	4
Слюсар по ремонту	2	4
Електрик	2	4
Разом	8	

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП) приймають в наступному співвідношенні від числа робочих (виробничих та допоміжних) дорівнює – 10... 15% від загального числа основних та допоміжних робітників:

$$P_{\text{ІТП}} = 0,12 \times 38 = 4,56 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{\text{ІТП}} = 5 \text{ чол.}$

Таблиця 9.5 Відомість ІТП

Назва професій	Кількість	Посадовий оклад
Начальник дільниці	1	800...960
Змінний майстер	2	600...750
Технолог-нормувальник	2	550...650
Разом	5	

Чисельність обліковців конторського персоналу (ОКП) приймається 1... 3% від основних та допоміжних працівників.

$$P_{\text{окп}} = 0,02 \times 38 = 0,76 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{\text{окп}} = 1 \text{ чол.}$

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приймаємо 2... 3% від основних та допоміжних працівників.

$$P_{\text{моп}} = 0,02 \times 38 = 0,76$$

Приймаємо $P_{\text{моп}} = 1 \text{ чол.}$

Таблиця 9.6 Зведена відомість ОКП та МОП.

Назва професії	Кількість	Посадовий оклад, грн.
ОКП обліковець	1	500...520
МОП транспортувальник	1	630...700
Разом	2	

Примітка: тарифні посадові оклади та часові тарифні ставки верстатників використовуються на базовому заводі.

Результати розрахунку чисельності робітників зводимо в зведену відомість.

Таблиця 9.7 Зведена відомість працюючих на виробничій дільниці

Категорія працюючих	Кількість	Розряди робіт				Питома вага, %
		2	3	4	5	
Основні робітники (верстатники та слюсарі)	30	--	22	8	--	66,66
Допоміжні працівники	8	--	--	6	2	17,78
Інженерно-технічні працівники	5	--	--	--	--	11,11
Обліковці та конторський персонал	1	--	--	--	--	2,22
Молодший обслуговуючий персонал	1	--	--	--	--	2,22
Разом	45	--	22	14	2	100

9.1.4 Визначасмо середній тарифно-кваліфікаційний розряд та середню годинну тарифну ставку основних робочих

Таблиця 9.8 Зведена відомість основних робочих (верстатників) та визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду.

Назва професії	Загальна кількість робочих	Кількість робочих по розрядам	
		3	4
Токар-автоматчик	16	16	--
Фрезеровщик	6	6	--
Зубофрезеровщик	4	--	4
Шліфовщик	4	--	4
Разом	30	22	8
Загальна кількість людинорозрядів	98	66	32

Середній тарифно-кваліфікаційний розряд

$$P_{c.p} = \frac{98}{30} = 3,267$$

Середня годинна тарифна ставка

$$ГТС_{c.p} = ГТС_3 + (ГТС_4 - ГТС_3) \times P_{c.p} = 2,33 + (2,59 - 2,33) \times 0,267 = 2,4 \text{ грн.}$$

де $P_{c.p}$ – число, що знаходиться після коми середнього тарифно кваліфікаційного розряду.

ГТС₃, ГТС₄ – годинна тарифна ставка 3-го розряду – 2,33 грн. і 4-го розряду – 2,59 грн. за 1 годину, взяті на заводі в 2005 році.

9.2.1 Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на механічній дільниці

Планування дільниці - це план розташування виробничого обладнання (верстатів, підйомно-транспортувального обладнання тощо) робочих місць, проїздів, переходів і т.д.

Технологічне планування дільниці виконується при проектуванні дільниці або перебудови технологічного процесу на базовому заводі та залежить від величини заводу, характеру виробництва, особливостей та об'єму виробничого завдання габаритних розмірів та ваги оброблюючих заготовок.

При плануванні дільниці слід дотримуватись наступних основних вимог:

а) розміщення обладнання на дільниці повинно залежати від послідовності виготовлення деталей відносно технологічного процесу;

б) планування за типами виробів, коли на дільниці виготовляються деталі які постійно закріплені за нею (вали, шпинделі, шестірні, зубчасті колеса, втулки, муфти тощо). В цьому випадку верстати розміщують за типами або за ходом технологічних операцій. Цей спосіб планування обладнання з розміщенням верстатів за типами або за послідовністю технологічного процесу – являється найбільш вигідним для механічної дільниці серійного виробництва і застосовується в плануванні частіше інших;

в) планування верстатів необхідно ув'язувати із застосуванням підйомно-транспортувального обладнання. В плануваннях передбачають короткі шляхи переміщення заготовок, деталей в процесі виробництва, включаючи кільцеві, зворотні петлеподібні рухи. Вантажопотоки не повинні перехрещуватися між собою, а також не пересікати та не перекривати основні проїзди та переходи, які призначені для руху людей;

г) розміщення обладнання, проїздів та переходів на плануванні дільниці повинно гарантувати зручність та безпеку праці; можливість монтажу та ремонту обладнання; зручність подавання заготовок та інструментів; зручність прибирання відходів;

д) планування повинно бути „гнучким”, тобто необхідно передбачити можливість змінити верстати при зміні технологічного процесу;

При визначенні відстані між верстатами, від верстата до стіни та колон будівлі потрібно враховувати наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухомих частин, відчиняючих дверок та постійних огорожень верстатів;

б) при різних розмірах двох поруч розміщених верстатів відстань між ними приймається за більшим із цих верстатів;

в) при обслуговуванні верстатів мостовими кранами або кран-балками відстань від стін та колон до верстатів приймають враховуючи можливість обслуговування верстатів при крайньому положенні гака крану.

При виборі ширини проїздів між рядами верстатів необхідно мати на увазі наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухаючої частини, відчиняючи двері та постійних огорожень верстатів;

б) розмір транспортуючих деталей або тари з деталями – це розмір в напрямленні, перпендикулярному до проїзду;

в) ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами дана з врахуванням можливості їх повороту на 90° .

При плануванні ділянки повинні бути передбачені місця для майстра, технолога, контролера площею не менше 6 м^2 кожне. Слюсарні верстати та контрольні плити можуть бути розміщені на механічній ділянці (за технологічним процесом).

Відстань між верстатами та елементами будівлі для різних варіантів розміщення обладнання, а також ширину проїздів в залежності від різних видів транспорту регламентують нормами технологічного проектування.

На потоково-конвеєрних лініях верстати розміщують за ходом технологічного процесу, по прямій лінії вздовж верстатів розміщують рольганг, конвеєр, сходи, сковзали та інші транспортні устаткування. Необхідно вказати передачу деталей від транспортера до верстата.

На початку лінії необхідно передбачити площадки для зберігання заготовок, в кінці – площадки для накопичення оброблених деталей.

Потрібно передбачити на лінії необхідні робочі місця для контрольних операцій, слюсарних робіт та поточного ремонту обладнання.

Потрібно забезпечити зручні підходи до всіх робочих місць для обслуговування лінії та ремонту обладнання, можливість багатостанкового обслуговування при найбільш коротких та зручних переходах від одного верстата до другого.

На плануванні лінії, крім обладнання, повинні бути нанесені транспортні засоби, інструментальні тумбочки, тара для заготовок та готових деталей, верстати, стелажі та інша оргоснастка.

9.2.2. Організація робочих місць на ділянці

Робоче місце – це обмежена зона виробничої площі, яка призначена для виконання операцій одним працівником та оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці: технологічним, допоміжним та підйомно-транспортним обладнанням, технологічною оснасткою та інструментом, організаційною оснасткою тощо.

Головним завданням при проектуванні організації робочого місця являється створення такої конструкції оргоснастки та такого розміщення обладнання, заготовок, готових деталей та оснастки, при яких відсутні нераціональні рухи та прийоми (повороти, згинання, присідання тощо).

Планування робочого місця повинно передбачити вірне розміщення органів управління верстатом, предметів та засобів праці як по горизонталі,

так і по вертикалі. Оптимальну відстань до органів управління верстатом при роботі токаря середнього росту (дивись на рисунках).

В умовах серійного виробництва, кількість операцій, які виконують на робочому місці, скорочуються, приймається спеціальний інструмент та оснастка, змінюється планування та оснащення робочого місця. Найбільш значне змінення в організації робочих місць робиться під впливом механізації та автоматизації виробництва, що забезпечує швидку перебудову виробництва щодо випуску нових виробів в рахунок гнучкості виробничої системи, а також збільшує коефіцієнт завантаження верстатів та покращує соціальні умови праці.

9.2.3 Організація транспортування виробів на дільниці

Ціль організації транспортування деталей на дільниці – це скорочення тривалості виробничого циклу при широкому застосуванні механізованих та автоматизованих транспортних засобів. Вибір транспортних засобів залежить від характеру оброблюваних на дільниці заготовок; маси та габаритів заготовок або розміру транспортної партії, типу виробництва, конструкції будівлі. Транспортування деталей від прольоту в проліт від одного верстату до іншого може бути виконана слідуючими способами:

- а) електричними візками або електрокарами;
- б) кран-балками, маніпуляторами, монорейками з електросталлю, які можуть бути прямими, кільцевими з вантажністю 0,25... 3 т.;
- в) жолобами, лотками, схилами, сковзалами для передавання деталей від верстата до верстата самопливом під дією сили тяжіння;
- г) роликowymi, стрічковими, пластинчастими та підвісними конвеєрами, які мають ширину стрічки 200... 600 мм та швидкість 6... 30 м/хв.;
- д) мостовими кранами, якщо на дільниці виготовляються важкі деталі, їх вантажність 5, 10, 15 та 20 т.;
- е) промисловими роботами, які застосовують для установки, знімання та передачі заготовки від одного верстата до іншого.

9.2.4 Організація інструментального господарства

Інструментальне господарство на дільниці, що проектується, призначається для зберігання, видавання та заточування інструменту, а також для виготовлення пристосування. Необхідно зробити короткий опис головних задач організації інструментального господарства, рекомендуючи систему забезпечення робочих місць інструментом.

Враховуючи, що витрата на інструмент складає 25% від загальної суми затрат на виготовлення виробів, необхідно розрахувати споживання ріжучого інструмента на задану річну програму випуску деталей.

Річне споживання ріжучого інструменту з кожного виду та розміру в штуках визначається за формулою:

$$i_p = \frac{\sum T_m \times \Pi_{пр}}{T_p \times (1 - K_{в.з})}, \text{ шт.} \quad I_p = \frac{5,12 \times 82500}{990 \times 0,8} = 533 \text{ різця}$$

де $\sum T_m$ – сумарний машинний час на обробку всіх операцій даним інструментом, в годинах;

$\Pi_{пр}$ – річна приведена програма випуску деталей, шт.;

T_p – час роботи даного інструменту (сумарна стійкість), хв.

$K_{в.з.}$ – коефіцієнт випадкового зменшення інструменту через поломки (0,05 - 0,3).

Для визначення розрахункової стійкості інструменту використовується формула:

$$T_p = T \times \left(\frac{L}{l} + 1 \right) = 90 \times \left(\frac{10}{1} + 1 \right) = 990 \text{ хв}$$

де T – стійкість інструменту між двома переточками в хв.;

L – величина робочої частини інструменту, яка підлягає переточці в мм для пластини токарного різця (10-15 мм);

l – величина шару, який знімається при кожній переточці (0,1-0,25 мм).

Річне споживання вимірювального інструменту (шт.) кожного виду та розміру визначається за формулою:

$$i_B = \frac{\sum n \times \Pi_{пр}}{i_B \times z_k \times K_{в.р.}}, \text{ шт.} \quad I_B = \frac{10 \times 82500}{600 \times 5 \times 3} = 92 \text{ калібра}$$

де $\sum n$ – сума вимірювань на одну заготовку даним вимірювальним інструментом на всіх технологічних операціях;

$\Pi_{пр}$ – річна програма випуску деталей, шт.

i_B – кількість вимірювань, що викликають знос прохідної сторони калібру на 1 мкм (для гладких скоб та пробок $i_B = 600$, для різьбових скоб

$i_B = 500$, для різьбових пробок $i_B = 300$, для конусних пробок $i_B = 1200$).

z_k – допустимий знос калібру або поле допуску на знос калібру (вибирається за стандартами на допуски калібрів, мкм);

$K_{в.р.} = 2... 3$ – коефіцієнт, що враховує відновлення розміру та ремонт регулюючих калібрів.

Річне споживання в абразивному інструменті (абразивних кругів) кожного виду та розміру визначається за формулою:

$$i_a = \frac{\sum T_m \times \Pi_{пр}}{T_a} = \frac{0,79 \times 82500}{270} = 241 \text{ шт}$$

де $\sum T_m$ – сумарна основна (машинна) година, із всіх шліфувальних операцій, які виконуються даним інструментом;

T_a – стійкість абразивного інструмента до повного зносу, годин, який для шліфування кругів, що працюють периферією, з достатньою точністю можна вирахувати за формулою:

$$T_a = \frac{(R_k^2 - r_k^2) \times (1 - K_v) \sqrt{B}}{\varphi}, \text{ хв.}$$

$$T_a = \frac{(200^2 - 63^2) \times (1 - 0,1) \sqrt{63}}{954} = 270 \text{ хв.}$$

де R_k – зовнішній радіус нового абразивного круга, мм;
 r_k – зовнішній радіус зношеного круга, мм;
 B – ширина абразивного круга, мм;
 φ та K_v – коефіцієнти, значення їх приведені в таблиці.

Таблиця 9.9. Значення коефіцієнтів φ та K_v в залежності від розмірів круга

Діаметр абразивного круга	Коефіцієнт випадкової втрати, K_v	Емпіричний коефіцієнт, φ
До 150	0,2	635
150... 250	0,15	795
Більше 250	0,10	954

При виконанні економічної частини проекту, студент по узгодженню з консультантом може всі витрати на інструмент знайти укрупнено, відобразивши в пояснювальній записці тільки методику визначення витрачення інструменту за їх стійкістю.

9.2.5. Організація технічного контролю

Технічний контроль – одна із функцій комплексної системи управління якості виробів, яка здійснюється на машинобудівних заводах відділом технічного контролю, який являється самостійним структурним підрозділом заводу та підкоряється директорові.

У механічних і складальних цехах розташовуються контрольні відділення, що є частинами (відділеннями) загальнозаводського відділу технічного контролю (ВТК).

Задачі технічного контролю – виявлення якості матеріалу, перевірка розмірів, геометричної форми і якості обробленої поверхні деталей. За допомогою контролю в складальних цехах установлюють правильність з'єднання і взаємодія деталей і вузлів, якість зборки всієї машини і перевіряють відповідність цих з'єднань технічним умовам приймання.

Вимоги, пропонувані при контролі, повинні відповідати технічним умовам, встановленим на приймання матеріалів, напівфабрикатів, готових деталей, вузлових з'єднань і зібраної машини.

Правильність розмірів деталей після обробки перевіряється вимірювальними інструментами загального призначення, калібрами, приладами, пристосуваннями.

Для перевірки контуру деталей, у яких профільна поверхня для виконання його робочих функцій повинна бути досить точної (наприклад, кулач-

ки розподільних валів, профільні поверхні ріжучого інструменту), застосовуються шаблони, а для дрібних деталей – проектори, що дають збільшення профілю в 10-50 разів.

У цеховому контрольному відділенні якість матеріалу виробу перевіряється тільки шляхом зовнішнього огляду; повне ж дослідження матеріалу і заготівель (аналіз хімічного складу, дослідження металографічних властивостей, іспит механічних властивостей, рентгенівське дослідження) ведеться в заводській лабораторії, що є складовою частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. Зовнішній огляд виявляє відсутність або наявність зовнішніх дефектів матеріалу й обробки: тріщин, розшарувань, волосин, зовнішніх раковин, задирок, вмятин, подряпин і т.п. Для виявлення цих дефектів деталей уважно оглядають з усіх боків за допомогою лупи або мікроскопу, а також і неозброєним оком, якщо це допускається технічними умовами. Якість обробленої поверхні деталей у відношенні чистоти обробки (ступеня шорсткості) перевіряється в цехових умовах переважно по еталонах, а в лабораторних умовах - профілометрами, профілографами й іншими відповідними приладами.

Правильність розмірів деталей, отриманих при обробці, у цехових контрольних відділах перевіряють: в одиничному виробництві - вимірювальними інструментами загального призначення (штангенциркулями, кронциркулями, мікрометрами, нутромерами, глибиномірами, штихмасами, індикаторами, вимірювальними плитками, приладами); у серійному і масовому виробництві - головним чином за допомогою граничних калібрів, а також вимірювальних приладів, вимірювальних пристосувань, автоматичних вимірювальних пристроїв.

Усі граничні калібри, з якими приходиться мати справу у виробництві, за призначенням варто підрозділяти на:

- 1) виробничі (робочі і бракувальні);
- 2) приймальні (для приймання виробів замовником);
- 3) контрольні (службовці для контролю виробничих і прийомних калібрів).

Усі калібри, що знаходяться у виробництві, щоб гарантувати одержання по них деталей належних розмірів, необхідно періодично перевіряти у встановлений термін.

Тривалість періодів між перевірками буває різна в залежності від того, наскільки часто користуються даними калібрами. Тому всі калібри розбиваються по частоті вживання їх на групи і для кожної групи призначається термін періодичної перевірки.

Для перевірки засобів виміру в механічних, інструментальних і інших цехах створюються контрольно-перевірочні пункти, що роблять у встановлений термін перевірку усіх вимірювальних інструментів, приладів і пристосувань. Цехові контрольно-перевірочні пункти підкорені начальнику центральної вимірювальної лабораторії (ЦВЛ).

Центральна вимірювальна лабораторія, яка повинна бути на кожнім машинобудівному заводі, входить до складу загальнозаводського відділу технічного контролю; її функції відносяться до постановки вимірювальної техніки на заводі, різноманітні, до числа яких відносяться: розробка методів контролю засобів виміру, що застосовуються на заводі; керівництво роботою контрольно-перевірочних пунктів; перевірка й атестація вимірювальних приладів заводу; надання допомоги цехам щодо розробки ними методів виміру виробів, що випускаються; перевірка складних засобів виміру, які не можуть бути перевірені на контрольно-перевірочних пунктах; дослідження причин виникнення браку через неточність розмірів і т.д.

Контроль в залежності від форми організації роботи, виду і характеру контрольних операцій проектується для виконання:

а) безпосередньо на робочому місці на верстаті або біля верстата, на автоматичних верстатних лініях, на складальному місці, на складальних поточкових лініях (конвеєрах);

б) на спеціальних контрольних пунктах;

в) у контрольному відділенні цеху.

Контроль, що виконується в цехах, має наступні види:

а) летучий, б) проміжний, в) остаточний; крім того, за ступенем охоплення продукції, що перевіряється, контроль може бути суцільний і вибірковий.

Летучий контроль виконується у формі періодичних перевірок деталей в процесі їхнього виготовлення для попередження масового браку. Найбільш ефективним методом летучого контролю є статистичний контроль, який застосовується в серійному і масовому виробництвах. Летучому контролю піддаються перші деталі, оброблені після налагодження або переналагодження верстата, а інші деталі – після визначених операцій. Результати контрольних вимірів деталей відзначаються в картках установленної форми або на графіку статистичного контролю. У випадку виявлення відхилення від розмірів, що допускаються, або наближення розмірів до границь відхилень, що допускаються, контролер сповіщає про це майстрові, що повинний ужити необхідних заходів до усунення виявлених відступів. Після усунення дефектів і перевірки знову оброблених деталей контролер дає висновок про можливість продовжувати їхню обробку.

Проміжний контроль виробляється між операціями, коли деталь пройшла одну операцію і повинна надійти на наступну; цей вид контролю називається також міжопераційним. Місце виконання самого процесу перевірки залежить від форми організації роботи, а також від розміру і ваги деталей.

При одиничному і серійному виробництві деталі, як правило, після проміжних операцій направляються для перевірки на контрольні площадки, причому в першому випадку деталі направляються одиничними екземплярами, у другому випадку - партіями; деталі великих розмірів перевіряються безпосередньо біля верстатів. При поточно-серійному і поточно-масовому

виробництві перевірка деталей завжди проводиться біля верстатів (або між верстатами). Контрольні площадки для міжопераційного контролю при плануванні устаткування за типовою ознакою розташовуються наприкінці кожної групи верстатів даного найменування. При розташуванні верстатів один за одним згідно виконання технологічних операцій контрольні площадки розташовуються біля верстатів, що виконують ті операції, після яких виконується контроль.

Остаточний контроль виконується після закінчення всіх операцій, тобто після повної обробки деталі. Перевірку виконують, як правило, у контрольному відділенні, куди ці деталі надходять після останньої операції. Великі і важкі деталі перевіряються безпосередньо біля верстатів або на верстаті. Остаточний контроль передбачає перевірку розмірів і геометричної форми, перевірку якості обробленої поверхні й у деяких випадках механічних властивостей деталі.

Остаточному і проміжному контролю можуть піддаватися або всі деталі (суцільний контроль), або частина їх на вибір (вибірковий контроль). Вибірковому контролю піддається установлений відсоток деталей. У випадку виявлення при цьому контролі відхилень від розмірів, що допускаються, при обробці в потокових лініях усі наступні деталі піддаються суцільному контролю, надалі до усунення виявлених відхилень. Найбільш складні і відповідальні деталі іноді піддають повторному вибірковому контролю з метою додаткової перевірки якості деталей і роботи контролерів.

У складальних цехах контролю піддаються окремі з'єднання, вузли, механізми і цілі машини. Обов'язковій перевірці підлягають усі відповідальні з'єднання і вузли і ті складальні операції, при виконанні яких можливі неправильність, неточність при сполученні і взаємному розташуванні деталей, що з'єднуються.

Менш відповідальні операції піддаються летучому контролю, тобто перевіряються періодично.

Похибки, що виникають при виконанні зборки деталей у різні з'єднання, можуть відбуватися з різних причин, до числа яких відносяться:

- а) установлення неправильних конструктивних зазорів;
- б) неточне регулювання взаємного положення деталей, що з'єднуються;
- в) перекося деталей, що утворюються через неправильну посадку деталей при їхньому сполученні;
- г) наявність залишкових деформацій, викликаних силами, прикладеними для з'єднання деталей;
- д) скривлення й інші деформації й ушкодження деталей, що виникли при їх перевертанні, і переміщенні в процесі зборки, і при транспортуванні;
- е) пружні деформації базової (основний) деталі об'єкту, що збирається, виникли при її закріпленні;
- ж) деформації деталей через зміну внутрішніх напружень.

Допуски на обробку і посадки для деталей, що сполучаються, регламентовані загальносоюзними стандартами, сукупність яких складає єдину обо-

в'яжкову державну систему; тому контрольному відділенню необхідно мати всі основні дані для кожної деталі і вузла з вказівкою допусків, обраних посадок (зазорів і натягів) і їх обґрунтуванням, а також із вказівкою способу обробки, що забезпечує заданий допуск і посадку.

Для перевірки розмірів деталей контрольне відділення, крім калібрів, вимірних вимірювальних інструментів і приладів, повинне мати у своєму розпорядженні спеціальні пристосування, що полегшують і прискорюють перевірку деталей. У складальних цехах широко застосовуються пристосування для перевірки окремих з'єднань і зібраних вузлів, що спрощують виконання контрольних операцій, підвищують точність перевірки, зменшують час, необхідний на перевірку. До числа таких пристосувань відносяться, наприклад, пристосування для перевірки перпендикулярності осей, правильності розташування частин у зібраному вузлі або машині; пристосування до вимірювальних інструментів, що допускають можливість промірів у важкодоступних місцях; пристосування для регулювання і т.д.

У крупносерійному і масовому виробництві для забезпечення взаємозамінності і проведення точних вимірів необхідно застосовувати по можливості найбільш продуктивні контрольні пристосування і прилади. Для вибіркової перевірки деталей при налагодженні операцій використовують налагоджувальні контрольні пристосування, оснащеними вимірювальними голівками з індикаторами і міліметрами. Для суцільної перевірки деталей застосовуються прийомні контрольні пристосування, оснащеними вимірювальними голівками світлофорного типу, які світловими сигналами вказують покращення розмірів деталі в допуск або вихід з нього. Ці пристосування застосовні для високопродуктивних технологічних процесів поточкових ліній, тому що велика пропускна здатність пристосувань може відповідати темпові роботи цих ліній.

Найбільш ефективні автоматичні верстатні контрольні пристрої, що вимірюють деталі в процесі обробки їх на верстатах. Завдяки цим пристосуванням підвищується продуктивність верстатів, тому що виключається необхідність зупинки їх для проміру деталей і представляється можливість одночасного обслуговування декількох верстатів, оснащених автоматичними пристроями для виміру.

В автоматичних поточкових лініях, де деталі надходять на перевірку безупинно, час на контрольні операції, включені в лінію, повинне відповідати тактові роботи даної лінії; це досягається за рахунок застосування контрольно-сортувальних автоматів, що включаються в автоматичну лінію верстатів і роблять вимір деталей і сортування їх за розмірними групами без участі людини.

Доцільно пристрій контрольних пунктів між верстатами; при наявності їх усувається необхідність транспортування деталей у контрольне відділення, розташоване наприкінці лінії верстатів, і назад до верстатів. Особливо необхідний пристрій контрольних пунктів при масовому і серійному виробництві, коли верстати розміщені за порядком технологічних операцій і

робота йде за потоковим принципом. Контрольні пункти розташовуються не після кожної операції, а тільки у верстатів, що виконують основні технологічні операції.

Для контролю окремих з'єднань і механізмів необхідно встановлювати столи біля робочих місць збирачів; при зборці на конвеєрах необхідно між робітниками місцями збирачів залишати місця для виконання контрольних операцій.

Для найбільш раціонального виконання контролю варто розробляти його технологічний процес. При наявності розробленого процесу контролю контролери (або бракувальники) будуть виконувати перевірку деталей не за своїм розсудом або особистою практикою, а за встановленим планом контрольних операцій, обумовленими методами й інструментами й у належній стадії обробки.

Розробка технологічного процесу контролю оформляється у виді карт, що повинні містити:

1) план контрольних операцій, у якому повинні бути приведені порядок операцій, опис операцій і метод їхнього виконання;

2) ескіз, що ілюструє процес виконання контрольної операції та зображуючи положення деталі, що перевіряється, і вимірювального інструмента при перевірці даного розміру;

3) вказівку, щодо поверхонь і розмірів, в яких місцях перевіряються на даній операції і які допускаються відхилення від номінальних розмірів;

4) вказівку, яким вимірювальним інструментом треба користуватися для виконання контрольної операції, його найменування, тип, номер;

5) вказівку, яке пристосування потрібно для виконання виміру, його найменування, номер;

6) вид контролю відповідно до зазначеного вище класифікації;

7) вказівку, у якій стадії виготовлення даної партії деталей виконується контроль, і яка кількість деталей з партії контролюється;

8) місце виконання контрольних операцій;

9) норма часу на виконання даної контрольної операції даної деталі;

10) кваліфікація виконавця контрольної операції.

В усіх випадках контрольні операції необхідно включати в технологічну карту обробки деталей і зборки вузла і виробу. При докладній розробці процесу контролю карту контролю варто додавати до технологічної карти обробки деталі.

Розташовуючи зведеннями, зазначеними в карті контролю, можна підрахувати необхідне для виконання контрольних операцій усіх деталей згідно річної програми, кількість вимірів, кількість інструмента і пристосувань, загальну витрату часу, кількість контролерів, а звідси – необхідні площі для контрольних пунктів і відділення.

Докладний розрахунок потрібної кількості працівників контролю, виконуваний на основі технологічних карт контролю, вимагає значного часу і

тому його роблять у рідких випадках. Звичайно розрахунок ведеться укрупнено за практично встановленим процентним відношенням кількості контролерів і бракувальників до кількості робітників-верстатників, причому величина відсотку приймається в залежності від виду виробництва й обсягу контрольних робіт.

При серійному виробництві кількість контролерів і бракувальників складає приблизно 5-7% від числа верстатників, при масовому виробництві – 12-15%, а іноді і вище, наприклад у виробництві шарикопідшипників доходить до 20-25%. Застосування найбільш продуктивних контрольно-вимірювальних приладів і пристосувань, контрольно-сортувальних напівавтоматів і автоматів, автоматичних контрольних пристроїв для контролю в процесі обробки, безсумнівно, зменшує потреба в працівниках контролю, і тому зазначені вище зразкового процентного співвідношення підлягають відповідному коректуванню.

Площі контрольних пунктів і контрольного відділення можна визначити на підставі планування всіх робочих місць працівників контролю, необхідного устаткування й інвентарю. Для виміру виробів у контрольному відділенні повинні бути перевірочні плити з усіма необхідними приналежностями, а також столи для контролерів (бракувальників), на яких вони роблять огляд, виміри і сортування деталей.

Для збереження вимірювальних інструментів і приладів у контрольному відділенні встановлюють столи і засклені шафи. Для тимчасового гранування деталей у процесі контролю влаштовуються стелажі, розділені на гнізда для визначених деталей, спеціальні столи, стійки, підставки. Робочі місця контролерів повинні мати гарну освітленість, раціональне планування робочого інвентарю, зручне розташування. У контрольному відділенні повинна підтримуватися нормальна температура (+20° С).

9.3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ВИРОБНИЦТВА

9.3.1 Визначаємо фонд заробітної плати виробничих працівників

Фонд заробітної плати верстатників містить в собі тарифний фонд, доплату за роботу в нічний час, святкові та вихідні дні за прогресивними розцінками, виплату пільгових годин (Кдоп), премії за результатами роботи (Кпр).

1 Основна заробітна плата верстатників визначається за формулою:

$$ЗП_{o(в)} = T_{\text{тряд}} \times C_r = 53968 \times 2,4 = 129523 \text{ грн}$$

Зарплата одного верстатника

$$ЗП_{o(в)} = ЗП_{o(в)} / 12 \times P_v = 129523 / 12 \times 30 = 360 \text{ грн.}$$

2 Додаткова заробітна плата верстатників складає 10% від $ЗП_{o(в)}$

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_o \times 0,1 = 129523 \times 0,1 = 12952 \text{ грн}$$

3 З врахуванням преміальних доплат ЗП верстатника складає

$$\Phi ЗП_v = (ЗП_o + ЗП_{\text{доп}}) \times 1,45 = (129523 + 12952) \times 1,45 = 206589 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{o(в)} = \Phi ЗП_v / 12 \times P_v = 206589 / 12 \times 30 = 574 \text{ грн}$$

9.3.2 Визначення фонду заробітної плати допоміжних робочих, ІТП, ОКП та МОП

Розрахунки визначаються на основі тарифних ставок, посадових окладів і прийнятої кількості працюючих.

Обслуговування окремої дільниці механічного цеху проводиться загально цеховим персоналом. В цьому випадку річна заробітна плата в гривнях допоміжних робочих, ІТП, ОКП і МОП, визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{доп.р.}} = 12 \times P_{\text{доп}} \times ЗПо \times Кпр \times 1,25 = 12 \times 8 \times 360 \times 1,3 \times 1,25 = 56160 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{\text{ІТП.р.}} = 12 \times P_{\text{ІТП}} \times ЗПо \times Кпр \times 1,4 = 12 \times 5 \times 360 \times 1,5 \times 1,4 = 45360 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{\text{ОКП.р.}} = 12 \times P_{\text{ОКП}} \times ЗПо \times Кпр \times 1,1 = 12 \times 1 \times 360 \times 1,3 \times 1,1 = 6178 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{\text{МОП.р.}} = 12 \times P_{\text{МОП}} \times ЗПо \times Кпр \times 1,1 = 12 \times 1 \times 360 \times 1,3 \times 1,1 = 6178 \text{ грн}$$

Сумарна річна зарплата допоміжних робочих, ІТП, ОКП і МОП.

$$\Sigma \Phi ЗП_{\text{д.р. доп, ІТП, ОКП, МОП}} = 56160 + 45360 + 6178 + 6178 = 113876 \text{ грн.}$$

де $P_{\text{доп}}$; $P_{\text{ІТП}}$; $P_{\text{ОКП}}$; $P_{\text{МОП}}$ - розрахункова кількість персоналу;

$ЗПо$ - середньомісячна заробітна плата даної категорії працівників;

$Кпр$ - коефіцієнт преміювання із фонду матеріального стимулювання, складається з премії за положенням, яке розраховується в частинах річного фонду заробітної плати і складає для допоміжних робочих 0,2 ÷ 0,3, для ІТП – 0,3 ÷ 0,5, для МОП – 0,10 ÷ 0,20; премія за підсумками за рік,

рівний 10-денному заробітку працівників за категоріями.

Загальний фонд оплати праці на дільниці складає:

$$\text{ФОП} = \text{ФЗП}_{\text{верст}} + \sum \text{ФЗП}_{\text{др., ГПП, МОП, ОКП}} = 206589 + 113876 = 320465 \text{ грн}$$

Середня зарплата по дільниці складає:

$$\text{ЗП}_д = \frac{\text{ФОП}}{12 \times P_{\text{плд}}} = \frac{320465}{12 \times 30} = 890 \text{ грн}$$

Відрахування до фонду соцстрахування (52% від ФОП):

$$\text{Вс.с} = \text{ФОП} \times 0,52 = 320465 \times 0,52 = 166642 \text{ грн}$$

9.3.3 Розрахунок собівартості деталі

Собівартість деталі – це виражені в грошовій формі витрати підприємства для виробництва та збуту виробів.

Калькуляція – процес розрахунку собівартості на одиницю виробів, а оформлений розрахунок цих витрат виробництва називають калькуляцією.

Таблиця 9.10 Відомість калькуляції цехової собівартості

Стаття затрат	Розрахунок	Значення, грн	
		Завод	Проект
1	2	3	4
1 Сировина та матеріали	$\text{Ц}_з = \text{Ц} \times \text{М}_з$		
1.1 Ціна заготовки	$\text{В}_{\text{м(пр)}} = 2,4 \times 15,58 = 32,7$ $\text{В}_{\text{м(з)}} = (1,8 \times 21,2) + 0,8 = 38,2$	38,2	32,7
1.2 Зворотні відходи	$\text{В}_{\text{відх}} = (\text{М}_з - \text{М}_г) \times \text{Ц}_{\text{відх}}$ $\text{В}_{\text{відх(пр)}} = (15,58 - 9,0) \times 0,9 = 5,92$ $\text{В}_{\text{відх(δ)}} = (21,2 - 9,0) \times 0,9 = 10,98$	10,98	5,92
1.3 Транспортні заготівельні витрати	$\text{P}_{\text{тр}} = \text{В}_з \times \text{K}_{\text{тр}}$ $\text{P}_{\text{тр(пр)}} = 32,7 \times 0,1 = 3,27$ $\text{P}_{\text{тр(δ)}} = 38,2 \times 0,1 = 3,82$	3,82	3,27
РАЗОМ	$\text{В}_м = \text{В}_з + \text{P}_{\text{тр}} - \text{В}_{\text{відх}}$ $\text{В}_{\text{м(пр)}} = 32,7 + 3,27 - 5,92 = 30,05$ $\text{В}_{\text{м(δ)}} = 38,2 + 3,82 - 10,98 = 31,04$	31,04	30,05
2 Основна заробітна плата	$\text{ЗП}_о = \text{C}_r \times \text{T}_{\text{шк}} / 60$ $\text{ЗП}_{о(пр)} = 2,4 \times 39,25 / 60 = 1,57$ $\text{ЗП}_{о(δ)} = 2,4 \times 72 / 60 = 2,88$	2,88	1,57
3 Додаткова зарплата (21%) КПЗдод = 10...21%	$\text{ЗП}_д = \text{ЗП}_о \times \text{K}_д$ $\text{ЗП}_{д(пр)} = 1,57 \times 0,1 = 0,157$ $\text{П}_{д(δ)} = 2,88 \times 0,1 = 0,288$	0,288	0,157
4 Відрахування на соціальне страхування (52%)	$\text{В}_{\text{с.с}} = (\text{ЗП}_о + \text{ЗП}_д) \times \text{K}_{\text{с.с}}$ $\text{В}_{\text{с.с(пр)}} = (1,57 + 0,157) \times 0,52 = 0,898$ $\text{В}_{\text{с.с(δ)}} = (2,88 + 0,288) \times 0,52 = 1,647$	1,647	0,898

1	2	3	4
5 ВВЕОзав = (180%) Витрати на вміст та експлуатацію обладнання ВВЕОпр = (200%)	$P_{Об} = 3П_0 \times K_{Об}$ $P_{Об(пр)} = 1,57 \times 2 = 3,14$ $P_{Об(δ)} = 2,88 \times 1,8 = 5,184$	5,184	3,14
6 Цехові витрати Кц.в.(зав.) = (50%) = 0,5 Кц.в.(пр) = (40%) = 0,4	$P_{ц} = 3П_0 \times K_{ц}$ $P_{ц(пр)} = 1,57 \times 0,4 = 0,628$ $P_{ц(δ)} = 2,88 \times 0,5 = 1,44$	1,44	0,628
Разом „Цехова собівартість”	$C_{цех} = V_m + 3П_0 + 3П_d + V_{с.с.} + P_{Об} + P_{ц}$ $C_{ц(пр)} = 30,05 + 1,57 + 0,157 + 0,898 + 3,14 + 0,628 = 36,44$ $C_{ц(δ)} = 31,04 + 2,88 + 0,288 + 1,647 + 5,184 + 1,44 = 42,48$	42,48	36,44

Собівартість випуску розраховується за формулою:

$$C_{вип} = C_{цех} \times П_{вип.} = 36,44 \times 82500 = 3006 \text{ тис.грн.}$$

9.3.4 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються за формулою:

$$\Delta K = (K_{н.обл} + K_{дем} + K_{осн} + K_{техпр} - Л) \times K_{ін.в.} \text{ тис.грн}$$

- де $K_{н.обл}$ – капітальні вкладення на нове обладнання;
 $K_{дем}$ – капітальні вкладення на демонтаж старого і монтаж нового обладнання (0,05...0,1) від залишкової вартості обладнання;
 $K_{осн}$ – капітальні вкладення на оснастку = 2000 грн;
 $K_{техпр.}$ – капітальні вкладення на технологічний процес = 0,1 тис. грн;
 $Л$ – ліквідаційна вартість обладнання
 $K_{ін.в.}$ – інші непередбачені витрати (5...10% від ΔK)

$$1. K_{н.обл.} = \sum_{i=1}^n V_{бал} \times P_{обл} \times K_{тзв} \times K_M = (210 \times 1) + (205 \times 8) + (320 \times 1) \times 1,05 \times 1,07 = 2438 \text{ тис. грн.}$$

де $V_{бал}$ – балансова вартість нового устанавленого обладнання

$$2. K_{дем} = \sum_{s=1}^n V_{зал.} \times V_{обл} \times K_{тзв} \times K_M = (70 \times 12) + (100 \times 2) \times (0,1 + 0,6) = 728 \text{ тис. грн.}$$

- де $K_{зал.}$ – коефіцієнт залишкової вартості старого обладнання (60...70% від первісної вартості обладнання)
 K_d – коефіцієнт демонтажу та монтажу старого обладнання = 0,05...0,1 від залишкової вартості обладнання

$$3. K_{\text{згд}} = V_{\text{тр зас}} = 31,97 \text{ тис.грн.}$$

$$4. K_{\text{осн}} = V_{\text{бобл}} \times 0,001 = 3197 \times 0,001 = 3,2 \text{ тис.грн.}$$

$$5. K_{\text{техн}} = V_{\text{техн}} \times C_{\text{ов}} = 0,055 \times 10 = 0,55 \text{ тис.грн.}$$

$$6. Л = K_{\text{дем}} = 728 \text{ тис.грн.}$$

Якщо зношене обладнання не списують і потім не здають в металобрухт, а продають іншому виробництву або організації, тоді ліквідаційна вартість обладнання буде дорівнювати залишковій вартості. ($Л = K_{\text{дем}}$)

Отже капітальні вкладення будуть дорівнювати:

$$\Delta K = (2438 + 728 + 31,97 + 3,2 + 0,55 - 728) \times 1,07 = 2647 \text{ тис.грн.}$$

9.3.5 Техніко-економічні показники дільниці

Щодо зрівняння рівня виробництва в цехах або на дільниці необхідно мати комплекс: підсумкових даних, характеризуючи економічну сторону роботи спроектованої студентом дільниці.

Розрахунок собівартості одиниці виготовлюваної деталі на проектуючій дільниці необхідно порівнювати із заводською собівартістю деталі, яка виготовляється на базовому заводі.

Результати порівняння занести в відповідні графи таблиці 9.11

Таблиця 9.11 Комплекс техніко-економічних показників

Назва	Одиниця виміру	Числові значення
Випуск виробів		
Річний об'єм випуску заданих виробів:	шт.	82500
за трудомісткістю	н-г	53968
за цеховою собівартістю	тис.грн.	3006
Труд і кадри		
Загальна кількість працівників в тому числі:		
основних робітників	чол	30
допоміжних робітників	чол	8
ІТП	чол	5
ОКП	чол	1
МОП	чол	1
Середній тарифний розряд основних робочих	грн	3,267
Цехова собівартість деталі	хв	36,44
Трудомісткість виготовлення деталі	грн	39,25
Фонд заробітної плати на дільниці	грн	320465
Середньорічна заробітна плата одного робітника	грн	574

Обладнання та виробнича площа		
Кількість обладнання	шт.	17
Балансова вартість обладнання	тис.грн.	3197
Балансова вартість ОВФ	тис.грн.	3461
Підсумкова потужність обладнання	кВт	228,5
Середня одинична потужність обладнання	кВт	13,44
Середнє завантаження обладнання	%	82,6
Виробнича площа ділянки	м ²	442
Виробнича площа на одиницю обладнання	м ²	20
Показники економічної ефективності		
Ріст продуктивності праці	%	73,3
Зниження собівартості деталі	%	14,2
Зниження трудомісткості на 1 деталь	%	45,49
Додаткові капітальні вкладення	тис.грн.	2647
Умовна річна економія	тис.грн.	438,3
Термін окупності	років	5,32
Економія верстатників	чол.	22
Річний економічний ефект	тис.грн.	101

9.3.6 Результативна частина економічного розподілу

Важливою частиною розрахунків економічної ефективності є визначення собівартості виробів. Розрахунок собівартості за порівнювальними варіантами (проектні та заводські дані) ведеться за змінювальними статтями витрат або на одиницю виробів або на річний об'єм випуску. При цьому для зрівнювання показників об'єми річного випуску виробів повинні бути прийняті однаковими.

Розрахунок виконується на річний випуск деталей в кількості 82500 шт.

1. Умовно-річна економія.

$$E_{ур} = (C_1 - C_2) \cdot \Pi_{пр}, \text{ тис. грн};$$

$$E_{ур} = (42,48 - 36,44) \cdot 82500 = 498,3 \text{ тис. грн.}$$

2. Розрахунковий коефіцієнт ефективності додаткових капітальних вкладень визначається за формулою:

$$K_{сфр} = \frac{E_{ур}}{\Delta K} = \frac{498,3}{2647} = 0,188$$

3. Розрахунковий термін окупності проекту (виготовлення продукції)

$$T_{\text{окр}} = \frac{1}{K_{\text{сфр}}} = \frac{1}{0,188} = 5,32 \text{ роки}$$

4. Річний економічний ефект складає:

$$E_p = E_{yp} - K_n \times \Delta K, \text{ тис. грн.};$$

$$E_p = 498,3 - 0,15 \times 2647 = 101 \text{ тис. грн.};$$

5. НЧП (нормативно-чиста продукція) – один із основних оціночних показників госпрозрахункової діяльності виробництва матеріальних витрат і амортизації ОВФ, тобто включає зарплату працюючих, прибуток виробництва і відрахування на соціальне страхування.

$$\text{НЧП} = \Phi\text{ОП}_{\text{заг}} \cdot K_{\text{сстр}} \cdot K_n + (C_{\text{пв}} \cdot K_{\text{пр}}), \text{ тис. грн.};$$

де $K_{\text{сстр}}$ – середній коефіцієнт на страхування, $K_{\text{с.стр.}} = 1,52$;

K_n – коефіцієнт винагороди, $K_n = 1,4$;

$C_{\text{пв}}$ – собівартість випуску продукції, тис. грн.;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт прибутку, $K_{\text{пр}} = 0,18 \dots 0,25$.

$$\text{НЧП} = 320,47 \times 1,52 \times 1,4 + (3006 \times 0,2) = 1283 \text{ тис. грн.};$$

6. Продуктивність верстатника за трудомісткістю.

$$P_{\text{верст}} = \frac{T_{\text{груд.}}}{P_{\text{верст}}}, \text{ н. год.} \quad P_{\text{верст}} = \frac{53968}{30} = 1799 \text{ н. год.}$$

7. Питома вага матеріальних витрат в собівартості деталі.

$$M = \frac{B_{\text{зат.}}}{C_{\text{цех}}} \cdot 100\% = \frac{15,58}{36,44} \cdot 100\% = 42,76 \%$$

8. Продуктивність верстатника за НЧП.

$$P_{\text{нчп. верст.}} = \frac{\text{НЧП}}{P_{\text{верст}}}, \text{ тис. грн.} \quad P_{\text{нчп. верст.}} = \frac{1283}{30} = 42,77 \text{ тис. грн.}$$

9. Економія верстатників складає:

$$\Delta P_{\text{верст.}} = \frac{(T_{\text{шт.}} - T_{\text{шт.н.пр}}) \times \Pi_{\text{пр}}}{\Phi_n \times K_n \times 60}, \text{ верст.} \quad \Delta P_{\text{верст.}} = \frac{(72 - 39,25) \times 82500}{1840 \times 1,1 \times 60} = 22 \text{ верст.}$$

Приймасмо $\Delta P_{\text{верст.}} = 22 \text{ чол.}$

10. Приріст продуктивності праці складає:

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{\Delta P_{\text{верст}}}{P_{\text{верст.з.}} - \Delta P_{\text{верст}}} \cdot 100\%,$$

де $P_{\text{верст. з.}}$ – кількість верстатників на базовому заводі, $P_{\text{верст. з.}} = 52$ чол.

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{22}{52 - 22} \cdot 100\% = 73,3 \%$$

11. Зміна обладнання дозволяє знизити цехову собівартість деталі на:

$$\Delta C_{\text{ц}} = \frac{C_{\text{н.з.}} - C_{\text{н.пр.}}}{C_{\text{н.з.}}} \cdot 100\% = \frac{42,48 - 36,44}{42,48} \cdot 100\% = 14,2\%$$

12. Зниження трудомісткості буде:

$$\Delta T = \frac{T_{\text{шк.з.}} - T_{\text{шк.пр.}}}{T_{\text{шк.з.}}} \cdot 100\% = \frac{72 - 39,25}{72} \cdot 100\% = 45,49 \%$$

ВИСНОВОК: Впровадження в виробництво проектуючого техпроцесу, економічно вигідно, тобто розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (0,188) більше нормативного (0,15), а розрахунковий термін окупності капітальних вкладень (5,32 роки) менше нормативного (6,7 років).



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

10.1 Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та протипожежні заходи на дільниці

- 1 Вимоги забезпечення безпеки обробки різанням повинні бути викладені в технологічній документації і неухильно виконуватися на протязі всього технологічного процесу.
- 2 Забороняється верстатникам торкатися руками до рухомих частин верстата, пристосувань та ріжучого інструменту.
- 3 Установлення обробляючих заготовок та знімання готових деталей під час роботи обладнання допускається тільки не в робочій зоні обробки при застосуванні спеціальних споряджень, які забезпечують безпеку робітників.
- 4 При обробці різанням заготовок, які виходять за границю обладнання, повинні бути установлені переносні огорожі і знаки безпеки.
- 5 МОР в зону різання методом розпилювання повинні подаватися згідно з гігієнічними вимогами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України.
- 6 МОР при циркуляції в зоні охолодження повинні очищатися.
- 7 Стружку від металоріжучих верстатів та з робочих місць потрібно прибирати механізованими способами.
- 8 Для контролю розмірів обробляючих заготовок під час роботи обладнання повинні бути передбачені спеціальні пристрої, за допомогою яких можна проводити заміри автоматично, без знімання деталей. Контроль на верстатах і знімання деталей для контролю повинні проводитися тільки після вимкнутих механізмів обертання або переміщення заготовка, інструмента і пристосування.
- 9 Приміщення в цехах і на дільницях обробки різанням, в котрих перебування верстатників зв'язано з небезпекою для них, повинні бути віддалені від інших приміщень ізольованими перегородками, також мати місцеву витяжну вентиляцію і знаки безпеки згідно ГОСТу 12..4.026 – 76.
- 10 Цехи, дільниці та відділення обробки різанням повинні бути обладнанні засобами пожежегасіння згідно ГОСТу 12.4.009 – 75.
- 11 Прийоми в стінах виробничих приміщень, цехів і дільниць обробки різанням, призначені для транспортування матеріалів, заготовок і напівфабрикатів, готових деталей та відходів виробництва, повинні

бути обладнані пристосуваннями і улаштуваннями (коридори, тамбури, завіси), які вилучають протяги, а також можливість розповсюдження пожеж.

- 12 В виробничих приміщеннях вентиляція та освітлення повинні бути обладнані згідно вимог ГОСТа 12.3.025 – 80.
- 13 Відпрацьовану МОР необхідно збирати в спеціальні ємкості. Водну та масляну фазу можна використовувати в якості компонентів для приготування емульсій. Концентрація нафтопродуктів в стічних водах при викидах їх в каналізацію повинна відповідати вимогам СНиП 32-74. Водну фазу МОР очищують згідно ПДК або розбавляють до допустимого змісту нафтопродуктів і зливають в каналізацію.
- 14 Розміщення виробничого обладнання і організація робочих місць працюючих, що беруть участь в технологічному процесі обробки різанням, повинні проводитися відповідно вимогам при виконанні згідно з ГОСТ 12.3.025 – 80.
- 15 Технологічні планування повинні бути оформлені відповідно вимогам ГОСТ 12.3.025 – 80.
- 16 Проходи та проїзди в цехах і на дільницях повинні позначатися граничними лініями білого кольору шириною не менше 100 мм. На території цеха і дільниці проходи, проїзди повинні бути вільними від загромождень матеріалами, заготовками, деталями і тарою.
- 17 Вивільнена тара та упаковочні матеріали повинні своєчасно прибиратися з робочих місць в спеціально відведені місця.
- 18 Транспортування, зберігання та експлуатація абразивного інструмента повинні проводитися згідно ГОСТ 12.2.001 – 74.
- 19 Тара для транспортування і збереження деталей повинна бути розрахована на необхідну вантажопідйомність, мати надписи щодо максимально допустимого навантаження і періодично проходити контрольну перевірку.
- 20 Робітники та службовці цехів та дільниць обробки різанням для захисту від дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям і спорядженням.
- 21 Для захисту від статичного електроструму повинні бути передбачені заземлюючі улаштування, улаштування зволоження повітря, тощо.
- 22 Засоби індивідуального захисту, які указані в технологічній документації, повинні проходити періодичний контрольний огляд та випробування в призначений строк згідно нормативних документів на них.

10.2 Виробнича санітарія та гігієна праці

Головним завданням будь-якої галузі промисловості є збільшення продуктивності праці. Разом з тим продуктивність праці обумовлена також здатністю працівників фізично, фізіологічно та психологічно виконувати поставлені задачі, тобто продуктивність праці нерозривно пов'язана з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих факторів на здоров'я людини. Охорона праці може відігравати подвійну роль в інтенсифікації виробництва:

а) при ігноруванні принципів охорони праці можуть виникнути різкі порушення в умовах праці з наслідками негативної дії на здоров'я працівників, зниження продуктивності праці;

б) охорона праці може стати важливим кроком успішної інтенсифікації виробництва.

Прогрес в різних галузях науки і техніки, досягнення медико-біологічних наук сприяли не тільки розширенню і поглибленню знань про вплив праці на людину, але й посиленню уваги суспільства до наукових і практичних проблем оздоровлення праці.

Автоматизація і механізація виробничих процесів, впровадження нових технологій, хімізація народного господарства, інтенсифікація праці і розвиток нових форм вимагають обов'язкової участі гігієністів на всіх стадіях утворення нових виробництв і їх експлуатації. Науково-технічний прогрес створює великі можливості в рішенні задач гігієни праці, але вона не знижує гостроти багатьох проблем.

Гігієна праці - галузь профілактичної медицини, яка розробляє наукові основи і практичні заходи до забезпечення покращення виробничих умов з метою збереження здоров'я працівників, високого рівня працездатності, запобігання виникненню травматизму, професійних захворювань та інших негативних наслідків, які можуть бути пов'язані з трудовою діяльністю людини.

Гігієна праці є комплексною наукою, тісно пов'язаною з теоретичними і клінічними дисциплінами. Для рішення задач, що стоять перед нею, гігієна використовує різнобічні методи. При вивченні навколишнього середовища на виробництві гігієна праці опирається в основному на фізичні і хімічні методи, пристосовані для санітарно-гігієнічних досліджень. Для оцінки впливу процесу праці і різних факторів виробничого середовища на організм застосовують фізіологічні і біохімічні методи. Широко використовується дослідницький метод при вивченні впливу на організм хімічних речовин, фізичних факторів середовища, при обґрунтуванні нормативів.

Виробнича санітарія - це комплекс заходів, спрямованих на оздоровлення умов праці робітників; усунення негативно діючих на здоров'я шкідливих факторів попередження професійних захворювань, що сприяє підвищенню продуктивності праці і якості продукції.

В реальних умовах виробництва працюючі можуть піддаватись впливу одночасно кількох шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (далі - Гігієнічна класифікація) призначена для:

а) гігієнічної оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях;

б) атестації робочих місць;

в) санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об'єктів;

г) санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих підприємств;

д) встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів;

е) розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності;

ж) створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни. В основу класифікації покладені фактори виробничого середовища і виробничого процесу, безпека їх дії на працездатність і здоров'я працюючих. За цими показниками виділено три класи умов і характеру праці з урахуванням перевищення гігієнічних нормативів:

I клас – оптимальні умови і характер праці, за яких виключено несприятливий вплив на здоров'я працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створюються передумови для зберігання високого рівня працездатності (повна відсутність чинників шкідливості та небезпеки чи не перевищення рівней, прийнятих як безпечні).

II клас – допустимі умови і характер праці, при яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях.

III клас – шкідливі та небезпечні умови і характер праці, при яких внаслідок порушення санітарних норм і правил можлива дія небезпечних шкідливих факторів виробничого середовища в значеннях, перевищуючих гігієнічні нормативи, а також психофізіологічних факторів трудової діяльності, які викликають функціональні зміни організму і можуть привести до стійкого зниження працездатності і порушення здоров'я працюючих.

Під час обідніх та регламентованих перерв не слід знаходитися у виробничих приміщеннях. Категорично забороняється приносити їжу і вживати її на робочих місцях, їжу слід вживати в їдальні, буфеті чи у спеціальній кімнаті.

Під час роботи потрібно обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту.

Категорично забороняється палити у виробничих приміщеннях для запобігання попаданню недопалків, сірників, попелу в продукцію. Для паління відводять спеціальні місця.

На підприємстві повинен бути встановлений суворий питний режим. Споживання питної води дозволяється для перевірки її лабораторією санітарно-епідеміологічної станції.

Сьогодні на підприємствах застосовують сатураторні пристрої для газування води. В місцях використання газованої води повинні бути пристрої для миття стаканів і видалення забрудненої води в каналізацію, а при відсутності каналізації повинні бути встановлені приймальники для збирання брудної води.

Відповідальність за санітарний стан підприємства несе директор, за санітарний стан цехів, відділів - начальник цеху, зміни - майстер зміни, за санітарний стан робочого місця, обладнання - робітник.

Всі робітники проходять навчання зі складанням іспитів із санітарного мінімуму із занесенням результатів до санітарного журналу чи книжки.

10.3 Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці

В цьому розділі пропонується вказувати, які види освітлення я використовую на проектуючій дільниці. Оскільки механічні дільниці (цехи) працюють в основному в дві зміни, то освітлення їх здійснюється як природним, так і штучним шляхом.

Необхідно вказувати розташування освітлених прольотів та визначити коефіцієнт освітленості.

Також потрібно показати, яке штучне освітлення на дільниці та виконати розрахунок освітлення, тобто, визначити кількість електроламп та потужність їх.

Санітарні норми вимагають, щоб в виробничих будівлях повинні бути улаштування, виключаючи забруднення повітря робочої зони. А тому в робочих приміщеннях устанавлюються вентиляційні системи. Вентиляцією називається організований та регулюючий повітрообмін, забезпечуючий видалення із приміщення забрудненого повітря та подавання на місце видаленого свіжого чистого повітря. При описі цього питання дипломник повинен вказати, яка вентиляція застосовується на дільниці в цілому та при кожному верстаті.

Природне освітлення - бокове.

Відносно розряду приміщення за зоровими умовами роботи III відношення площі застлених прорізів до площі дільниці рекомендується приймати від 1:5 до 1,5. Приймаємо це відношення рівним 1:5. Тоді площа світлових прорізів повинна бути рівна:

$$S_{CB} = \frac{S_{злг.}}{5} = \frac{442}{5} = 88,4 \text{ м}^2$$

За умовами планування ці намічаємо освітлення його природним світлом за допомогою трьох застлених прорізів, кожний розміром $2 \times 3,5$ м. Штучне освітлення - комбіноване світильниками з лампочками розжарювання.

Наприклад: Виходячи із розмірів об'єктів різності 0,5-1 мм для розряду робіт IV г норми освітлення робочих поверхонь складає за комбінованим освітленням 300 лк, за загальним 100 лк (лампи розжарювання).

Загальне освітлення.

1. При висоті дільниці $H = 6$ м, відстані світильника від стелі $h_c = 1$ м та висоті робочого місця верстатника $h_{pm} = 1,2$ м висота підвіски світильника складає:

$$H_c = H - h_c - h_{pm} = 6 - 1 - 1,2 = 3,8 \text{ м}$$

2. Приймаємо прямокутне розміщення світильників з лампами розжарювання, для якого відстань між ними:

$$L = 1,5 \times 3,8 = 5,7 \text{ м}$$

3. Кількість світильників:

$$n_c = \frac{S}{L^2} = \frac{442}{5,7^2} = 13,6 \text{ шт. Приймаємо 14 світильників.}$$

4. Показник приміщення.

$$\rho = \frac{a \times b}{H_c \times (a + b)} = \frac{12 \times 8,6}{3,8 \times (12 + 8,6)} = 1,43$$

де a і b - відповідно довжина і ширина дільниці, м.

5. В цьому випадку коефіцієнт світлового потоку буде дорівнювати $\eta_c = 0,35$.

6. Світловий потік одного світильника

$$F_p = \frac{E_n \times S \times k \times Z}{\eta_c \times n} = \frac{100 \times 442 \times 1,4}{0,35 \times 14} = 12629 \text{ лм}$$

де E_n - норма загального освітлення, лк.

K - коефіцієнт запасу світлового потоку.

X - коефіцієнт нерівномірності освітлення.

За світловим потоком вибираємо для загального освітлення лампочки розжарювати типу Г - 220 - 750 із світловим потоком F_ϕ - 13100 лм (ГОСТ 2239 - 82) в арматурі УПМ - 750. При прийнятих лампочках фактичне освітлення робочих місць світильниками загального освітлення складає:

$$E_\phi = E_n \times \frac{F_\phi}{F_p} = 100 \times \frac{13100}{12629} = 104 \text{ лк}$$

що цілком задовольняє вимогам проекту та санітарних норм.

Місцеве освітлення.

1. Вимоглива освітленість робочого місця місцевим освітленням:

$$E_m = E_k - E_o = 300 - 104 = 196 \text{ лк.}$$

де E_k - норматив освітленості комбінованим освітленням, лк;

E_o - фактична освітленість загальним освітленням, лк.

2. Необхідний світловий потік світильника місцевого освітлення,

$$F_n = E_m \times S_{pm} = 196 \times 1,5 = 294 \text{ лм;}$$

де S_{pm} - освітлююча місцевим освітленням площа робочого місця, м².

3. Відносно вимогам світлового потоку вибираємо лампу - світильник місцевого освітлення з відбивним дифузним шаром.

Тип лампи - світильника МОД36 - 40, напруга 36В, потужність 40Вт, світловий потік 400 лм.

Вентиляція передбачається природна через фрамуги світлових прорізів та механічна витяжна вентиляція за допомогою вентиляційної установки. Проводимо розрахунок механічної вентиляції за об'ємом виробничого приміщення $V = 4641 \text{ м}^3$, коефіцієнта кратності повітрообміну $K = 1,2$ і напором вентилятора $H = 5,0 \text{ МПа}$.

Продуктивність вентилятора

$$Q_v = k \times V = 1,2 \times 4641 = 5569 \text{ м}^3/\text{годину}$$

За продуктивністю і напором приймаємо вентилятор загального призначення радіальний типу В - Ц4 -70 N 6,3 з продуктивністю $Q_v = 7500 \text{ м}^3/\text{год}$, напором $H_v = 5,0 \text{ МПа}$ і коефіцієнтом корисної дії $\eta_k = 0,8$

Знаходимо потужність двигуна:

$$P = K_z \times \frac{Q_v \times H_v}{3600 \times 102 \times \eta_k \times \eta_n} = \frac{5569 \times 5,0}{3600 \times 102 \times 0,8 \times 0,95} = 1,34 \text{ кВт}$$

де K_z - коефіцієнт запасу потужності двигуна;

η_n - коефіцієнт корисної дії передачі.

Приймаємо електродвигун типу 4А100L6 потужністю $P = 2,2 \text{ кВт}$ та числом обертів $n = 960 \text{ хв}^{-1}$.

10.4 Захист від шуму та виробничих вібрацій

Шум та вібрація здатні розповсюджуватись по матеріалу будівельних конструкцій та трубопроводів. Це може бути причиною шуму й вібрації в приміщеннях розміщених далеко від шумного обладнання та відокремленого від нього стінами, або перекриттям. В цих випадках для зменшення шуму й вібрацій, слід застосувати амортизатори що встановлюються під обладнання, гнучкі вставки між патрубками вібрруючого агрегата, та приєднаними до них трубопроводами, пружності прокладки усуваючи жорстку свя'зку складових деталей.

Для зменшення шуму, випромінювання вібраціями, їх слід покривати вібропогашаючими матеріалами з більшим внутрішнім тертям. Ці матеріали поглинають звукову енергію перетворюючи її в теплову.

Поглинаючий матеріал можна помістити не на всю вібрруючу поверхню, а тільки в місцях де коливання найбільш інтенсивне.

Товщину покриття приймають рівним двох, трьох товщин матеріалу покриття на поверхні. Вібропоглинаючі покриття, дозволяють змінити випромінювання шуму на 4...10дб., в області середніх та високих частот.

Для зменшення шуму можна застосувати наступні методи:

- а) зменшення шуму в джерелі покращення конструкцій машин за рахунок точності виготовлення вузлів тощо;
- б) зменшення механічного шуму шляхом удосконалення технологічних процесів та обладнання;
- в) раціональне планування цехів;
- г) зміна напрямлення випромінювання шуму в протилежну сторону від робочого місця або житлового будинку;
- д) акустична обробка приміщень – зменшення еквівалентної площі звукопоглинання;
- е) зменшення шуму на шляху його розповсюдження шляхом установки звукопоглинаючої огорожі;
- ж) застосування глушаків шуму для зменшення шуму

Часто неекономічно, а інколи практично неможливо зменшити шум до допустимих величин на деяких виробництвах.

В цих випадках засоби індивідуального захисту є основними мірами, які запобігають професійні захворювання працівників.

До засобів індивідуального захисту відносять: вкладиші, навушники та шлеми.

Ослаблення вібрацій досягають слідуючими конструктивними і технологічними мірами:

- а) врівноваженням, балансувальною обертальних частин для забезпечення плавності роботи машин;
- б) усунення дефектів окремих частин;
- в) використання динамічних гасителів вібрацій;
- г) амортизацією агрегатів. Амортизатори виконують у вигляді сталених пружин ресор, гумових прокладок тощо;

Основні засоби боротьби з вібрацією:

- а) удосконалення конструкцій машин і техпроцесів;
- б) вібродемпфірування – використання конструкційних матеріалів з великим внутрішнім тертям;
- в) віброізоляція за допомогою улаштування амортизаторів, тобто введення в коливальну систему пружкого зв'язку.

10.5 Розрахунок захисного заземлення на ділянці

Обладнання ділянки живиться струмом напругою 380 В., сіль загального освітлення - 220 В, місцевого - 36 В. Внутрішній контур заземлення, до якого підключаються корпуси обладнання, укріплюються на стінах приміщення на 20 см від підлоги. Зовнішній контур розміщується на глибині 0,7 м з винесеним розміщенням заземлювачів. Застосовано до силової сіті з ізолюваною нейтралю виконуємо розрахунок захисного заземлення.

Приямасмо: максимально допустиме за ПУЕ (правилами устаткування

електроустановок) опір заземлюючого контуру $R_3 = 4 \text{ Ом}$; заземлювачі із кутової рівнобічної сталі номер 5, довжина заземлювачів 2,8 м; контур зовнішній виконується сталюю стрічкою перетином 4×40 питомий опір ґрунту $\rho = 1,8 \times 10^4 \text{ Ом см}$.

Еквівалентний діаметр кутової сталі

$$d_{к.с.} = 0,95 \times b = 0,95 \times 5 = 4,75 \text{ см.}$$

де b - ширина сторін кутової сталі, см.

За номограмою знаходимо опір одиничного заземлювача. Він складає

$$R_0 = 66 \text{ Ом.}$$

Потрібна кількість заземлювачів

$$m = \frac{R_0 \times \eta_c}{R \times \eta_e} = \frac{66 \times 1,1}{4 \times 0,9} = 20,2 \text{ шт.}$$

де η_c - коефіцієнт сезонності;

η_e - коефіцієнт екранування заземлювачів.

Приймаємо до встановлення 20 заземлювачів. Довжина з'єднувальної смуги

$$L_c = 1,05 \times a \times m = 1,05 \times 2 \times 20 = 42 \text{ м.}$$

де a - відстань між сусідніми заземлювачами, м.

За графіком знаходимо опір з'єднувальної смуги. Він складає $R_e = 4,5 \text{ Ом}$.

Знаходимо результативний опір проектуючого захисного заземлення.

$$R_{з.р.} = \frac{1}{\frac{\eta_{ев}}{R_c} + \frac{m \times \eta_3}{R_0}} = \frac{1}{\frac{0,6}{4,5} + \frac{20 \times 0,9}{66}} = 2,4 \text{ Ом}$$

де R_c - опір з'єднувальної смуги, Ом;

R_0 - опір одиничного заземлювача, Ом;

m - кількість заземлювачів, шт;

η_3 - коефіцієнт екранування заземлювачів (0,7 - 0,9);

$\eta_{ев}$ - коефіцієнт взаємного екранування між заземлювачами та з'єднувальною смугою (0,6... 0,8).

Розраховане заземлення задовольняє вимогам, тому що

$$R_{з.р.} < R_3 \quad (2,4 < 4,0)$$

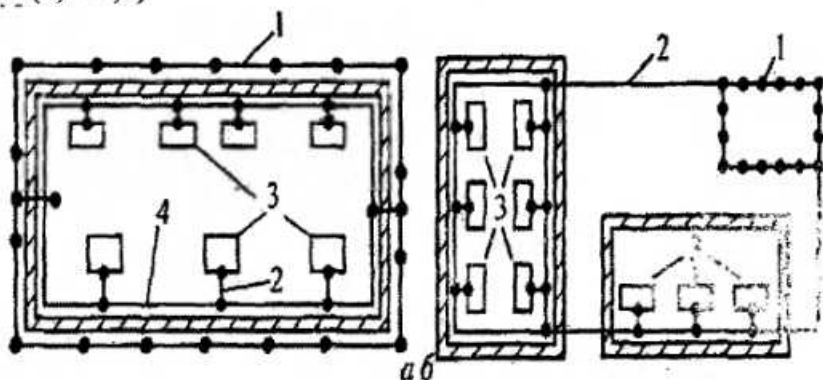


Рисунок 10.1 Схема розміщення заземлення на ділянці

10.6. Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці

Заходи щодо профілактики протипожежного захисту поділяються на організаційні, експлуатаційні, технічні та режимні.

Організаційні заходи: навчання робочих та службовців правилам пожежної безпеки, організація пожежної охорони, проведення бесід, лекцій, видання необхідних інструкцій, плакатів тощо.

Технічні заходи передбачають дотримання протипожежних правил та норм при улаштуванні систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, захисту від блискавки, при спорудженні будівлі, установленні технологічного обладнання тощо.

Експлуатаційні заходи передбачають правильну експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, захисту від блискавки, технологічних машин і обладнання, правильне утримання будівель та території тощо.

Режимні заходи передбачають заборону або граматичне застосування відкритого вогню в пожежонебезпечних місцях, куріння в невстановлених місцях, обов'язкове дотримання норм і правил при роботі з вогнебезпечними та вибухонебезпечними речовинами.

Заходи протипожежного захисту в системах вентиляції і кондиціонування повітря здійснюють з метою попередження можливості появи вибухонебезпечних концентрацій газо-, паро- і пилоповітряних речовин, як за об'ємом всього приміщення, так і за об'ємом тої чи іншої його частини.

Для того щоб передбачити взаємодію на людей небезпечних факторів пожежу, при проектуванні будівель, повинна бути передбачена можливість швидкої евакуації людей із будівель. Час евакуації визначається відстанню від робочого місця до виходу зовні. Максимальна відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу нормується в залежності від категорії виробництва, степеню вогнестійкості будівель і не перевищує 100м. Число евакуаційних виходів повинно бути, як правило не менше двох. Виходи можуть бути евакуаційними, якщо вони ведуть: із приміщень першого поверху, зовні і через вестибуль, коридор тощо.

10.7 Охорона навколишнього середовища на виробництві

Проблема охорони навколишнього середовища в даний час стала однією з найважливіших. Комплексний характер цієї проблеми визначається складністю системи, що включає природу, суспільство і виробництво. У той же час оптимальний розвиток цієї системи зв'язано із соціальними, екологічними, технічними, економічними і міжнародними аспектами проблеми.

Захист навколишнього середовища – це комплексна проблема: поряд із природоохоронними–задачами вона вирішує–також і соціально-економічну задачу – поліпшення умов життя людини, збереження його здоров'я.

Основні напрямки за рішенням проблем захисту навколишнього середовища: удосконалювання технологічних процесів і розробка нового обладнання з меншим рівнем викидів домішок і відходів у навколишнє середовище; заміна токсичних відходів нетоксичними і неутилізуючих відходів на утилізуючі й ін.

Важливий захід щодо захисту навколишнього середовища – раціональне розміщення джерел забруднення: пристрій санітарно-захисних зон; винесення промислових підприємств зі шкідливими викидами за межі міста; облік «тронди вітрів» і ін. Велике значення має контроль якості навколишнього середовища.

До пасивних методів захисту відносяться заходи щодо обмеженню викидів промислового виробництва з наступною утилізацією або похованням відходів. Активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу викидів промислових підприємств є «безвідхідна технологія» - комплекс заходів у технологічних процесах від обробки сировини до використання готової продукції, у результаті чого скорочується до мінімуму кількість шкідливих викидів. У цей комплекс заходів входять: створення і впровадження нових процесів одержання продукції з утворенням найменшої кількості відходів; розробка систем переробки відходів виробництва у вторинні матеріальні ресурси; розробка безстічних технологічних систем і водооборотних циклів (з очищенням стічних вод); створення територіально-промислових комплексів (ТПК), що мають замкнуту структуру матеріальних потоків сировини і відходів усередині комплексу. Ця форма захисту навколишнього середовища є найбільш перспективною.

Усі промислові відходи по агрегатному стані поділяються на газоподібні, рідкі та тверді. У залежності від фізико-хімічних властивостей відходів і від їхньої кількості застосовують різні методи знешкодження і переробки: механічні, хімічні, біологічні, сорбційні (поглинаючі), термічні, а також комбіновані.



РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

11.1. Етапи роботи та події щодо виконання дипломного проекту

Навчальним планом на виконання дипломного проекту, рецензування та захист, передбачено дев'ять неділей.

Дипломник повинен розподілити всю роботу на 55...60 календарних днів, тобто щоденно виконувати приблизно 2% об'єма робіт.

Робота над дипломним проектом містить багато взаємозв'язаних етапів, які виконуються в певній логічній послідовності. Для полегшення планування і розподілення бюджету часу на виконання різноманітних робіт – розрахунків, графічної частини проекту, оформлення пояснювальної записки та технологічного процесу робота над технічною а довідниковою літературою – дипломнику можна рекомендувати використовувати таблицю 11.1

Таблиця 11.1 Перелік етапів роботи та подій щодо виконання дипломного проекту

Етапи роботи	Події	Об'єм роботи, %
Отримання завдання на дипломне проектування	Завдання отримане	-
Опис конструкції заданого виробу	Опис креслення виконано начорно	1
Вибір типу виробництва і попереднього варіанту технологічного процесу	Тип виробництва і варіант технологічного процесу вибрані	4
Погодження з керівником проекту 1	Погоджено	-
Вибір заготовки і методу її отримання: розрахунок проміжних припусків і розмірів	Розрахунки виконані	7
Розробка технологічного процесу з операційними ескізами, вибір обладнання і технологічної оснастки	Технологічний процес розроблений, обладнання і оснастка вибрані	7

Етапи роботи	Події	Об'єм роботи, %
Погодження з керівником проекту етапів 2-3, 3-4	Погоджено	-
Визначено режимів різання і норм часу на всі операції технологічного процесу	Виконані	8
Погодження з керівником проекту етапів 5	Погоджено	-
Оформлення технологічного процесу на технологічних картах і аркушах	Технологічний процес оформлений	5
Оформлення пояснювальної записки: вступ, опис деталі, технічні вимоги, аналіз технологічності	Частина пояснювальної записки написана остаточно	3
Остаточне оформлення технологічної частини пояснювальної записки: опис технологічного процесу, розрахунок режимів різання	Частина пояснювальної записки остаточно	4
Розробка ескізів технологічних наладок	Ескізи розроблені	2
Креслення деталі начисто	Креслення виконане	1
Креслення заготовки начисто	Креслення виконане	1
Пред'явлення керівнику проекту виконаних робіт (етапи 1,2,3,4,5)	Роботи прийняті	-
Конструювання і розрахунок пристосування	Робота виконана начорно	3
Конструювання і розрахунок ріжучого інструмента	Робота виконана начорно	3

Етапи роботи	Події	Об'єм роботи, %
Конструювання і розрахунок вимірювального інструмента	Робота виконана начорно	3
Поетапне пред'явлення керівнику ескізних проєктів та розрахунків	Роботи прийняті для остаточного оформлення	-
Креслення пристосування, ріжучого та вимірювального інструментів начисто	Креслення виконане	5
Кінцеве оформлення конструкторської частини пояснювальної записки, розрахунки та опис спроектованої технологічної оснастки	Конструкторська частина пояснювальної записки написана повністю	3
Поетапне пред'явлення керівнику проєкта виконаних робіт	Роботи прийняті	-
формлення наукової частини дипломного проєкту згідно етапу 9	Частина записки написана остаточно	1
Розрахунок споживчої кількості обладнання	Розрахунок виконання	3
Виконання графіків використання обладнання	Графічно виконані	1
Розрахунок кількості працюючих і визначення штата	Розрахунок виконання	3
Розрахунки та опис організаційних заходів на дільниці	Розрахунки і опис виконання	5
Креслення планування дільниці начорно	Креслення виконання начорно	3
Поетапне пред'явлення проєкта виконаних робіт	Роботи прийняті	-

Етапи роботи	Події	Об'єм роботи, %
Кінцеве оформлення організаційної частини пояснювальної записки: планування оладнання, організація робочих місць, заходи НОП, заповнення форм відоміс-тів	Частина записки напи-сана остаточно	3
Креслення плану діль-ниці начисто	Креслення виконане	2
Пред'явлення керівнику проекту виконих робіт	Роботи прийняті	-
Визначенч витрат та ва-рності основних матері-алів	Розрахунок виконаний	1
Визначення заробітної плати працюючих на дільниці	Розрахунок виконаний	3
Визначення цехових витрат згідно статей	Розрахунок виконаний	4
Складання калькуляції собівартості деталі	Розрахунок виконаний	3
Розрахунок техніко – економічних показників дільниці	Розрахунок виконаний	3
Пред'явлення керівнику проекту виконаних ро-біт	Роботи прийняті	-
Кінцеве оформлення економічного, організа-ційного і результативної записки, заповнення форм відомостей	Частина записка напи-сана остаточно	3
Пред'явлення керівнику проекту виконаної ро-боти	Робота прийнята	-

Етапи роботи	Події	Об'єм роботи, %
Пред'явлення керівнику проекту проекту виконаної роботи	Робота прийнята	-
Кінцеве оформлення креслення і пояснювальної записки	Креслення і пояснювальна записка оформлені остаточно	2
Задача дипломного проекту керівнику проекту і отримання відгуку	Відгук отриманий	-
Задача дипломного проекту на рецензування	Рецензія отримана	-
Підготовка доповіді на захист дипломного проекту	Тези доповіді готові	
Захист дипломного проекту в ДКК	Проект захищений	-

Звичайно в дипломників залишається мало часу на виконання економічної частини проекту і якісне оформлення пояснювальної записки, так як основний час на початку роботи над проектом вони уділяють графічній частині проекту, але можна виконувати ряд креслень економічної частини, що сприяє покращенню роботи дипломників над організаційним і економічним розділом.

Після закінчення всіх розрахунків в дипломному проекті, дипломник компонує і переплітає пояснювальну записку.

11.2 Підготовка до захисту дипломних проектів

Закінчений проект здається для огляду заміснику директора інститутів (коледжу) з навчально – виробничої роботи, завідуючим кафедрою (завідуючим відділенням) за спеціальністю, після чого проект направляється на нормативний контроль, а потім після виправлення зауважень направленням на рецензування і захист перед Державною кваліфікаційною комісією (ДКК).

Рецензент оглядає креслення і пояснювальну записку дипломного проекту, вказує на недоліки, в присутності диплома (в призначений згідно графіки час) розбирає всі зауваження і при необхідності вимагає від нього пояснень. За результатом огляду і бесіди рецензент дає письмовий об'єктивний аналіз змісту та чистоти дипломного проекту – рецензію на спеціальному бланку. Рецензія повинна обов'язково містити: оцінку ступеня відповідності виконаного дипломного проекту згідно дипломного завдання; характеристику

виконання кожного розділу проекту, степені використання дипломником останніх досягнень науки, техніки і прогресивних методів обробки деталей; оцінку якості виконання графічної частини проекту та змісту пояснювальної записки і відповідальності їх вимогам ЄСКД, ЄСТД, ЄСТПВ, Міжнародній системі одиниць фізичних величин; перелік досягнень дипломного проекту і його особових недоліків; відгук на проект в цілому і його оцінку. Дипломник повинен бути ознайомлений зі змістом рецензії не пізніше, ніж за день до захисту проекту. Внесення виправлень та юповнень в дипломний проект після отримання рецензії не допускається (всі пояснення до зауважень рецензента даються усно на засіданні ДКК при захисті проекту).

11.3.Проведення захисту дипломних проектів.

Захист дипломних проектів починається в строки, передбачені навчальним планом для даної спеціальності. На кожному засіданні ДКК проводиться не більше 10 захистів. Бажано, щоб в період одного засідання ДКК проводиться захист трьох або чотирьох проектів з рецензією одним спеціалістом. Не дає можливість залучати рецензентів до праці ДКК. Комплексні дипломні проекти, що виконуються групою дипломників, захищаються всі разом за один захист сумісно в період одного засідання ДКК. Захист проектів, виконаних згідно завдання базового заводу, бажено проводити на заводі з участю інженерно – технічних працівників і новаторів виробництва цього заводу.

На захисті Державної кваліфікаційної комісії пред'являються: виконані проекти з письмовими відгуками керівника проекту і рецензіями; заліково книжки з оцінками успішності зі всіх дисциплін і всіх видів практики згідно навчального плану.

На доповідь дипломнику відводиться 20...25хв; за період відведеного часу він повинен коротко освітити зміст виконаної їм роботи з обґрунтуванням прийнятих рішень. В доповіді дипломник не слід перелічувати всі операції технологічного процесу, а потрібно охарактеризувати тільки більш прогресивні і важливі для виробництва: вибір вихідної заготовки, технологічного обладнання, пристосування, ріжучого та вимірювального інструмента, режимів різання, організації роботи місця і плакування дільниці, а також результативної частини економічної ефективності від впровадження у виробництво дипломного проекту. В процесі доповіді дипломник може користуватися складеним ним планом доповіді і короткими тезами. Після доповіді і оголошення відгуку керівника проекту і рецензії дипломник відповідає на зауваження рецензента. Потім члени ДКК, а також присутні на захисті викладачі, студенти, представники базового заводу ставлять додаткові питання, які відносяться до теми даного дипломного проекту і мають достатньо важливе значення. Загальний термін захисту на одного дипломника складає – 45хв.

Рішення щодо оцінки приймається на закритому засіданні ДКК більшістю голосів (у випадку рівного поділу голосів членів ДКК вирішальним є голос голови ДКК).

При визначенні оціни захист дипломного проекту враховується: якість виконаного проекту; ступінь самостійності роботи дипло-мника і виявлена ним ініціатива; оформлення проекту, якість розрахунково – графічних робіт, грамотний виклад пояснювальної записки та креслення; зміст доповіді і відповідей на питання, уміння мислити, володінн науково – технічного термінологією зі спеціальною: теоретична і практична підготовка зі всіх дисциплін, передбачених навчальним планом; відгуки рецензента і перевірка проекту.

Після закритої наради знову відкривається публічне засідання, на на котрому голова ДКК оголошує результати захисту, оповіщає щодо присвоєння кваліфікації і ступені диплома. Студенти, що виконали навчальний план зі всіх дисциплін і практики в оцінками «5» (не леше ніж 75% дисциплін) і «4», а також захистили дипломні проекти з оцінками «5», отримують диплом з відзнакою. Студенти, що отримали на захисті незадовільну оцінку або не виконали дипломного проекту в строк, отримують замість диплому довідку про закінчення теоретичного курсу і проходження відповідної практики без присвоєння кваліфікації інженера – механіка. Ця довідка через два роки може бути замінена на диплом після успішного повторного захисту дипло-много проекту в тому чи іншому закладі, який здійснює підготовку за даного спеціальністю. В цьому випадку ДКК виносить рішення, чи можна допустити дипломника до повного захисту в слідуючому навчальному році того ж проєкту або йому повинні видати нове завдання на дипломне проектування і призначених інший керівник дипломного проекту.

11.4. Помилки та недоліки в дипломних проєктах.

В період роботи над дипломними проєктом може допустити помилки, деякі із них ведуть до переробки або повторному виконанню цілих розділів проєкту. Прерлік найбільш поширених помилок і недоліків надаються нижче. Пояснювальна записка виконується без додержання вимог ГОСТ 2.105-84 “Загальні вимоги до текстових документів” і ГОСИ 2.106-84 “Текстові документи”. Розрахунки режимів різання і споживчої потужності верстатів виконуються без вказаних одиниць вимірювання. В кресленнях, особливо в тих, що взяті із заводу, не дотримані вимоги стандартів ЄСКД і ЄСДВ.

Технологічні процеси містять непослідовність технологічних операцій і застосування зайвих операцій; в них недостатньо використані сучасні високопродуктивні методи обробки і обладнання, пневмозаживні пристосування тощо. Не правильно підбрані технологічні бази для механічної обробки і відсутні їх умовне позначення на ескізах обробки; нераціонально і необгрунтовано вибрані обладнання.

Не відповідає стандартам ЄСТПВ і ЄСТД опис технологічних процесів на нестандартних операційних картах. Відсутні аналіз і критичні зауваження в заводському технологічному процесі і немає вказівок щодо застосування нового варіанту технологічного процесу.

Для проектування спеціального вимірювального інструмента відсутні розрахунки, схеми розміщення полей допусків, виконаних розмірів, маркування тощо.

При проектуванні пристосування не дотримується правило шести опорних точок (ГОСТ 21495-84), а також недостатньо використовуються нормалізовані деталі, складальні одиниці і конструкції. Відсутні перевірочні розрахунки інструментів і основних деталей пристосувань, а також нечистотньо обґрунтований вибір матеріалів для їх виготовлення.

На кресленнях деталей, виробів, інструментів і пристосувань відсутні деякі види, розрізи, перетини, основні габаритні, посадочні розміри і розміри для довідок, котрі повинні виконуватися у відповідності до вимог стандартів ЄСКД і ЄСДВ. При плануванні обладнання на дільниці не враховуються діючі номи визначення відстані між верстатами. Багатоверстатне обслуговування застосовується без необхідних розрахунків часу і побудови відповідних циклограм. В організації частині проекту замість конкретних пропозицій щодо організації на дільниці інструментального господарства, транспортних засобів, заходів щодо охорони праці і техніки безпеки дипломники формально переписують із літератури загальні правила і потреби з цих питань. Відсутні відповідні дані і зрівняння собівартості деталі та інших техніки – економічних показників отриманих в дипломному проекті, з показником базового заводу.

**ЗРАЗКИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНИХ
ПРОЕКТІВ ЩОДО РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ «ВАЛ –
ШЕСТИРНЯ» І «ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО»**

Вступ**1. Загальна частина**

- 1.1. Короткі відомості про деталь. Технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі
- 1.2. Матеріал деталі та його властивості
- 1.3. Аналіз технологічності деталі

2. Технологічний розділ

- 2.1. Визначення типу виробництва
- 2.2. Вибір виду і методу одержання заготовки
- 2.3. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
- 2.4. Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів
- 2.5. Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них
- 2.6. Розрахунок припусків на обробку поверхні аналітичним методом та установлення проміжних розмірів з граничними відхиленнями
- 2.7. Аналіз заводського техпроцесу
- 2.8. Розробка плану прогресивного технологічного процесу
- 2.9. Визначення режимів різання та норм часу на токарно – автоматну операцію аналітичним методом
- 2.10. Визначення режимів різання та норм часу на фрезерну операцію аналітичним методом
- 2.11. Техніко – економічне порівняння двох варіантів однієї операції
- 2.12. Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом

3. Конструкторський розділ

- 3.1. Опис конструкції пристосування
- 3.2. Визначення похибок базування
- 3.3. Визначення зусиль затискання деталі
- 3.4. Проектування і розрахунок ріжучого інструмента
- 3.5. Проектування і розрахунок вимірювального інструмента

4. Наукова частина

- 4.1. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя

5. Економічний розділ**5.1. Розрахункова частина виробництва**

- 5.1.1. Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження
- 5.1.2. Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних факторів
- 5.1.3. Визначення чисельності працюючих на дільниці
- 5.1.4. Визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду та середньопогодинної тарифної ставки основних робочих

5.2. Організаційна частина проекту

- 5.2.1. Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці

5.2.2. Організація транспортування виробів на дільниці.

5.2.3. Організація інструментального господарства.

5.2.4. Організація технічного контролю

5.3. Економічна частина виробництва

5.3.1. Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників

5.3.2. Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ТТП, ОКП та МОП

5.3.3. Розрахунок собівартості деталі

5.3.4. Розрахунок додаткових капітальних вкладень

5.3.5. Техніко-економічні показники

5.3.6. Результативна частина економічного розділу

6. Охорона праці

6.1. Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та протипожежні заходи на дільниці

6.2. Виробнича санітарія та гігієна праці

6.3. Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці

6.4. Захист від шуму та виробничих вібрацій

6.5. Розрахунок захисного заземлення на виробничий дільниці

6.6. Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці

6.7. Охорона навколишнього середовища на виробництві

Література

Додаток 1. Маршрутно – операційний техпроцес

Додаток 2. Специфікація

Додаток 3. Графічна частина проекту

Машинобудування – є однією з важливіших галузей народного господарства, без якої в теперішній час людська праця неможлива.

Від розвитку машинобудування залежить технічний рівень виробництва, підвищення продуктивності праці, бережливе витрачання трудових, матеріальних та грошових ресурсів.

Продукція машинобудування формує активну частину основних виробничих фондів усіх галузей країни. Машини широко використовують не тільки для підвищення продуктивності праці та ефективності виробництва, але і для задоволення соціальних потреб в послугах населенню. Тому темпи росту виробництва в машинобудуванні повинні випереджати темпи розвитку інших галузей народного господарства.

В сучасних умовах першочергове значення набуває не тільки розширення, але і просте відтворення на новій технологічній базі, діючих основних виробничих фондів, підвищення швидкості їх обертів до рівня, забезпечуючого їх вибування та зміну до приходу морального зносу. З цього складатиметься одна з передумов переходу до інтенсивного шляху розвитку економіки країни.

Стратегія розвитку машинобудування заключається в тому, щоб на основі тенденції до уніфікації масових видів продукції різко збільшити її долю, що випускається в умовах масового та багатосерійного виробництва; випуск продукції, комплектуючих виробів, заготовок організувати на спеціалізованих підприємствах, оснащених комплексно-механізованим та автоматизованим обладнанням, з великою концентрацією операцій та безупинністю процесів, створити та упровадити обладнання з набутих напрямленням гнучкої автоматизації виробництва.

Дипломний проект виконаний з метою закріплення отриманих теоретичних знань та придбання навичок проектування механізованої дільниці та розробці маршрутно-операційного техпроцесу з виділенням прогресивних методів обробки деталей на верстатах напівавтоматах.

1.1 Короткі відомості про деталь. Технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі

Деталь "Вал-шестірна" довжиною 280мм, діаметрами: $\varnothing 60k6$, $\varnothing 112h11$, $\varnothing 55f7$. Відноситься до класу "Валів". Маса деталі $m = 9$ кг.

Деталь входить у вузол центрального редуктора і служить для передачі крутних моментів від ведучого валу до зубчастого колеса. Працює на згин та кручення.

Точність геометричної форми поверхонь деталі: допуск радіального биття пов. $\varnothing 60k6$, $\varnothing 112h11$, $\varnothing 55f7$ відносно осі А не більше 0,06 мм.

Таблиця 1.1 Точність розмірів та ступінь шорсткості поверхонь деталі "Вал-шестірна", у міліметрах

№ поверхні дет.	Найменування поверхні деталі, розміри	Точність якості	Допуск відхилення	Шорсткість
11	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55f7 \begin{pmatrix} -0,03 \\ -0,06 \end{pmatrix}$	7(f7)	$\begin{matrix} -0,03 \\ -0,06 \end{matrix}$	$R_a 1,25$
7	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h11 \begin{pmatrix} -0,22 \end{pmatrix}$	11(h11)	-0,22	$R_a 2,5$
2, 18	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 60k6 \begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix}$	6(k6)	$\begin{matrix} +0,021 \\ +0,002 \end{matrix}$	$R_a 1,25$
1-16	Довжина (лінійний розмір) $280 \pm \frac{IT14}{2}$	$14 \pm \left(\frac{IT14}{2} \right)$	$\pm 0,575$	$R_z 40$

1.2 Матеріал деталі та його властивості

Для деталі "Вал-шестірна" вибрана марка сталі сталь 40ХН ГОСТ 4543-84

Таблиця 1.2. Хімічний склад сталі 40ХН ГОСТ 4543-84

Сталь	Склад в %				
	Кремій (Si)	Марганець (Mn)	Хром (Cr)	Вуглець (C)	Нікель (Ni)
40ХН	0,17 - 0,37	0,50 - 0,80	0,45 - 0,75	0,36 - 0,44	1,0 - 0,75

Таблиця 1.3 Механічні властивості сталі 40ХН ГОСТ 4543-84

Твердість по Бринеллю HB	Межа текучості Gr (МПа)	Тімчасовий опір $G_{тв}$, (МПа)	Відносне подовження δ , %	Відносне звуження φ , %
197...229	800	1000	11	45

1.3. Аналіз технологічності деталі

Якісна оцінка.

Деталь відноситься до класу "валів". Її поверхня складається з поверхонь обертання і торцевих поверхонь, що не вимагають складної форми заготовки.

Деталь простої форми. Для обробки деталі не потрібні спеціальні пристосування, спеціальні ріжучі і вимірювальні інструменти.

Деталь достатньо міцна і жорстка (відношення довжини деталі до діаметра

$$\frac{l}{d} = \frac{280}{112} = 2,5 \text{ менше } 12)$$

Усі поверхні для обробки доступні. По якій оцінці деталь може вважатися технологічною.

Кількісна оцінка:

За коефіцієнтом уніфікації:

$$K_{y.e} = \frac{Q_{y.e}}{Q_e}$$

де $Q_{y.e}$ – кількість уніфікованих елементів $Q_{y.e} = 23$

Q_e – кількість конструктивних елементів $Q_e = 22$

$$K_{y.e} = \frac{23}{22} = 1,05 \quad K_{y.e} > 0,6 \quad 1,05 > 0,6$$

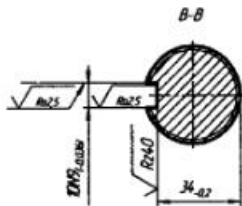
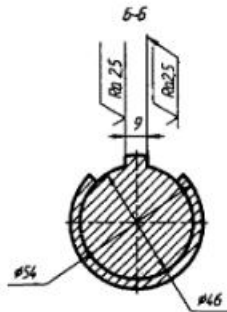
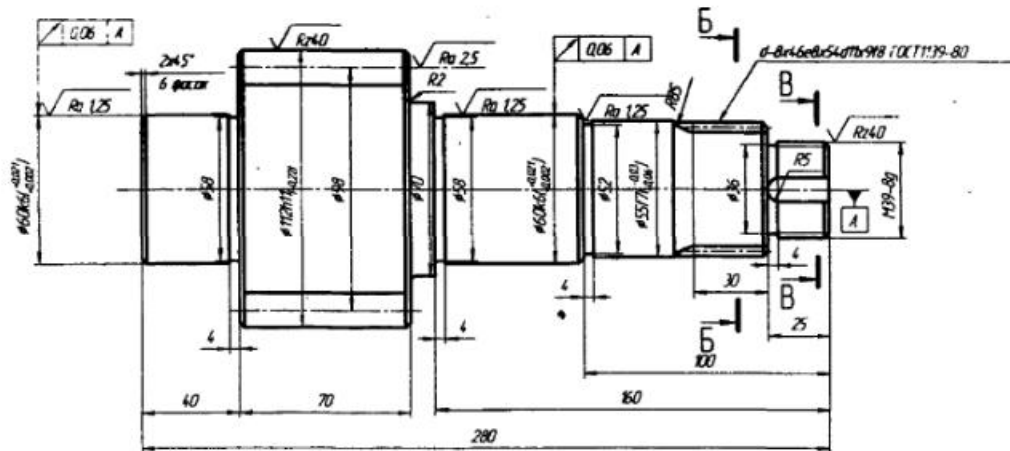
Отже, за коефіцієнтом уніфікації деталь являється технологічною.

Самий високий квалітет точності розмірів деталі 6^й, отже по точності деталь теж технологічна. Виготовлення деталі не вимагає доводочних операцій, отже і по шорсткості, деталь технологічна.

Висновок: На основі якісної і кількісної оцінок вважаємо, що деталь технологічна.

√ Rz80 (✓)

Модуль	m	7
Число зубцов	z	14
Лобовая загальна норма	w	34,16 _{0,1}
Видний контур	-	ГОСТ 1575-81
Ступінь точності	ГОСТ 1643-81	- 10-9-9-B
Потітер довільного кола	d _f	98



1 HRC 22-32
2 HRC 174 ± 7

№ документа	№ документа	Дата	Лист	№ документа	№ документа	№ документа
				Вал-шестерня		
				Сталь 40ХН ГОСТ 4543-77		
				9 11		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення типу виробництва

Кількість деталей, які потрібно обробити, $\Pi = 10000$ шт.

Маса деталі $m_d = 9$ кг. Згідно табл. 3.1 тип виробництва середньосерійний.

Так як виробництво серійне, визначаємо величину партії запуску.

$$\Pi_{\text{зап}} = \frac{\Pi}{P_3} \times g = \frac{10000}{254} \times 5 = 197,6 \approx 198 \approx 200 \text{ шт.}$$

де $\Pi = 10000$ штук

P_d – кількість робочих днів у році, $P_d = 254$

g – необхідний запас деталей на складі в днях. $g = 5$

2 Вибір виду та методу одержання заготовки

Деталь відноситься до класу “Валів”. Для виготовлення даної деталі можна прийняти два варіанти заготовки.

- 1) гарячекатаний прокат звичайної точності, круглого перерізу (код 095002)
- 2) штамповка, одержана на пресі (код 41211)

3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Варіант 1 – прокат

1. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}}$$

де $M_{\text{дет}}$ – маса деталі, $M_{\text{дет}} = 9$ кг

$M_{\text{заг}}$ – маса заготовки з прокату, кг

$$M_{\text{заг}} = V \times \gamma$$

де V – об'єм заготовки, м^3

γ – питома вага матеріалу заготовки, $\gamma = 7800$ кг/м

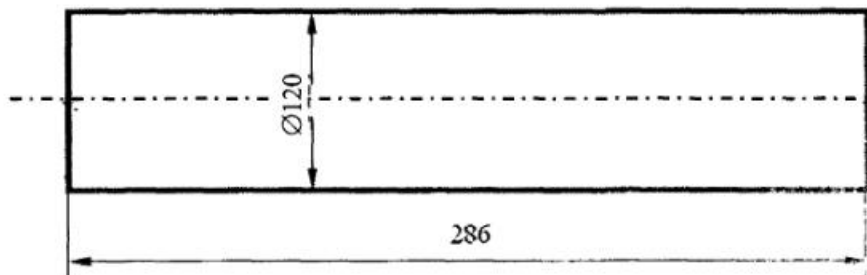


Рисунок 2.2 Ескіз заготовки прокат.

Щоб визначити об'єм заготовки (V), треба знати її розміри ($D_{\text{заг}}$ і $L_{\text{заг}}$), а для цього треба визначити спільний припуск на найбільший діаметр та на довжину деталі.

$$D_{\text{найб}} = 112 \text{ мм}, \quad D_{\text{заг}} = 120 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{дет}} + P_{\text{общТ1}} + P_{\text{общТ2}} = 280 + 3 + 3 = 286 \text{ мм}$$

де $P_{\text{общТ1}}$ – спільний припуск на перший торець (лівий)

$P_{\text{общТ2}}$ – спільний припуск на другий торець (правий)

2. Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V = A_1 \times L_{\text{заг}} = 0,01130 \times 0,286 = 0,0032330 \text{ м}^3$$

3. Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_{\text{заг1}} = V \times \gamma = 0,0032330 \times 7800 = 25,2 \text{ кг}$$

$$\text{де } A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,12^2}{4} = 0,01130 \text{ м}^2$$

4. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг1}}} = \frac{9}{25,2} = 0,357$$

5. Визначаємо вартість заготовки за формулою:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_{1\text{т}}}{1000} \times M_{\text{заг1}} + C_p, \text{ грн}$$

де $C_{1\text{т}}$ – вартість одержання 1 тонни прокату, грн

Приймаємо $C_{1\text{тонни}} = 1800$ грн

$M_{\text{заг1}}$ – маса заготовки, кг

C_p – вартість різання, грн

$C_p = 0,8$ грн

$$C_{\text{заг1}} = \frac{1800}{1000} \times 25,2 + 0,8 = 46,16 \text{ грн}$$

Варіант 2 – штамповка

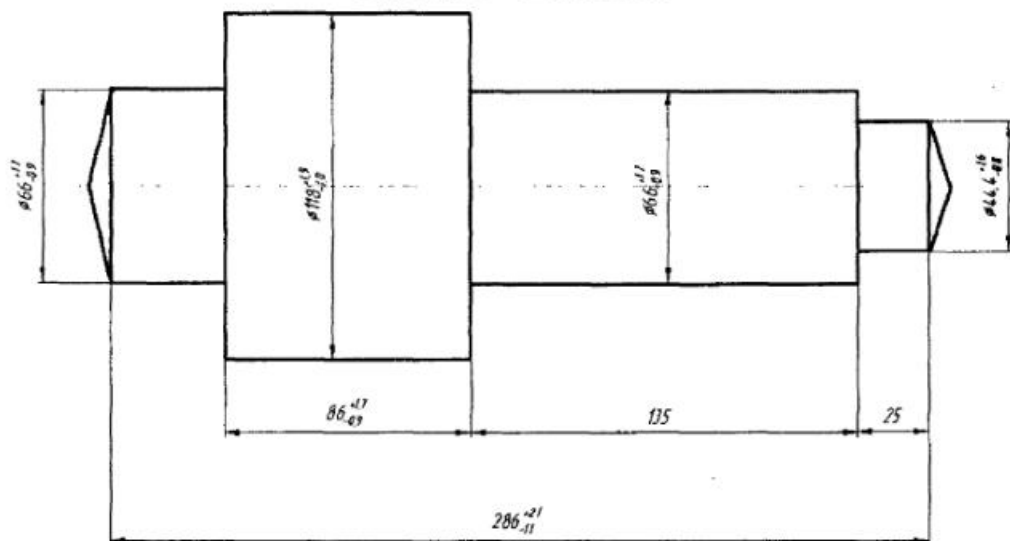


Рисунок 2.3 Ескіз заготовки-штамповки

1. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг2}}}$$

де $M_{\text{дет}}$ – маса деталі,

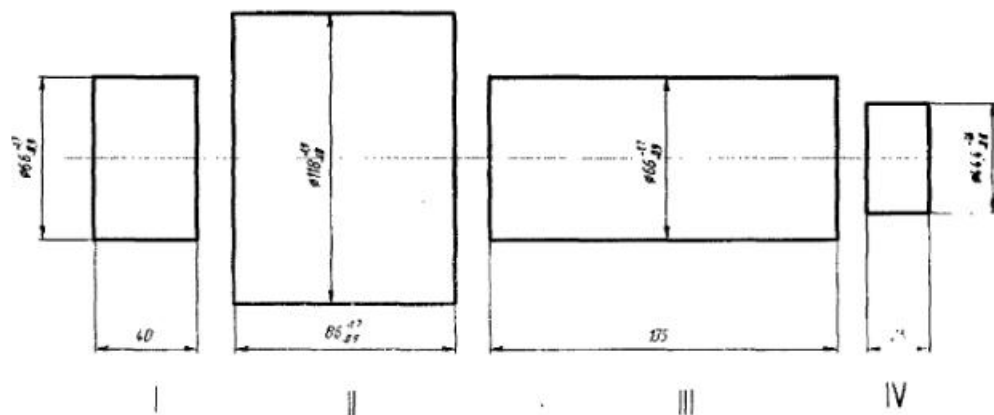
$$M_{\text{дет}} = 9 \text{ кг}$$

$M_{\text{заг2}}$ – маса заготовки, кг

$$M_{\text{заг2}} = V \times \gamma, \text{ кг}$$

де V – об'єм штампованої заготовки, м^3

γ – питома вага матеріалу заготовки, $\text{кг}/\text{м}^3$ $\gamma = 7800 \text{ кг}/\text{м}^3$



Щоб визначити об'єм заготовки – штамповки розбиваємо умовно креслення заготовки на прості частини, щоб кожна з них мала просту геометричну форму, зручну для розрахунку об'єму.

Об'єм заготовки: $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

Щоб визначити об'єм кожної частини, треба знати їх діаметри та довжини. Для цього визначаємо спільні припуски на діаметри (D_1, D_2, D_3, D_4) торці та уступи.

$$D_{\text{заг}} = D_{\text{ном.дет}} + (\Pi_{\text{общ}} + \delta_{\Pi}) \times 2$$

де $D_{\text{ном}}$ – номінальний діаметр деталі

$\Pi_{\text{заг}}$ – спільний припуск на сторону, мм

δ_{Π} – додаток на спільний припуск в залежності від класу шорсткості.

$$D_{\text{заг1,3}} = 60 + (2,2 + 0,8) \times 2 = 66 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг4}} = 39 + (2,2 + 0,5) \times 2 = 44,4 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг2}} = 112 + (2,5 + 0,5) \times 2 = 118 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг1}} = L_{\text{дет1}} = 40 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг2}} = (10 + 70) + (2 \times 3) = 86 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг3}} = L_{\text{ном}} = (60 + 75) = 135 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг4}} = L_{\text{ном}} = 25 \text{ мм}$$

2. Визначасмо об'єм заготовки кожної частини за формулою:

$$V = A \times \ell_i, \text{ м}^3,$$

де A – площа перерізу, м^2

ℓ_i – довжина відповідної частини, м

Об'єм I-ї і III-ї частини

$$V_{1,3} = A_{1,3} \times \ell_{\text{заг1,3}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг1,3}}^2}{4} \times \ell_{\text{заг1,3}} = \frac{3,14 \times 0,066^2}{4} \times 0,175 = 0,0005984 \text{ м}^3$$

Об'єм II-ї частини

$$V_2 = A_2 \times \ell_{\text{заг2}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг2}}^2}{4} \times \ell_{\text{заг2}} = \frac{3,14 \times 0,118^2}{4} \times 0,086 = 0,00094 \text{ м}^3$$

Об'єм IV-ї частини

$$V_4 = A_4 \times \ell_{\text{заг4}} = \frac{\pi \times D_{\text{заг4}}^2}{4} \times \ell_{\text{заг4}} = \frac{3,14 \times 0,0444^2}{4} \times 0,025 = 0,0000386 \text{ м}^3$$

$$V = V_{1,3} + V_2 + V_4 = 0,0005984 + 0,00094 + 0,0000386 = 0,001577 \text{ м}^3$$

3. Маса заготовки:

$$M_{\text{заг2}} = V \times \gamma = 0,001577 \times 7800 = 12,3 \text{ кг}$$

Приймаємо утрату металу на чад (в середньому 10-15%), визначаємо масу матеріалу для визначення штампованої заготовки:

$$M_{\text{заг2}} = 12,3 + (12,3 \times 0,10) = 13,5 \text{ кг}$$

4. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг2}}} = \frac{9}{13,5} = 0,666$$

5. Визначаємо вартість заготовки-штамповки за формулою:

$$C_{\text{заг2}} = \frac{C_{1\text{T}}}{1000} \times M_{\text{заг2}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4,$$

де $C_{1\text{тонни}}$ - вартість 1 тони штамповки, грн

$$C_{1\text{тонни}} = 2400 \text{ грн}$$

K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти серійності, маси матеріалу, складності заготовки

$$C_{\text{заг2}} = \frac{2400}{1000} \times 13,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 32,4 \text{ грн}$$

Таблиця 2.1. Порівняльна характеристика

Вид заготовки	$K_{\text{в.м.}}$	Вартість заготовки, грн
Гарячекатаний прокат	0,357	46,16
Штамповка	0,666	32,4

Висновок: більш економічним варіантом являється заготовка, яка одержана методом штамповки.

2.4. Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів

Таблиця 2.2. Спільні та операційні припуски для деталі “Вал-шестірня”

Найменування та номер поверхні деталі	Спільний припуск $P_{\text{общ}}, (2P_{\text{общ}})$	Операційні припуски, мм		
		Черна обробка $P_1, (2P_1)$	Чистова обробка $P_2, (2P_2)$	Шліфування $P_3, (2P_3)$
1	2	3	4	5
Діаметри:				
Зовнішня пов. 11 $\varnothing 55f7$	$(5+(2,2+0,8)) \times 2 = 11$	$11 - (2 + 0,4) = 8,8$	2	0,4
Зовнішня пов. 7 $\varnothing 112h11$	$(2,5+0,5) \times 2 = 6,0$	$6,0 - 2,2 = 3,8$	2,2	--

1	2	3	4	5
Зовнішня пов. 2, 18 $\varnothing 60k6$	$(2,2+0,8) \times 2 = 6,0$	$6,0 - (0,4 + 2) = 3,6$	2	0,4
Зовнішня пов. 14 M39-8g	$(2,2+0,5) \times 2 = 5,4$	$5,4 - 2 = 3,4$	2	--
Торці 1 і 16 L=280 мм	$(2+1) \times 2 = 6$	3	3	--

2.5. Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них

Операційні розміри визначаються слідуочим способом. Спочатку визначається розмір заготовки ($D_{\text{заг}} = D_{\text{ном}} + 2P_{\text{общ}}$). Потім послідовно зверху вниз необхідно відняти операційні припуски для зовнішніх та торцевих поверхонь, в наслідку одержимо останні операційні розміри (D_1 ; D_2 ; D_3)

де $D_{\text{заг}}$ – розмір діаметра заготовки, мм;

$D_{\text{ном}}$ – номінальний діаметр деталі, мм;

D_1 – розмір після чорнової обробки,;

D_2 – розмір після чистової обробки;

D_3 – розмір після оздоблювальної обробки (кінцевої)

Таблиця 2.3. Операційні розміри та допуски на них, у міліметрах

Найменування поверхонь, операційні переходи	Операційні припуски	Операційні розміри	Допуски на операційні розміри
Зовнішня поверхня обертання 11 $\varnothing 55f7(-0,03/-0,06)$			
Розмір заготовки	$2P_{\text{общ}} = 11$	$55+11=66$	$(+1,7/-0,9)$
Точити начорно	8,6	$66-8,6=57,4$	$h14(-0,74)$
Точити начисто	2	$57,4-2=55,4$	$h10(-0,19)$
Шліфувати	0,4	$55,4-0,4=55$	$f7(-0,03/-0,06)$
Зовнішня поверхня обертання 7 $\varnothing 112h11(-0,22)$			
Розмір заготовки	$2P_{\text{общ}} = 6,0$	$112+6,0=118,0$	$(+1,9/-1,0)$
Точити начорно	4,0	$118,0-4,0=114,0$	$h14(-0,87)$
Точити начисто	2,0	$114,0-2,0=112$	$h11(-0,22)$

Найменування поверхонь, операційні переходи	Операційні припуски	Операційні розміри	Допуски на операційні розміри
Зовнішня поверхня обертання 2, 18 ø60к6 ^(+0,021/+0,002)			
Розмір заготовки	2П _{общ} = 6,0	60 + 6,0 = 66,0	^(+1,7) _(-0,9)
Точити начорно	3,6	66,0 - 3,6 = 62,4	h14 _(-0,74)
Точити начисто	2	62,4 - 2 = 60,4	h11 _(-0,19)
Шліфувати	0,4	60,4 - 0,4 = 60	к6 ^(+0,021/+0,002)
Торці 1 і 16			
Розмір заготовки	2П _{общ} = 6	280 + 6 = 286	^(+2,1) _(-1,1)
Підрізати торець начорно	3	286 - 3 = 283	± 0,575
Підрізати торець начисто	3	283 - 3 = 280	± 0,575

2.7. Розрахунок припусків на обробку поверхні ø60к6 аналітичним методом і встановлення проміжних розмірів з граничними відхиленнями

В даному типі виробництва токарна обробка вала виконується на токарному напівавтоматі у центрах, передній з яких являється плаваючий, а задній – обертаючий.

Шліфувальна обробка виконується на круглошліфувальному верстаті. При цьому деталь встановлюється у жорстких центрах.

Величина розрахункового припуску для першої операції чи переходу визначається за формулою:

$$2Z_{ip} = 2(R_{Zi-1} + T_i + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y-1}^2}) + ei_{i-1}$$

Для послідувочої операції чи переходів:

$$2Z_{ip} = 2(R_{Zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y-1}^2}) + IT_{i-1}$$

де Z_{ip} – спільний розрахунковий припуск для даної операції, мкм;

$R_{z_{i-1}}$ – висота мікронерівностей, що залишилися в попередній операції чи переході, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару, що залишилися в попередній операції чи переході, мкм;

ρ_{i-1} – сумарне значення просторових відхилень, що залишилися від попередніх операцій чи переході в мкм;

ϵ_{y_i} – похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм;

e_{i-1} – нижнє граничне відхилення розміру вала після попередніх операцій чи переходу, мкм;

IT_{i-1} – допуск розміра після попередніх операцій чи переходу, мкм.

Складаємо таблицю початкових даних. Значення допусків розміру IT узяті по ГОСТ 25347-82 (СТСЕВ 144-75).

Значення висоти мікронерівностей R_z та глибини дефектного шару T взяті з таблиці 5 і 12 (15с. 169773).

Сумарне значення просторових відхилень для обробки в центрах зовнішньої поверхні визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{ко}} = \Delta K \times L, \text{ мкм.}$$

де $\rho_{\text{ко}}$ – спільна кривизна заготовки (15, табл.6, с. 171).

Спільна кривизна заготовки $\rho_{\text{ко}}$ визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ко}} = \Delta K \times L; (15, \text{табл. 2, с. 167})$$

де ΔK – відносне значення кривизни після правки в залежності від середнього діаметра, мкм/мм;

L – спільна довжина заготовки, мм;

$\rho_{\text{ц}}$ – похибка зацентровки поковки визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \times \sqrt{IT_0^2 + 1};$$

де IT_0 – допуск діаметра базової поверхні заготовки, використовуваної при зацентровці, мм.

По табл. 16, див.15, с.186 $\Delta K = 0,15$ мкм/мм, після правки на пресах:

Тоді $\rho_{\text{ко}} = 0,15 \times 286 = 43$ мкм;

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \times \sqrt{2,6^2 + 1} = 0,696 \text{ мм}; \quad \rho_{\text{ц}} = 696 \text{ мкм};$$

$$\rho_0 = \sqrt{43^2 + 696^2} = 697 \text{ мкм}; \quad \rho_1 = 0,06 \times \rho_0 = 0,06 \times 697 = 42 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = 0,05 \times \rho_1 = 0,05 \times 42 = 2,1 \text{ мкм};$$

де 0,06; 0,05 – коефіцієнти уточнення (15, табл. 22, с. 18)

Значення ρ_2 знехтуємо в виді його малості, тобто приймаємо $\rho_2 = 0$.

Визначаємо похибку установлення на всіх операціях за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_y^2};$$

де ε_δ – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

Так як обробка на центрах, передній центр – плаваючий, то похибка базування дорівнює 0, (табл. 19) $\varepsilon_y = 0$.

Одержані значення висоти мікронерівностей глибини дефектного шару, просторових відхилень та похибок установлення заносимо в табл. 2.4.

Ø60к6 (+0,021
+0,002)

Таблиця 2.4. Розрахунок припусків аналітичним методом

Метод обробки поверхні	Квалі-тетний ряд точності	Параметр шорсткості	Граничні відхилення розміру	Допуск розміру мкм	Розрахункові величини			
					Висота мікро-нерівн. R_z , мкм	Глибина дефектн. шару T , мкм	Сума прост. шару ρ мкм	Похибка ус-тановки ε_y , мм
Заготовка штам-повка	-		+1700 -900	IT ₀ = 2600	$R_{z0} = 240$	$T_0 = 250$	$\rho_0 = 697$	
Чорнове точіння	14(h14)	$R_a 6,3$	-740	IT ₁ = 740	$R_z = 50$	$T_1 = 50$	$\rho_1 = 42$	$\varepsilon_{y1} = 0$
Чистове точіння	11(h11)	$R_a 3,2$	-190	IT ₂ = 190	$R_{z2} = 25$	$T_2 = 25$	$\rho_2 = 0$	$\varepsilon_{y2} = 0$
Попереднє шліфу-вання	8 (h8)	$R_a 2,5$	-46	IT ₃ = 46	$R_{z3} = 10$	$T_3 = 20$	$\rho_3 = 0$	$\varepsilon_{y3} = 0$
Чистове шліфу-вання	6(k6)	$R_a 1,25$	+21 +2	IT ₄ = 19	$R_{z4} = 5$	$T_4 = 15$	$\rho_4 = 0$	

Таблиця 2.5. Розрахунок проміжних припусків

Розрахункові величини в мкм	Прийняте значення припусків, мм
1) Розрахунковий припуск на чорнове точіння $2Z_{1p} = 2(R_{z0} + T_0 + P_0) + ei = 2(240 + 250 + 697) + 900 = 3274$	$2Z_{1p} = 3,27$
2) Розрахунковий припуск на чистове точіння $2Z_{2p} = 2(R_{z1} + T_1 + P_1) + IT_1 = 2(50 + 50 + 42) + 740 = 1024$	$2Z_{2p} = 1,02$
3) Розрахунковий припуск на попереднє шліфування: $2Z_{3p} = 2(R_{z2} + T_2 + P_2) + IT_2 = 2(25 + 25 + 0) + 190 = 290$	$2Z_{3p} = 0,29$
4) Розрахунковий припуск на чистове шліфування: $2Z_{4p} = 2(R_{z3} + T_3 + P_3) + IT_3 = 2(10 + 20 + 0) + 46 = 106$	$2Z_{4p} = 0,106$

Таблиця 2.6. Розрахунок проміжних розмірів

Найменування припуску та розміра	Умовне позн.	Розрахункові значення, мм	Прийняті значення, мм
Розмір поверхні по кресленню	d_4	-	$\varnothing 60k6 \begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix}$
Вихідні розрахункові розміри	$d_{ісх}$	$\varnothing 60,002$	
Припуск на чистове шліфування	$2Z_{4p}$	0,106	
Розмір після попереднього шліфування	d_3	$\varnothing 60,108$	$\varnothing 60,11h8_{(-0,046)}$
Припуск на попереднє шліфування	$2Z_{3p}$	0,29	
Розмір після чистового точіння	d_2	$\varnothing 60,398$	$\varnothing 60,4h11_{(-0,19)}$
Припуск на чистове точіння	$2Z_{2p}$	1,02	
Розмір після чорнового точіння	d_1	$\varnothing 61,418$	$\varnothing 61,4h14_{(-0,74)}$
Припуск на чистове точіння	$2Z_{1p}$	3,27	
Розмір заготовки		$\varnothing 64,688$	$\varnothing 67,958 \begin{pmatrix} +1,7 \\ -0,9 \end{pmatrix}$

2.7. Аналіз заводського техпроцесу

Таблиця 2.7. Технологічний маршрут

№ опер	Зміст та назва операції	Тип верстату	Оснастка
1	2	3	4
005	Заготівельна. Заготовка-прокат Ø120мм; L = 286 мм		
010	Токарна - гвинторізна Підрізати та центрувати торці 1 і 16 з переустановкою деталі, свердло центрове Ø4, різець підрізний. Контроль ШЦ – П-315-0,1 ГОСТ 166-63	Токарно-гвинторізний 1М63	Патрон 3 ^х кулачковий
015	Токарно- гвинторізна Точити пов. 18, 14, 11 начорно Точити фаски 10, 13, 15 Точити пов. 20, 9	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
020	Токарно- гвинторізна Точити пов.2, 7 начорно. Точити пов. 3, фаски 5, 6	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
025	Термічна обробка. Покращення HRC 28...32	Піч	
030	Дробоструминна. Очистити заготовку від окалини.	Камера – дробострум.	
035	Токарно- гвинторізна Точити пов. 14 Ø39мм; 11 Ø55,4мм; пов. 18 Ø60,4мм і пов. 20 Прорізати канавки 12, 17, 19, уступ 9. Точити фаски 10, 15, 13. Нарізати різьбу на пов. 14	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
040	Токарно- гвинторізна Точити пов 2 Ø60,4 мм з підрізкою уступа 3 Точити пов. 7 Прорізати канавку 4 Точити фаски 5, 6, 8	Токарно-гвинторізний 16К20	Центри
045	Зубофрезерна. Нарізати зуби на пов 7 m = 7 Z = 14	Зубофрезерний 5К324	Центри
050	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
055	Шліцефрезерна Фрезерувати шліці на пов. 11	Шліцефрезерний 5320	Центри

1	2	3	4
060	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
065	Шпоночно-фрезерна. Фрезерувати паз 21.	Вертикально-фрезерний 692М	Призми з прихватами
070	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
080	Круглошліфувальна. Шліфувати пов. 2, 18, 11. Контроль виконавцем.	Круглошліфувальний 3М151	Центри
085	Слюсарна. Притупити гострі кромки	Верстак слюсарний	Лещата
090	Промивочна. Промити деталь.	Промивочна машина	
095	Контроль технічний.	Контрольна плита	

2.8. Розробка плану прогресивного технологічного процесу

Таблиця 2.8. Технологічний маршрут

№ опер	Зміст та назва операції	Тип верстату	Оснастка
1	2	3	4
005	Заготівельна. Заготовка-штампівка $\varnothing 66 \times \varnothing 118 \times \varnothing 44,4$; $L = 286\text{мм}$		
010	Фрезерувально-центрувальна. Фрезерувати та центрувати торці 1 і 16 одночасно. Фреза торцьова (2 шт.), свердло центрове $\varnothing 4\text{мм}$. Контроль ШЦ – П-315-0,1 ГОСТ 166-63	Фрезерно-центрувальний МР-76М	Призми з прихватами
015	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 14, 11, 18 начорно. Поперечним супортом точити фаску 10, 13, 15. Точити пов. 20, 9	Токарний напівавтомат 1Н713	Центри

1	2	3	4
020	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов. 2, 7 на- чорно. Поперечним супортом точити пов. 3, фаску 5, 6	Токарний напівавтомат 1Н713	Центри
025	Термічна обробка. Покращення HRC 28...32	Піч	
030	Дробострумінна. Очистити заготовку від окалини.	Камера – дробострум.	
035	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов 14 Ø39мм, 11 Ø55,4мм; пов.18 Ø60,4мм і пов. 20. Поперечним супортом прорізати канавки 12, 17, 19, уступ 9. Точити фаски 10, 15, 13	Токарний напівавтомат 1Н713	Центри
040	Токарно-автоматна. Поздовжнім супортом точити пов 2 Ø60,4 мм з підрізкою уступа 3. Точити пов. 7. Поперечним супортом прорізати канавку 4. Точити фаски 5, 6, 8	Токарний напівавтомат 1Н713	Центри
045	Токарно-гвинторізна Нарізати різьбу на пов. 14 Притупити гострі кромки	Токарно- гвинторізний 16К20	Центри
050	Зубофрезерна. Нарізати зуби на пов 7. $m = 7 Z = 14$	Зубофрезер- ний 5К324	Центри
055	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити задир- ки.	Верстак слюсарний	Лещата
060	Шліцефрезерна Фрезерувати шліці на пов. 11	Шліцефрезер- ний 5320	Центри
065	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити задир- ки.	Верстак слюсарний	Лещата
070	Шпоночно-фрезерна. Фрезерувати паз 21.	Вертикально- фрезерний 692М	
075	Слюсарна. Притупити гострі кромки, удалити за- дирки.	Верстак слюсарний	Лещата

1	2	3	4
080	Круглошліфувальна. Шліфувати пов. 2, 18, 11. Контроль виконавцем.	Круглошліфувальний ЗМ161Е	Центри
085	Обкатна Обкатати зуб'я	Обкатний пристрій	оправка
090	Слюсарна Притупити гострі кромки	Верстак слюсарний	Лещата
095	Промивочна Промити деталь.	Промивочна машина.	
100	Контроль технічний.	Контрольна плита	

02141

Цех Діл РМ Опер				Найменування операції	Позначення документа									
Найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тшт	Тпз	Тштк
Найменування деталі				Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх	
Т 01	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром, 392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різці: прохідний $\phi=90^\circ$ Т15К10, різець канавочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-II-315-0,1													
03														
А 04	020 4112 Токарно-автоматна													
Б 05	38	11	11	Токарний напівавтомат 3Н713	1	18225	311					2,89	27	3,03
О 06	Установити та закріпити заготовку Повздовжнім супортом точити пов. 2,7 начорно Поперечним супортом точити фаски 5,6, пов.3													
07	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром, 392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різці: прохідний $\phi=90^\circ$ Т15К10, фасочний, підрізний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1													
8														
А 9	025 Термічна													
О 10	Покращення НВ 217...241													
11														
А 12	030 Дробоструменна													
13	Очистити заготовку від окалини.													
5	035 4112 Токарно-автоматна													
5	38	11	11	Токарний напівавтомат 1Н713	1	18225	311					2,97	27	3,1

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції	Позначення документа												
						СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тшт	Тпз	Тштк		
Б	Найменування обладнання				Найменування деталі						Позначення, код							
О 01	Установити та закріпити заготовку Повздовжнім супортом точити пов. 14 Ø39мм, 11 Ø55,4мм, 18 Ø60,4мм пов. 20 начисто																	
02	Поперечним супортом точити фаски 10, 15, 13 Прорізати канавки 12, 17, 19, уступ 9																	
Т 05	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром, 392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різці: прохідний φ=90° Т15К10, канавочний, фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1																	
06	-																	
А 07				040	4112 Токарно-автоматна													
Б 08	38	11	11	Токарний напівавтомат 1Н713						1	18225	311				2,89	27	3,03
О 9	Установити та закріпити заготовку Повздовжнім супортом точити пов. 2 Ø60,4мм з підрізкою уступа 3 Точити пов. 7																	
10	Поперечним супортом прорізати канавку 4, точити фаски 5, 6, 8																	
Т 11	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром, 392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різці: прохідний φ=90° Т15К10, фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1																	
12																		
А 13				045	4114 Токарно-гвинторізна													
Б 14	38	11	48	Токарно-гвинторізний 16К20						1	18217	411				2,3	18	2,39

					02141											
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції					Позначення документа						
Б	Наймспування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тштг	Тпз	Тштк	
Найменування деталі					Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх		
О 01	Установити та закріпити заготовку Нарізати різьбу на пов. 14 Притупити гострі кромки															
Т 02	ПР XXXXXX Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром, 392841 Центр обертаючий, Р.І. 391510 плашка М68х1,5, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1															
03																
А 04			050	4150	Зубофрезерна											
Б 05	XX	XX	XX		Зубофрезерний 5К324	1	12287	411				11,24	30	11,38		
О 06	Установити та закріпити заготовку Нарізати зуб'я на пов. 7 m=7 z=14															
Т 07	ПР XXXXXX центри, повідковий пристрій, РІ. 392210 фреза черв'ячна Р6М5; ВІ. XXXXXX штангензубомір															
А 08			055	0190	Слюсарна											
Б 09	XX	XX	XX		Верстак											
О 10	Видалити задирки та притупити гострі кромки															
А 11			060	XXXX	Шліцефрезерна											
Б 12	38	16	72		Шліцефрезерний 5320	1	18632	411				7	27	7,2		
О 13	Установити та закріпити заготовку Фрезерувати шліци на пов. 11															
Т 14	ПР XXXXXX центри, РІ. XXXXXX фреза черв'ячна шліцьова Р6М5; ВІ. 393120 калібр-скоба															
Зм	Арх	Недокумента		Підпис	Дата											

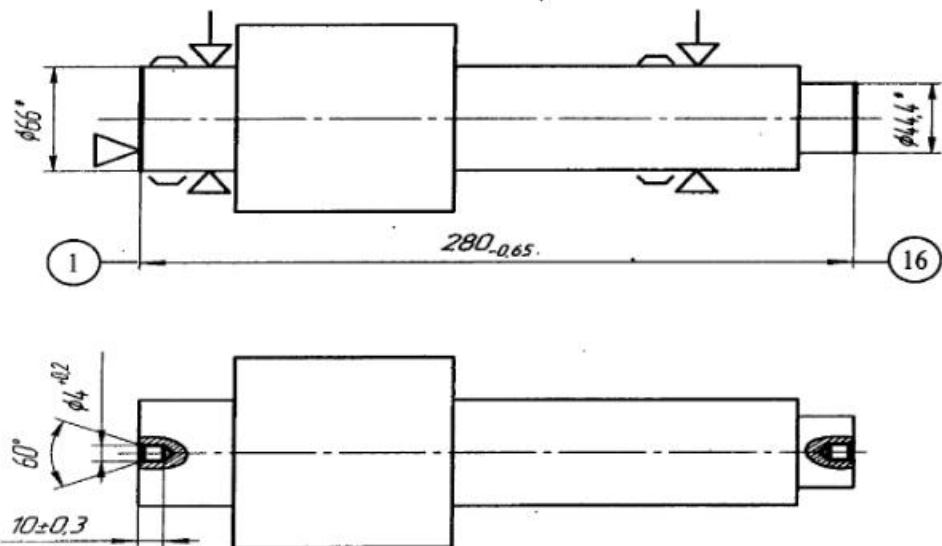
										02141							
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції					Позначення документа							
Б	Найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тшт	Тпз	Тштк		
	Найменування деталі				Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх			
А 01				060	0190 Слюсарна												
Б 02	XX	XX	XX		Верстак												
О 03	Видалити задирки та притупити гострі кромки																
04																	
А 05				070	XXXX Шпоночно-фрезерна												
Б 06	38	16	71		Шпоночно-фрезерний 692М					1	18632	311			4,8	20	4,9
О 07	Установити та закріпити заготовку Фрезерувати паз 21																
Т 08	ПР XXXXXX пневмозажимне призматичне, РІ. XXXXXX фреза пальцева Р6М5; ВІ. 393110 калібр-пробка																
09																	
А 10				075	0190 Слюсарна												
Б 11	XX	XX	XX		Верстак												
О 12	Видалити задирки та притупити гострі комірки																
А 13				080	4131 Круглошліфувальна												
Б 14	38	13	11		Круглошліфувальний 3М161Е					1	18873	411			2,3	18	2,39
Зм	Арк	Недокумента		Підпис	Дата												

					02141										
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції					Позначення документа					
Б	Найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОІД	ЕН	ОП	Тштг	Тпз	Тштк
	Найменування деталі				Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх	
О 01	Установити та закріпити заготовку Шліфувати пов. 2, 18, 11														
Т 02	ПР ХХХХХХ повідковий пристрій з плаваючим центром, центр обертаючий, РІ. 398110 Круг шліфувальний ПП300x125x76; СМ-1														
Т 03	ВІ. 393110 калібр-скоба														
04															
А 05				085	ХХХХ Обкатна										
Б 06	ХХ	ХХ	ХХ		Обкатний пристрій	1	ххххх	411						2,91	
О 07	Обкатати зуб'я														
08															
А 09				090	0190 Слюсарна										
Б 10	ХХ	ХХ	ХХ		Верстак										
О 11	Видалити задирки та притупити гострі комірки														
А 12				095	ХХХХ Промивочна										
Б 13	ХХ	ХХ	ХХ		Промивочна машина										
14				100	0220 Контроль технічний										
Зм	А.р.	№ документа	Підпис	Дата											

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.					ПШ	939-99.3775				60140									
Перев.																			
Н. контр.					Вал-шестірня										010				
Найменування операції				Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри				МЗ	КОІД					
Фрезерно-центрувальна				Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88		*	кг	9	Ø66,2xØ188xØ44,4 L=286мм				13,5	1					
Обладнання				Позначення програми		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР									
Фрезерно-центрувальний МР-76М				-		0,58	1,86	18	2,89	Емульсія									
Р					Ш	Д або В	L		t	Li	S	n	V						
O 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
T 2	XXXXXX Призми, прихвати																		
3																			
O 4	1. Фрезерувати та центрувати торці 1 та 16 одночасно.																		
T 5	Р.І. 391255 Фреза торцева Ø100мм Т15К6, 391242 свердло центрове Ø4мм Р6М5, В.І. XXXXXX оправка для фрези, XXXXXX цапговий патрон, 39331 І штангенциркуль ШЦ-ІІ-315-0,1																		
Р6									3	1	0,2	500	100						
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

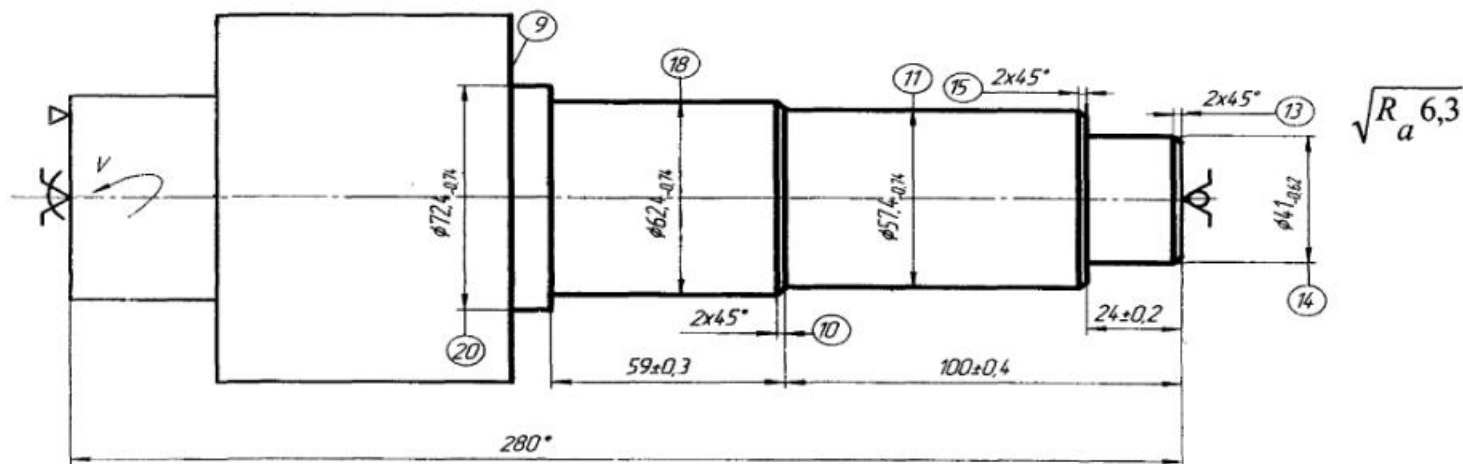
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП	939-99.3775	20140				
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>							
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня			У			010



1 * Розмір для довідок

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			015
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД							
Токарно-автоматна		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88				кг	9	з операції 010			13,5	1							
Обладнання		Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР										
Токарний напівавтомат 1Н713		-			0,8	1,86	27	3,1	Емульсія										
Р			ПІ	Д або В	L	t	Li	S	n	V									
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	ПР ХХХХХХ Горцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																		
3																			
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 14, 11, 18 начорно																		
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний $\varphi=90^\circ$ Т15К10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-315-0,1																		
Р 6								2,2	1	0,3	613	189							
7																			
О 8	2. Поперечним супортом точити 10, 13, 15, пов. 20, 9																		
Т 9	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець канавочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-315-0,1																		
Р 10								2	1	0,2	630	189							
ОК																			

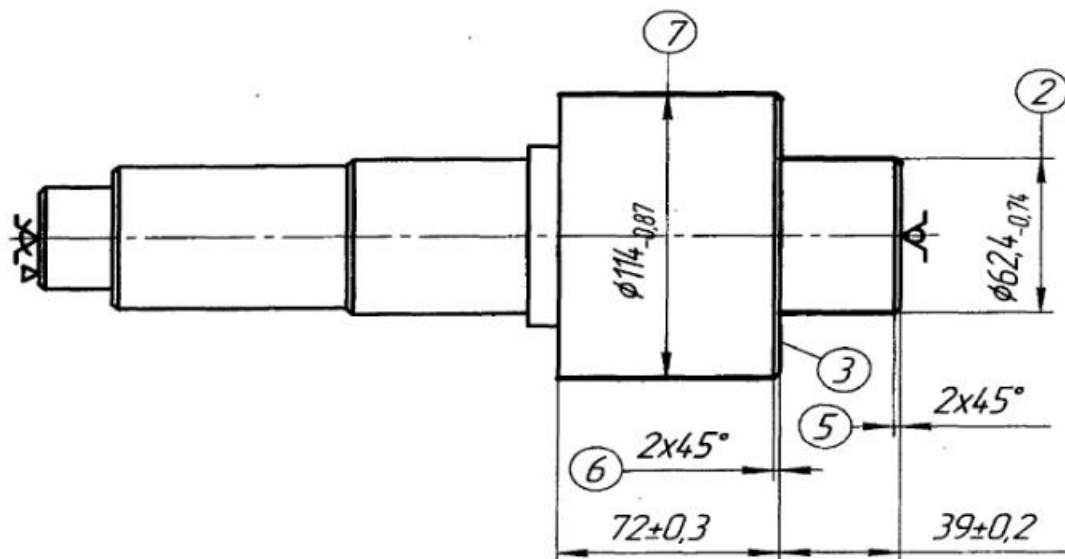
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Іванов		2.01.06	ППП				939-99.3775		20140				
Перев.	Петров		5.01.06											
Н. контр.	Тодосев		4.01.06	Вал-шестірна				У					015	



*Розмір для довідок

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			020
Найменування операції		Матеріал				Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД						
Токарно-автоматна		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88					кг	9	з операції 015			13,5	1						
Обладнання		Позначення програми				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР									
Токарний напівавтомат 1Б712		-				0,67	1,86	27	3,03	Емульсія									
Р				III	Д або В		L	t	Li	S	n	V							
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																		
3																			
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 2,7 начорно																		
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний $\varphi=90^\circ$ Т15К10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																		
Р 6								2,2	1	0,3	630	189							
7																			
О 8	2. Поперечним супортом точити фаски 5,6 пов.3																		
Т 9	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, різець підрізний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																		
Р 10								2	1	0,2	630	189							
OK																			

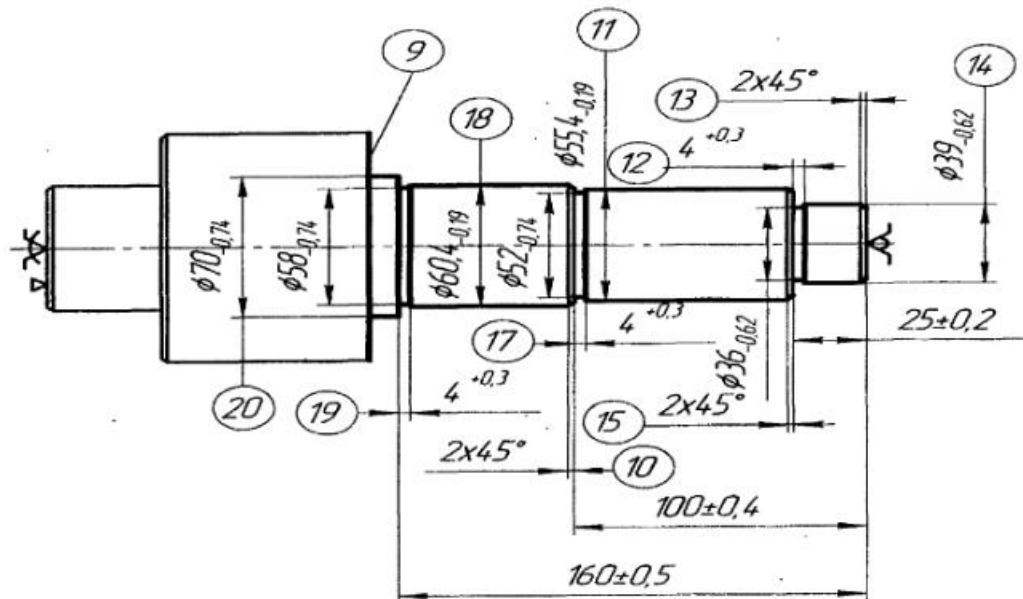
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППІ				939-99.3775		20140				
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>											
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня				У					020	


 $\sqrt{R_a} 6,3$

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			035
Найменування операції					Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД					
Токарно-автоматна					Сталь 45ХН ГОСТ 4543-88			кг	9	з операції 030			13,5	1					
Обладнання					Позначення програми		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР								
Токарний напівавтомат 1Б712					-		0,8	1,86	27	3,1	Емульсія								
Р					III	Д або В		L	t	Li	S	n	V						
O 1			А. Установити та закріпити заготовку																
Т 2			PR XXXXXX Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																
3																			
O 4			1. Повздовжнім супортом точити пов. 14 Ø39мм 11 Ø55,4мм 18 Ø60,4мм пов. 20 начисто																
Т 5			392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний $\varphi=90^\circ$ T15K10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1																
Р 6									0,5	1	0,3	630	189						
7																			
O 8			2. Поперечним супортом прорізати канавки 12,17,19, уступ 9																
Т 9			392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець канавочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1																
Р 10									2	1	0,2	630	189						
11																			
А 12			3. Поперечним супортом точити фаски 10,15,13																
Т 13			392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1																
Р 14									2	1	0,2	630	189						
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	Іванов		2.01.06	ППІ	939-99.3775	20140	У			035
Перев.	Петров		5.01.06							
Н. контр.	Тодосєв		4.01.06	Вал-шестірня						

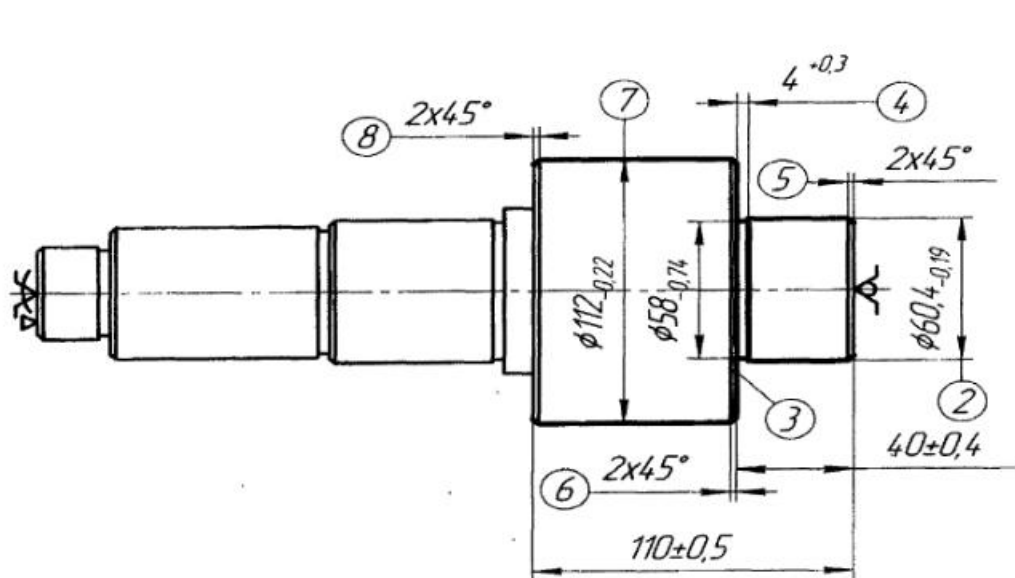

 $\sqrt{R_a^5}$

Дубл.																				
Езам.																				
Подл.																				
Розроб.																				
Перев.																				
Н. контр.																				040
Найменування операції				Матеріал				Твердість		ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД				
Токарно-автоматна				Сталь 45ХН ГОСТ 4543-88						кг	9	з операції 035			13,5	1				
Обладнання				Позначення програми				То	Тв	Тп.з.	Тштг.	ЗОР								
Токарний напівавтомат 1Б712				-				0,67	1,86	27	3,03	Емульсія								
Р				ПІ	Д або В		L		t	Li	S	n	V							
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																			
Т 2	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																			
3																				
О 4	1. Повздовжнім супортом точити пов. 2 ø60,4мм з підрізкою уступа 3																			
Т 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний φ=90° Т15К10, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1																			
Р 6										1,1	1	0,3	630	189						
О 7	2. Повздовжнім супортом точити пов. 7																			
Т 8	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець прохідний φ=90°, В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1																			
Р 9										1,1	1	0,3	630	189						
О 10	3. Поперечним супортом точити фаски 5,6,8, прорізати канавку 4																			
Т 11	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець фасочний, різець канавочний В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1																			
Р 12										1	1	0,2	630	189						
OK																				

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

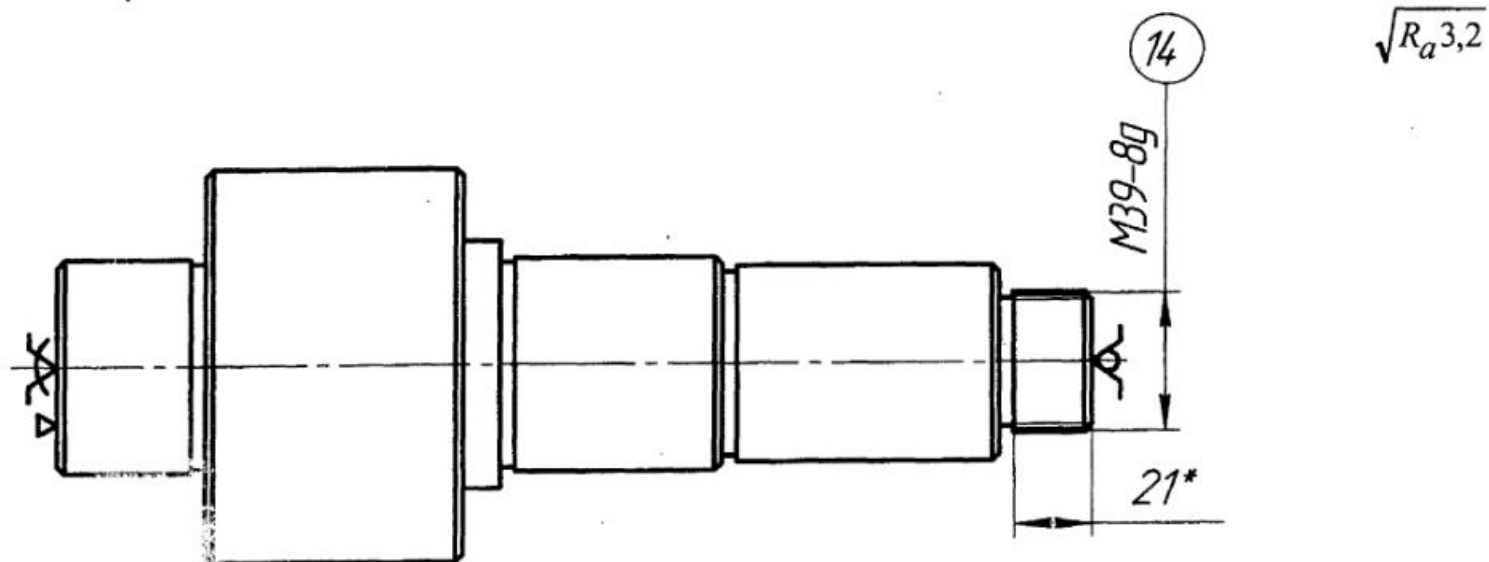
Розроб.	Іванов		2.01.06	ППП	939-99.3775	20140	У		040
Перев.	Петров		5.01.06						
Н. контр.	Тодосєв		4.01.06						

Вал-шестірня



Дубл.																			
Б'язм.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			045
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД							
Токарно-гвинторізна		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88				кг	9	з операції 040			13,5	1							
Обладнання		Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.		ЗОР									
Токарно-гвинторізна 16К20		-			0,35	1,75	18	2,39		Емульсія									
Р			III	Д або В		L		t	Li	S	N	V							
O 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
T 2	ПР ХХХХХХ Торцевий повідковий пристрій з плаваючим центром																		
3																			
O 4	1. Нарізати різьбу на пов. 14																		
T 5	392841 Центр обертаючий, Р.І. 392101 різець різбовий В.І. 393311 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																		
P 6								2	1	1,5	40	30							
7																			
8																			
9																			
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП				939-99.3775		20140				
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>											
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня				У					045	

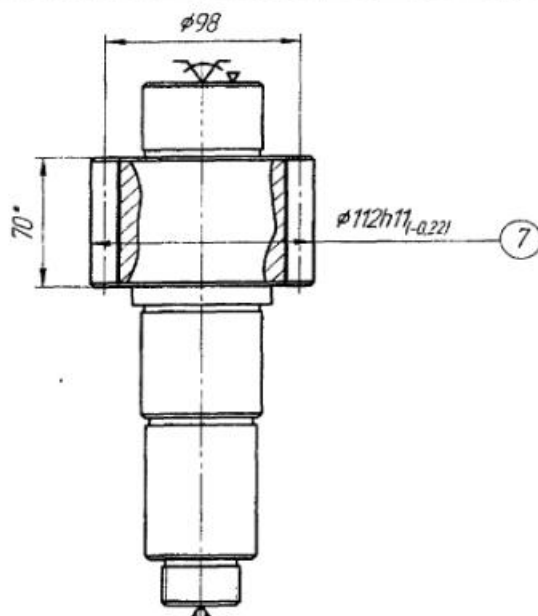


*Розмір для довідок

Дубл.																			
Езам.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			050
Найменування операції				Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД						
Зубофрезерна				Сталь 45ХН ГОСТ 4543-88			кг	9	з операції 045			13,5	1						
Обладнання				Позначення програми		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР									
Зубофрезерний 5К324				-		9,08	1,28	30	11,38	Емульсія									
Р				П	Д або В		L	t	Li	S	n	V							
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
Т 2	ПР ХХХХХХ центри, повідковий пристрій																		
3																			
О 4	1. Нарізати зуб'я на пов. $7 m = 7, z = 14$																		
Т 5	РІ. 392210 фреза черв'ячна Р6М5; ВІ. ХХХХХХ штангензубомір																		
Р 6								9	1	1,7	100	50,24							
7																			
8																			
9																			
10																			
OK																			

Дубл.															
Взам.															
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розроб.	<i>Іванов</i>		2.01.06	ППП	939-99.3775	20140	У			050
Перев.	<i>Петров</i>		5.01.06							
Н. контр.	<i>Тодосев</i>		4.01.06	Вал-шестірня						



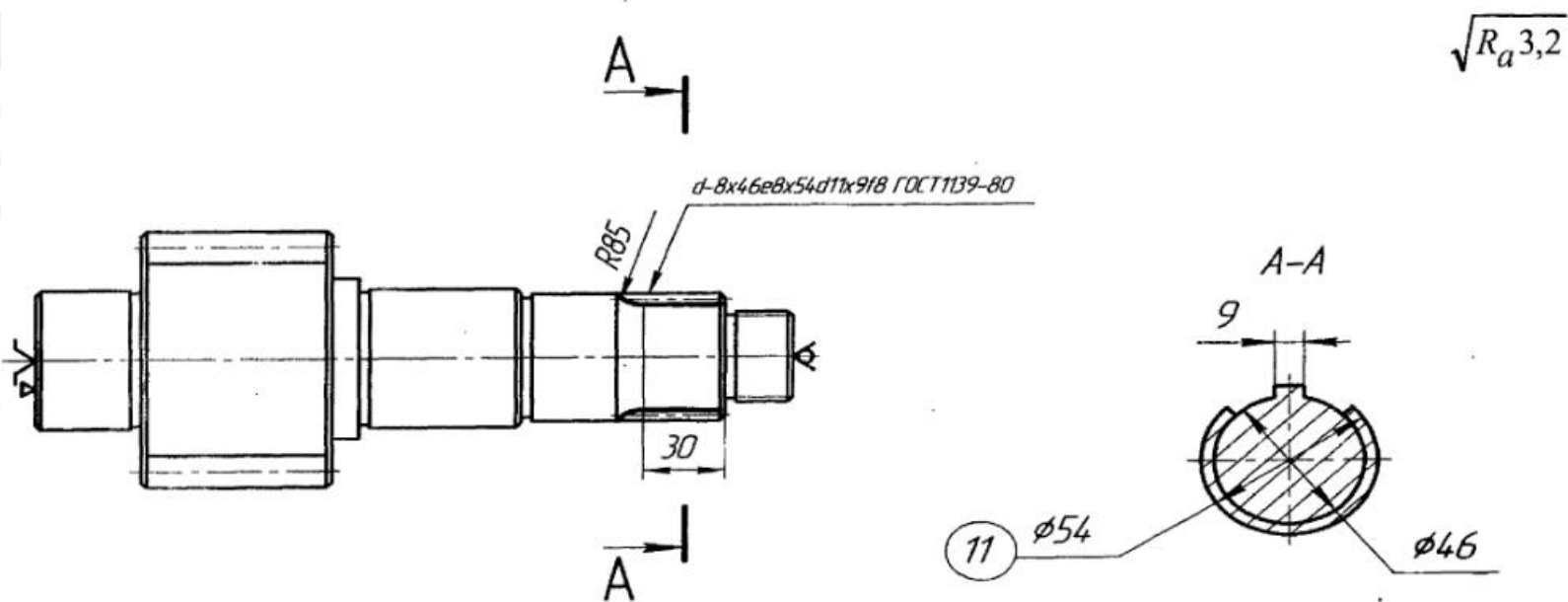
$$\sqrt{R_a} 6,3$$

Модуль	m	7
Число зуб'їв	z	14
Довжина загальної нормалі	w	34,16 _{-0,1}
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Ступінь точності ГОСТ 1643-81	-	10-8-8-B
Діаметр діляльного кола	d _g	98

*Розмір для довідок

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Розроб.																	
Перев.																	
Н. контр.																	060
Найменування операції		Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД					
Шлицерезерна		Сталь 45ХН ГОСТ 4543-88				кг	9	з операції 050			13,5	1					
Обладнання		Позначення програми		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР									
Шлицефрезерний 5320		-		• 5,1	1,3	27	7,2	Емульсія									
Р		Ш		Дабо В		L		t	Li	S	n	V					
О 1	А. Установити та закріпити заготовку																
Т 2	ПР ХХХХХХХ центри																
3																	
О 4	1. Фрезерувати шліци на пов. 11																
Т 5	РІ. ХХХХХХХ фреза черв'ячна шліцьова Р6М5; ВІ. 393110 калібр-скоба																
Р 6								7	1	2	100	25					
7																	
8																	
9																	
10																	
OK																	

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП				939-99.3775		20140				
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>											
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня				У					055	



Дубл.														
Взам.														
Йодл.														

Розроб.				ПШ	939-99.3775		60140
Перев.							

Н. контр.				Вал-шестірня						070
-----------	--	--	--	--------------	--	--	--	--	--	-----

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри	МЗ	КОІД
Шпоночно-фрезерна	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88		кг	9	з операції 070	13,5	1

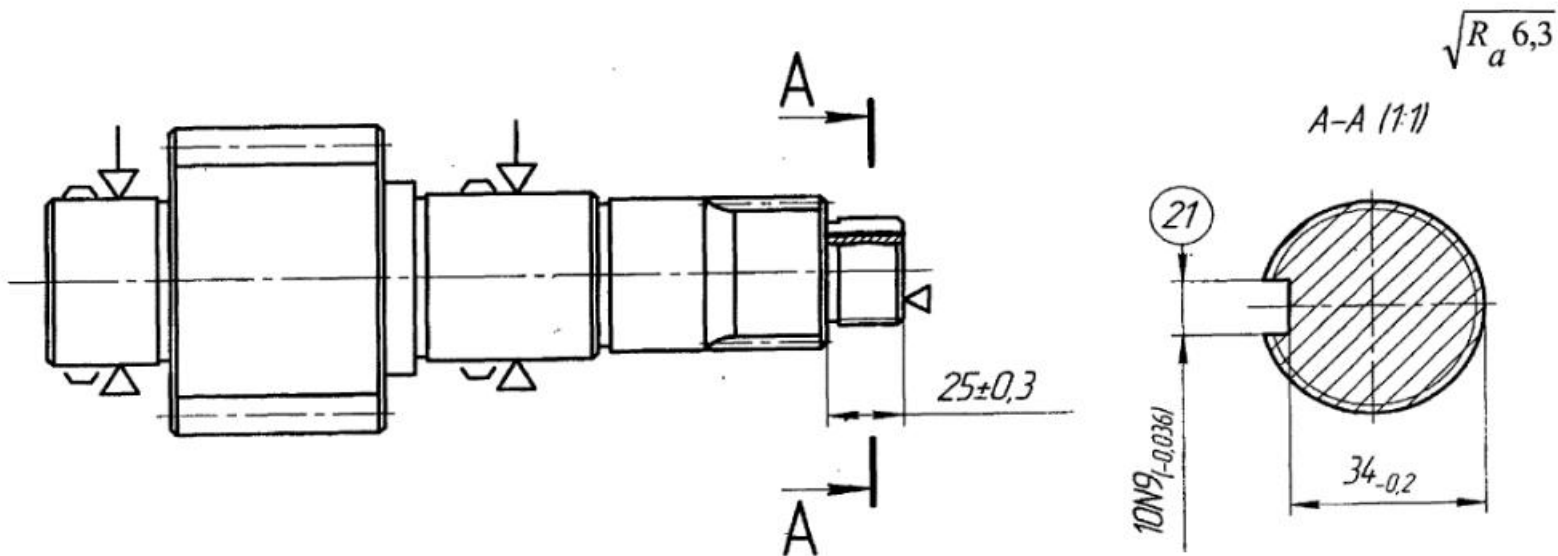
Обладнання	Позначення програми	То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР
Шпоночно-фрезерний 692М	-	2	1,65	20	4,9	Емульсія

Р		Ш	Д або В	L	t	Li	S	N	V
О 1	А. Установити та закріпити заготовку								
Т 2	ПР ХХХХХХ пневмозатискне призматичне пристосування								
3									
О 4	1. Фрезерувати паз. 21								
Т 5	РІ. ХХХХХХ фреза пальцева Р6М5; ВІ. 393110 калібр-пробка								
Р 6					10	1	0,1	400	18
7									
8									
9									
10									

OK									
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

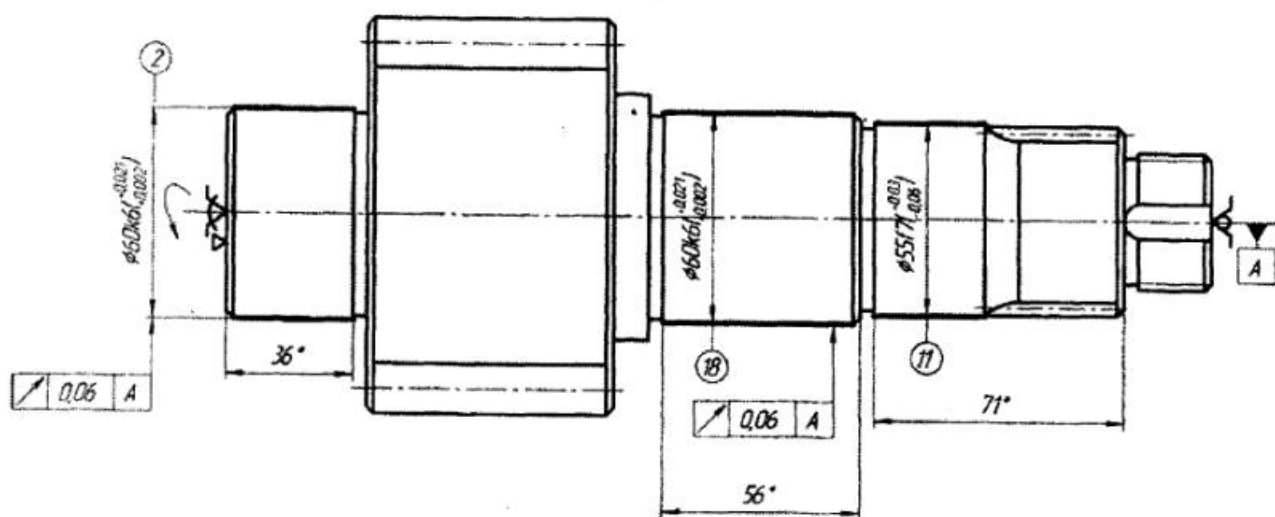
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП	939-99.3775	20140	У		070
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>						
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>	Вал-шестірня					



Дубл.																			
Чзам.																			
Подл.																			
Розроб.																			
Перев.																			
Н. контр.																			080
Найменування операції				Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОД						
Круглошліфувальна				Сталь 40ХН ГОСТ 4543-88			кг	9	з операції 080			13,5	1						
Обладнання				Позначення програми		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	ЗОР									
Круглошліфувальний 3М161Е				-		0,31	1,75	18	2,39	Емульсія									
Р				III	Д або В		L		t	Li	S	N	V						
O 1	А. Установити та закріпити заготовку																		
T 2	PR XXXXXX повідковий пристрій з плаваючим центром. Центр обертаючий																		
3																			
O 4	1. Шліфувати поверхні 2,18,11																		
T 5	PL 398110 Круг шліфувальний ПП300х125х76 СМ-1; ВІ. 393110 калібр-скоба																		
P 6								0,2	1	0,005	800/250	35							
7																			
8																			
9																			
10																			
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	Іванов		2.01.06	ППП	939-99.3775	20140	У			080
Перев.	Петров		5.01.06							
Н. контр.	Тодосев		4.01.06	Вал-шестірня						



*Розмір для довідок

Дубл.

Взам.

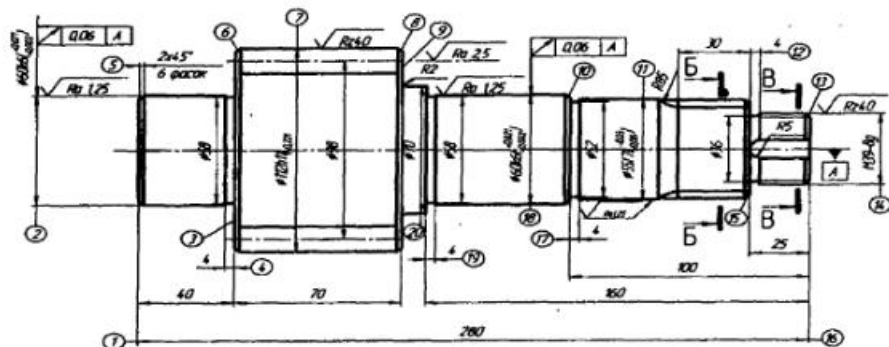
Подл.

Розроб

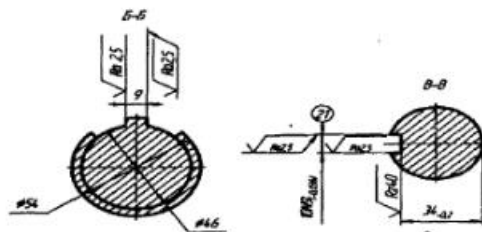
Перев

Н. контр.

Вал-шестірна



Модуль	m	7
Число зубів	z	14
Довжина загальної норми	W	$34,16_{-0,1}$
Вихідний контур		ГОСТ 13755-81
Ступінь точності ГОСТ 1643-81		10-8-8-B
Діаметр ділячного кола	d_f	98



1 HRC 22-32
2 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

2.9. Визначення режимів різання на токарно-автоматну операцію аналітичним методом

На токарному багаторізцевому одношпindelному напівавтоматі 1Н713 виконується чистова токарна обробка деталі «Вал-шестірна».

Заготовка попередньо оброблена;

Матеріал – сталь 40ХН, $\sigma_{T.0} = 1000$ МПа.

Установка заготовки - в центрах.

Ріжучі інструменти – різці з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Різець 1, 2, 3 – прохідні упорні з кутом $\varphi=90^\circ$. Різці 4, 5, 6 фасочні з кутом $\varphi=45^\circ$.

Необхідно: призначити режими різання та визначити норми часу.

Операція 040 Токарно-автоматна.

Виконується на токарному напівавтоматі мод. 1Н713

Зміст операції.

Установити та закріпити заготовку в центрах.

Повздовжнім супортом

Точити поверхні 2 $\varnothing 60,4$ мм з підрізкою уступа 3 і пов. 7 $\varnothing 112h11_{(-0,22)}$

Поперечним супортом точити фаски 5, 6, 8, прорізати канавку 4

Контроль виконавцем.

Коротка характеристика верстата 1Н713

Найбільший діаметр оброблюючої деталі – 320мм

Найбільша довжина деталі – 500мм

Число обертів шпинделя за хвилину – 162 – 2040 хв^{-1}

Подача в мм/хв.: копіювального супорту – 20-700

поперечного супорту – 15-400

Потужність електродвигуна в кВт – 10

Габаритні розміри: довжина, ширина – 2465×1213

Вага в кг – 3800

Оптова ціна в грн. – 152000

Визначення режимів різання на токарно-автоматну операцію 040

1. Визначаємо глибину різання в залежності від припуску на обробку.

$$t_1 = \frac{P}{2} = \frac{2}{2} = 1,0 \text{ мм};$$

$$t_2 = \frac{P}{2} = \frac{2,2}{2} = 1,10 \text{ мм}$$

$$\sum t = t_1 + t_2 = 1,0 + 1,10 = 2,10 \text{ мм}$$

2. Довжина робочого ходу поздовжнього супорту:

$$L_{px} = \ell_{piz} + y + \ell_{дон};$$

де ℓ_{piz} - довжина шляху різання, мм;

y – розмір врізання та перебіг інструментів;

$\ell_{\text{доп}}$ - допоміжна довжина хода, визвана особливостями налагодження та

конфігурацією заготовок.

Визначасмо $L_{\text{рх}}$ поздовжнього супорта:

$$L_{\text{різ}} = 40 + 10 + 70 = 120 \text{ мм}$$

$$Y = y_{\text{вріз}} + y_{\text{под}} + y_{\text{п}} = 2 + 2 = 4 \text{ мм};$$

$$L_{\text{доп}} = 2,0 + 2 + 2 = 6,0 \text{ мм}$$

$$L_{\text{рх1}} = 120 + 6,0 = 126 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу супортів на оберт шпинделя.

Так як сума глибин різання для різців дорівнює 2,1 мм

$$\sum t = t_1 + t_2 = 1,0 + 1,10 = 2,1 \text{ мм}$$

Тоді для цього значення рекомендують подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$

4. Приймаємо стійкість різця $T_{\text{хв}} = 90 \text{ хв.}$

5. Визначаємо швидкість головного руху різання, допустиму ріжучими властивостями:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v = \frac{350}{90^{0,2} \times 1,10^{0,15} \times 0,3^{0,2}} \times 1,56 = 286 \text{ м/хв}$$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} = 1,56 \times 1 \times 1 = 1,56$$

$$K_{mv} = K_v \left(\frac{1000}{\sigma_B} \right)^n = 1 \left(\frac{1000}{640} \right)^1 = 1,56$$

$$m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2; \quad C_v = 350$$

6. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_{\text{max}}} = \frac{1000 \times 286}{3,14 \times 126} = 723 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо знайдене значення n згідно паспортним даним верстата та вста-

новлюємо дійсну частоту обертання шпинделя $n_d = 630 \text{ хв}^{-1}$

7. Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання:

$$V_d = \frac{\pi \times D_{\text{max}} \times n_d}{1000} = \frac{3,14 \times 126 \times 630}{1000} = 249 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо швидкість руху подачі супорта

$$V_s = S_0 \times n = 0,3 \times 630 = 189 \text{ мм/хв}$$

9. Визначаємо силу різання за формулою:

$$F = 10 \cdot C_F \times t^x \times S^y \times V^n \times K_F = 10 \times 300 \times 1,10^1 \times 0,3^{0,75} \times 249^{-0,15} \times 1,03 = 3150 \times 0,405 \times 0,437 \times 1,43 = 797 \text{ Н}$$

$$C_F = 300 \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad \pi = -0,15$$

$$K_F = K_{MF} \times K_{gF} \times K_{\lambda F} \times K_{zF} = 1,22 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,43$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = \left(\frac{1000}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{gF} = 1,08; \quad K_{jF} = 1,25; \quad K_{\lambda F} = 1; \quad K_{zF} = 0,87$$

10. Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P_{риз} = F_z \times V_{\partial} = 797 \times \frac{249}{60} = 3,3 \text{ кВт}$$

11. Перевіряємо чи достатня міцність привода верстата за формулою:

$$T_{риз} \leq P_{дв} \times \eta \quad P_{шп} = P_{дв} \times \eta = 18 \times 0,8 = 14,4 \text{ кВт}$$

$$3,3 < 14,4$$

12. Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{V_s} = \frac{126}{189} = 0,67 \text{ хв}$$

13. Розрахунок штучного часу визначаємо за формулою:

$$T_{шп} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{п} \text{ хв.}$$

де $T_{шп}$ – штучний час, хв;

T_o – основний час, хв;

$T_{доп}$ – допоміжний час, хв;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

Задається в % від оперативного

$T_{п}$ – час на особисті потреби, хв. Задається в % від $T_{оп}$

14. Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_{доп} = T_{доп1} + T_{доп2} + T_{доп3} = 1,62 \text{ хв}$$

$T_{доп1}$ – час на установлення та зняття деталі, хв

$T_{доп2}$ – час на перехід, хв

$T_{доп3}$ – час на контроль деталі, хв

$$T_{доп} = 0,37 + 0,75 + 0,5 = 1,62 \text{ хв}$$

З урахуванням коефіцієнта змінності:

$$T_{всп} \times K_t = 1,62 \times 1,15 = 1,86 \text{ хв.}$$

15. Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{доп}} = 0,67 + 1,86 = 2,53 \text{ хв}$$

$$T_{\text{обс}} = \frac{T_{\text{оп}}}{100\%} \times 6\% = 0,152 \text{ хв}$$

$$T_{\text{п}} = \frac{T_{\text{оп}}}{100\%} \times 8\% = 0,202 \text{ хв}$$

16. Визначаємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = 0,67 + 1,86 + 0,152 + 0,202 = 2,89 \text{ хв}$$

16. Розрахунок штучно-калькуляційного часу

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n}$$

де $T_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заключний час на наладку = 27 хв

$$T_{\text{шк}} = 2,89 + \frac{27}{200} = 3,03 \text{ хв}$$

2.10. Визначення режимів різання на зубофрезерну операцію аналітичним методом

Докладна розробка зубофрезерної операції № 050

Операція 050. Зубофрезерна.

На верстаті 5К324 проводиться нарізання черв'ячною фрезою прямозубого циліндричного зубчастого "Вала – шестерні", з числом зуб'їв $V=70$ мм.

Розрахунок: (згідно нормативів [8]).

2. Вибираємо ріжучий інструмент.

Приймаємо черв'ячну модульну фрезу суцільну з швидкоріжучої сталі Р18.

Основні параметри фрези модуля $m=7$ мм зовнішній діаметр $D=118$ мм, число зуб'їв $Z=9$, кут загострювання передньої поверхні зуб'їв фрези 10° .

2. Назначаємо режим різання.

Нарізаємо зуб'я за один робочий прохід. В цьому випадку глибина різання буде дорівнювати висоті зуба нарізаємого колеса $t = h = 2,0 \times 7 = 14$ мм.

3. Визначаємо подачу на один оберт нарізуючих зуб'їв.

Спочатку визначаємо класифікаційну групу, до якої по нормативам відноситься використовуваний зубофрезерний верстат. Верстат 5К324 відноситься до третьої групи верстатів, так як потужність його електродвигуна 10 кВт. Згідно карти 3 встановлюємо подачу.

Для двохзахідної фрези, сталь 40ХН, 170 – 207 НВ, модуль $m=$ до 8 мм.

Для третьої групи верстатів $S_{\text{о табл.}}=2,0 \dots 2,4$ мм/об.

Згідно виноски 1. до карти 3. приймаємо верхній діапазон подач.

$S_{\text{о табл.}}=2,4$ мм/об. (Так, як число зуб'їв вала-шестерні $Z > 2,5$).

Враховуємо поправочний коефіцієнт на подачу: $K_{\text{MS}}=0,9$, так, як у сталі 40ХН твердість 207НВ: $K_{\text{BS}}=0,8$. Тоді $S_{\text{о}} = S_{\text{о табл.}} \times K_{\text{MS}} \times K_{\text{BS}} = 2,4 \times 0,9 \times 0,8 = 1,72$ мм/об.

Коректуємо подачу згідно паспорту верстата: $S_{\text{о}} = 1,7$ мм/об.

4. Визначаємо період стійкості фрези:

Для чорнової фрези модуль $m = 7\text{мм}$ при обробці заготовки зі сталі, рекомендує період стійкості $T = 240\text{хв}$.

5. Розраховуємо швидкість головного руху різання, допустимого ріжучими властивостями фрези. (карта 5)

Для чорнового нарізання двозахідною фрезою при $S_o = 1,7\text{ мм/об}$. і $m = 7\text{мм}$ $V_{\text{табл}} = 53,5\text{ м/хв}$.

Розраховуємо допустиме число осьових переміщень фрези за час її роботи між двома повторними загострюваннями. (карта 11).

Для заданих умов обробки $Z = 14$, та $m = 7\text{мм}$, число осьових переміщень $W = 0$.

Враховуємо поправочні коефіцієнти на швидкість головного руху різання, (карта 5): $K_{MV} = 0,8$, так, як оброблюваної сталі 40ХН твердість 207НВ.

$K_{\beta V} = 0,95$, $\beta = 30^\circ$; K_W і K_V в даному випадку на швидкість не впливають.

Тоді $V_u = V_{\text{табл}} \times K_{MV} \times K_{\beta V} = 53,5 \times 0,8 \times 0,95 = 40,66\text{мм/хв}$.

Частота обертів фрези, співпадаюча знайдений швидкості головного руху різання.

$$n = \frac{1000 \times V_u}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 40,66}{3,14 \times 118} = 110\text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів згідно даних верстату і встановлюємо дійсну частоту обертів: $n = 100\text{хв}^{-1}$

Дійсна швидкість головного руху різання.

$$V_o = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 118 \times 100}{1000} = 37,05\text{ мм/хв}$$

6. Знаходимо потужність витрачену на різання (карта 5)

Для попереднього нарізання двозахідною фрезою при $S_o = 1,7\text{ мм/об}$ та $m = 7$, $P_{\text{табл}} = 1,6\text{ кВт}$.

Враховуємо поправочний коефіцієнт на потужність: $K_{\beta P} = 0,95$ останні поправочні коефіцієнти на потужність при даних умовах обробки не впливають.

$P_{\text{різ}} = P_{\text{табл}} \times K_{\beta P} = 1,6 \times 0,93 = 1,52\text{ кВт}$.

Перевіряємо чи достатня потужність привода верстата. У верстата 5К328.

$P_{\text{шп}} = P_g \times \eta = 10 \times 0,65 = 6,5\text{ кВт}$

$1,52 < 6,5$, тобто обробка можлива

7. Основний час

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_o \times K}$$

де довжина робочого ходу фрези $L = b + \ell_1$, мм.

Врізання ℓ_1' і ℓ_1'' перебіг фрези визначаємо по прил.4 (с.168).

Для обробки за один робочий хід при глибині різання $t = 2,2\text{мм}$,

$Z = 9$, $D = 100\text{мм}$, $\ell_1 = \ell_1' + \ell_1'' = 50\text{мм}$.

Згідно пункту 2, при попередньому зубофрезеруванні табличну величину

ℓ_1 можна зменшити на 1,3мм.

Тоді $\ell_1 = 50 - (1,3 \times 1) = 50 - 1,3 = 48,7$ мм.

Тоді довжина робочого ходу фрези. $L = b \times 1 + \ell_1 = (70 \times 1) + 48,7 = 118,7$ мм.

Число заходів фрези $k=2$

Основний час витрачаючий на одну заготовку.

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_o \times K} = \frac{1187 \times 26}{100 \times 1,7 \times 2} = 9,08 \text{ хв.}$$

3. Згідно нормативів часу на закріплення та зняття деталі на круглому столі зубофрезерного верстата на кінцевій оправці з гайкою при масі до 3кг. (карта 16. поз.1з) дорівнює 0,5 хв., на кожен наступуючу деталь додають (поз.6з) 0,19 хв.

Час зв'язаний з переходом = 0,47 хв.

Допоміжний час на 2 деталі: $T_{доп} = 0,60 + 1 \times 0,19 + 0,49 = 1,28$ хв.

Час на обслуговування робочого місця (карта 45. поз.65) $a_{обл} = 4,5\%$.

Час на відпочинок і особисті потреби (карта 46) $a_{обл} = 4\%$ Штучний час на 2 деталі: $T_{шт} = (9,08 + 1,28) \times [1 + (4,5 + 40)/100] = 11,24$ хв.

Підготовчо-заклучний час складається з 4 груп.

1. На налагодження верстата, і інструмента й пристосування, (обробка на оправці) = 20 хв.

2. На отримання задачі інструмента й пристосування = 4хв. (поз.3)

Допоміжний час на налагодження верстату $T_{доп} = 3,5$ хв.

3. На пробну обробку деталі = 2,5хв. Всього $T_{п.з.} = 20 + 4 + 3,5 + 2,5 = 30$ хв

Штучно-калькуляційний час.

$$T_{ш.к.} = T_{шт.} + T_{п.з.}/n = 11,24 + 30/200 = 11,38 \text{ хв.}$$

2.11. Техніко-економічне порівняння варіантів однієї операції

Варіант I.

Операція 080. Круглошліфувальна операція виконується на верстаті 3М151.

Коротка технічна характеристика верстата.

Найбільші розміри оброблювальної заготовки

Над станиною 500

Над супоргом 320

Довжина 1000

Найбільше переміщення супорта

Повздожне або вертикальне 1250

Поперечне або горизонтальне 138

Частота обертання шпинделя, хв^{-1} 112 – 1285

Робоча подача супорта, мм/хв:

0,1-4,5 мм/хв

Копіювального

0,1-4,5 мм/хв

Поперечного

7,5 кВт

Потужність електродвигуна головного привода, кВт

Габаритні розміри:

Довжина 3798

Ширина 1390

Висота 2320

Маса, кг 9600

Вибираємо шліфувальний круг – 34 А 40СТ2 6К535 м/с

34А – електрокорунд хромистий

40 – зернистість

СТ2 – твердість (середня)

6 – структура круга

К5 – зв'язка керамічна

35 м/с – допустима швидкість

У верстаті ЗМ151 діаметр нового круга $D_k = 600$ мм; висота круга $B_k = 63$ мм

Призначаємо режими різання:

1. Визначаємо частоту обертання шліфувального круга при прийнятій швидкості $V = 35$ м/с

$$n_k = \frac{1000 \times 60V}{\pi \times D_k} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 600} = 1114 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо за паспортними даними верстата ЗМ151 - $n_k = 1112 \text{ хв}^{-1}$

Визначаємо поперечну подачу

$S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід

Визначаємо поздовжню подачу

$S_d = 0,2 \div 0,4$; $S_d = 0,3$

$S_{\text{позд}} = S_d \cdot B_k = 0,3 \cdot 63 = 18,9$ мм/об.

1. Визначаємо дійсну швидкість головного руху

$$V_d = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000} = \frac{3,14 \times 600 \times 1112}{1000} = 35 \text{ м/с}$$

2. Швидкість руху кругової подачі

$$V_{\text{сокр}} (V_d) = 15 \dots 55 \text{ (м/с)} \quad \text{Приймаємо } V_{\text{сокр}} = 35 \text{ м/с}$$

3. Визначаємо потужність різання

$$P_{\text{різ}} = C_p \times V_g^z \times t^x \times S^y \times d_3^g = 2,65 \times 35^{0,5} \times 0,005^{0,5} \times 0,25^{0,5} \times 18,9^{0,55} \dots \text{ кВт}$$

$C_p = 2,65$ $r = 0,5$ $x = 0,5$; $y = 0,55$ $g = 0$

6. Перевіряємо чи достатня потужність різання

$$P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}} \quad P_{\text{шп}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт} \quad 5,5 \leq 6$$

7. Визначаємо частоту обертання заготовки

$$n_3 = \frac{1000 \times V_s}{n \times d_3} = \frac{1000 \times 35}{3,14 \times 50} = 223 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n_3 = 250 \text{ хв}^{-1}$

8. Визначаємо основний технологічний час

$$T_o = \frac{L \times h}{n_3 \times S_x \times S_o} \times k$$

де L – довжина ходу стола

$$L = L_1 + l_2 + l_3 = 40 + 40 + 70 = 150 \text{ мм}$$

h – припуск на діаметр, мм;

n_3 – частота обертання шпинделя

S_o – осьова подача

S_x – поперечна подача

K – коефіцієнт точності, при шліфуванні $K = 1,4$

$$T_o = \frac{150 \times 0,20}{250 \times 18,9 \times 0,005} \times 1,4 = 1,78 \text{ хв}$$

Варіант 2.

Операція № 080. Круглошліфувальна операція виконується на верстаті ЗМ161Е.

Коротка технічна характеристика верстата:

Найбільші розміри встановлювальної заготовки:

Діаметр 280

Довжина 700

Рекомендований (чи найбільший) діаметр шліфування:

Зовнішнього 90

Внутрішнього -

Найбільша довжина шліфування:

Зовнішнього 130

Внутрішнього -3

Найбільші розміри шліфувального кола:

Зовнішній діаметр 750

Висота 130

Частота обертання шпинделя шліфувального кола, об/хв.,

При шліфуванні:

Зовнішньому 1270

Внутрішньому -

Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв. 0,1 ÷ 3 мм/хв

Міцність електродвигуна привода головного руху, кВт 18,5

Габаритні розміри:

Довжина	3480
Ширина	4345
Висота	2170
Маса, кг	8880

Вибираємо шліфувальний круг 34А 40 СТ2 6 К535 м/с

1. Визначаємо частоту обертання шліфувального кола при прийнятій швидкості $V_k = 35$ м/с

$$n_k = \frac{1000 \times 60 V_k}{D_k \times \pi} = \frac{1000 \times 60 \times 35}{3,14 \times 750} = 892 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n_k = 800$ (хв⁻¹)

2. Визначаємо потужність при врізному шліфуванні

$$P = C_p \times V_g^z \times t^x \times S_M^y \times d_3^g \times b^z = 0,14 \times 30^{1,0} \times 0,2^{0,8} \times 0,003^{0,2} \times 50^{0,2} \times 70^1 = 5,55 \text{ кВт}$$

$$C_p = 0,14 \quad r = 0,8 \quad x = 0,8; \quad y = 0,2 \quad g = 0,2; \quad z = 1$$

$$V_3 = 20 - 40 \text{ м/с} \quad \text{Приймаємо } V_3 = 30 \text{ м/с}$$

3. Перевіряємо чи достатня потужність різання

$$P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп}} \quad P_{\text{шп}} = P_{\text{дв}} \times \eta = 18,5 \times 0,8 = 14,8 \text{ кВт} \quad 5,55 < 14,8$$

4. Визначаємо основний час

$$T_0 = \left(\frac{h \times A}{2 \times S_{tM}} + \tau_3 \right) \times K; \text{ хв}$$

де A – кількість врізань

h – припуск на діаметр, мм;

S_{tM} – подача на глибину шліфування

$$S_{tM} = S \times n = 0,003 \times 800 = 2,4 \text{ мм}$$

τ_3 – час на зачистку

K – коефіцієнт що враховує час на виникнення подальшого натягу в системі

$$T_0 = \left(\frac{2 \times 0,4}{2 \times 2,4} + 0,14 \right) = 0,31 \text{ хв.}$$

5. Допоміжний час:

а) на установку деталі $T_{\text{доп1}} = 0,37$ хв;

б) з переходом $T_{\text{доп2}} = 0,79$ хв;

в) на контрольні вимірювання $T_{\text{доп3}} = 0,59$

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}} = 0,37 + 0,79 + 0,59 = 1,75 \text{ хв.}$$

6. Час технічного обслуговування робочого місця

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_{\text{пр}} \times T_{\text{о}} \times 1,1}{T}, \text{ хв}$$

де $T_{\text{пр}}$ - час правки, хв (по карті 19)

$T_{\text{о}}$ – основний час, хв;

T – стійкість інструменту (карта 4)

$$T_{\text{тех}} = \frac{1,6 \times 0,31 \times 1,1}{10} = 0,055 \text{ хв.}$$

7. Час на організацію робочого місця

$$T_{\text{орг}} = T_{\text{оп}} \times \frac{A_{\text{орг}}}{100}; \text{ хв;}$$

де $T_{\text{о}}$ – оперативний час, хв;

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,31 + 1,75 = 2,06 \text{ хв;}$$

$A_{\text{орг}} = 4,5$ – процентне відношення часу від $T_{\text{оп}}$;

$$T_{\text{орг}} = 2,06 \times \frac{4,5\%}{100\%} = 0,093 \text{ хв.}$$

8. Час на відпочинок та особисті потреби

$$T_{\text{від}} = T_{\text{оп}} \times \frac{A_{\text{відп}}}{100} \text{ хв;}$$

де $T_{\text{о}}$ – оперативний час, хв;

$A_{\text{відп}} = 4,5$ – процентне відношення часу від $T_{\text{оп}}$;

$$T_{\text{відп}} = 2,06 \times \frac{4,5\%}{100\%} = 0,093 \text{ хв}$$

9. Підготовчо-заклучний час

$$T_{\text{пз}} = 18 \text{ хв (карта 20)}$$

10. Норма часу на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{відп}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{торг}} = 0,31 + 1,75 + 0,093 + 0,093 + 0,055 = 2,30 \text{ хв}$$

11. Оскільки виробництво серійне, то визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{заг}}} = 2,30 + \frac{18}{200} = 2,39 \text{ хв}$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, =18 хв;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв.

$n_{\text{заг}}$ – величина партії запуску

Шліфування виконуємо на верстаті 3М161Е. Дані про розрахунки зводимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9. Порівнювальна характеристика

Показник	Технологічний процес	
	1-й варіант верстат 3М151	2-й варіант верстат 3М161Е
Основний час , хв	1,78	0,31
Штучний час, хв	4,161	2,30
Розряд роботи	4	4
Змінність	2	2
Коефіцієнт машинного часу	1,1	1,1
Річна програма	10 000	10000
Варіант заготовки	46,63	38
Зарплата станочника згідно ТЧС	$2,59 \times 4,161 / 60 = 0,18$	$2,59 \times 2,30 / 60 = 0,1$
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	$0,9 \times 1,1 = 0,99$	$0,9 \times 1,1 = 0,99$
Собівартість обробки	47,8	39,09

Собівартість 2-го варіанту менше 1-го варіанту ($47,8 > 39,09$).

Допустимі умови, що використовуються у розрахунках:

Допустимий час на операціях однаково приймаємо умовно по 1,75 хв;

Однаковими в % відношенні будуть і витрати часу на :

- технічне та організаційне обслуговування – 4,5 %;
- відпочинок та особисті потреби – 4,5%

Всього 9% від $T_{оп}$.

Тоді $T_{шт}$ – штучний час буде дорівнювати:

1-й варіант: $T_{шт} = 1,78 + 1,75 + 0,313 + 0,159 + 0,159 = 4,161$ хв;

2-й варіант: $T_{шт} = 0,31 + 1,75 + 0,055 + 0,093 + 0,093 = 2,30$ хв

Собівартість заготовки вибираємо по прејскуранту, що дорівнює I – 47,80 , II – 39,09.

Тарифна часова ставка по 4-му розряду дорівнює 0,89 грн за 1 годину.

Наближений розрахунок показує, що варіант прийнятий в проекті економії

вихідний в $\frac{47,8}{39,09} = 1,22$ раза.

Таблиця 2.9. Таблиця режимів різання і норм часу.

№ оп.	Найменування операції	Мод. обл.	t_s , мм	S_0 мм/об	V м/хв	n хв ⁻¹	T_0 хв	$T_{доп}$ хв	$T_{шт}$ хв	$T_{пз}$ хв	$T_{шк}$ хв	Розряд роботи
010	Фрезерно-центрувальна	MP-76M	3/2	0,2	100	500	0,58	1,86	2,8	18	2,89	3
015	Токарно-автоматна	1Н713	2,2	0,3	189	630	0,8	1,86	2,97	27	3,10	3
020	Токарно-автоматна	1Н713	2,2	0,3	189	630	0,67	1,86	2,89	27	3,03	3
035	Токарно-автоматна	1Н713	0,5	0,3	189	630	0,8	1,86	2,97	27	3,10	3
040	Токарно-автоматна	1Н713	1,10 1,0	0,3	189	630	0,67	1,86	2,89	27	3,03	3
045	Токарно-гвинторізна	16К20	2	1,5	30	40	0,35	1,75	2,3	18	2,39	4
050	Зубофрезерна	5К324	14	1,7	50,24	100	9,08	1,28	11,24	30	11,38	4
060	Шліцефрезерна	5320	7	2	25	100	5,1	1,3	7	27	7,2	4
070	Шпоночно-фрезерна	692M	10	0,1	18	400	2,0	1,65	4,8	20	4,9	3
080	Круглошліфувальна	ЗМ161Е	0,2	0,005	35	800/ 250	0,31	1,75	2,30	18	2,39	4
085	Обкатка	Обкатний стенд ОС-10				100					2,91	4

$$\Sigma T_{шк} = 46,32 \text{ хв}$$

3.1 Опис конструкції пристосування

Деталь “Вал-шестірня” встановлюється на призми з прихватами до упору в торець.

При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери шток з діафрагмою під тиском повітря опускається вниз і за допомогою притискних планок, деталь притискається до призми. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки на пневмосистемі пневмокамери, шток підіймається вгору і звільнює деталь.

3.2 Визначаємо похибку базування

Деталь $\varnothing 60\text{к6}$ ($^{+0,021}_{+0,002}$) на дві поверхні встановлюємо на призми з кутом

$\alpha = 90^\circ$. Розмір глибини шпоночної канавки заданий від верхньої утворюючої 5,0. Похибку базування можна визначити за формулою:

$$E = 1,21 \times T_d \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, до якої деталь встановлюється на призму.

$$T_d = 0,021 - 0,002 = 0,019 \text{ мм}$$

$$\text{Тоді похибка базування буде } E = 1,21 \times 0,019 \text{ мм} = 0,023 \text{ мм}$$

3.3 Розрахунок зусилля затиску деталі

1. Визначаємо швидкість різання. Проведемо обробку на шпоночно-фрезерному верстаті 692М.

Діаметр фрези приймаємо рівний ширині пазу

$$D = d = 10\text{мм} \quad \text{Висота пазу } h = 5\text{мм}$$

$$V = \frac{C_V \times D^g}{T^m \times t^X \times S_Z^Y \times B^u \times Z^p} \times K_V = \frac{12 \times 10^{0,3}}{80^{0,26} \times 10^{0,3} \times 0,1^{0,25} \times 3^0} \times 0,772 = 5,3 \text{ м/хв}$$

$$C_V = 12; g = 0,3; m = 0,26; x = 0,3; u = 0; p = 0; y = 0,25$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{nV} \times K_{uV} = 0,772 \times 1 \times 1 = 0,772$$

$$K_{MV} = K_Z \times \left(\frac{750}{\sigma_{T.O}}\right)^n = 1 \times \left(\frac{750}{1000}\right)^{0,9} = 0,772$$

2. Визначаємо потрібну силу різання

$$F_z = \frac{10 \times C_F \times t^X \times S^Y \times B^n \times Z}{D^g \times n^W} \times K_{MF} = \frac{10 \times 68,2 \times 10^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 5^1 \times 3}{10^{0,86} \times 125^0} \times 1,266 = 246711$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{T.O.}}{750}\right)^n = \left(\frac{1000}{750}\right)^{0,9} = 1,266$$

$$C_F = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; n = 1; g = 0,86; w = 0$$

3. Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 5,3}{3,14 \times 18} = 94 \text{ хв}^{-1} \quad \text{Приймаємо } n = 100 \text{ хв}^{-1}$$

4. Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P = \frac{F_z \times V}{60} = \frac{2467 \times 5,3}{60} = 218 \text{ Вт} = 0,22 \text{ кВт}$$

5. Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{2467 \times 10}{2 \times 100} = 123 \text{ Нм.}$$

6. Здвигаюча сила при затисканні та різанні деталі визначаємо за формулою: H ;

$$F_{зд} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 2467 = 2960 \text{ Н}$$

7. Зусилля затискання деталі визначаємо за формулою:

$$F_{зат} = \frac{2 \times K \times M}{\left[D_3 \times \left(\frac{f_2 + f_1}{\sin 0,5\alpha} \right) \right]} = \frac{2 \times 2,5 \times 123}{\left[0,6 \times \left(\frac{0,25 + 0,25}{0,7071} \right) \right]} = 1404 \text{ Н}$$

8. Визначаємо розміри привода затиску

8.1. Діаметр діафрагми всередині камери

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{зат}}{\rho_n \times 0,58 \times \eta}} \text{ мм}$$

де ρ_n – тиск зжатого повітря, $\rho_n = 0,4 \dots 0,6$ МПа

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,95$

$$D_d = \sqrt{\frac{1404}{0,58 \times 0,4 \times 0,95}} = 80 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_d = 100$ мм

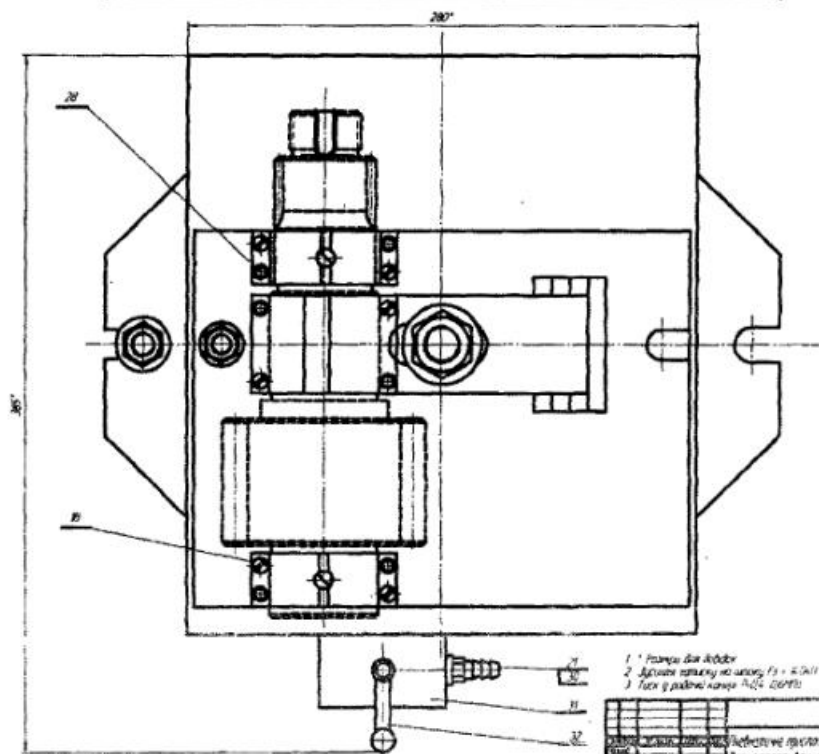
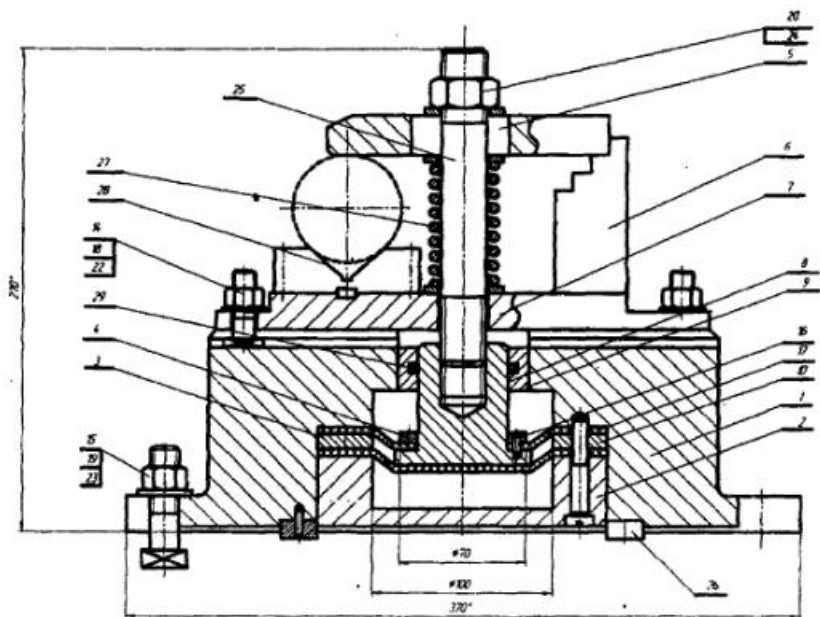
8.2. Визначаємо діаметр упорної шайби штока

$$d = 0,7 \times D_d = 0,7 \times 100 = 70 \text{ мм}$$

8.3. Визначаємо діаметр штока

$$d_{шт} = 0,3 \times d = 0,3 \times 70 = 21 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{шт} = 20$ мм



1. Штанга для фрезерування
2. Державина прилиску на шпindelі
3. Фланець у радіусі кривизни

№	Назва	Матеріал	Кількість	Примітки
1	Штанга для фрезерування	Сталь	1	
2	Державина прилиску на шпindelі	Сталь	1	
3	Фланець у радіусі кривизни	Сталь	1	

Рисунок 3.1. Пристосування для фрезерування пазів.

3.4. Проектування і розрахунок різьжучого інструмента

Проводимо розрахунки черв'ячної чистової фрези, виходячи із слідуючих вихідних даних деталей "Вал-шестірня"; $m = 7\text{мм}$, $\alpha_d = 20^\circ$

Рішення:

1. Модуль нормальний $m_n = m = 7\text{мм}$
2. Шаг фрези по нормалі $t_n = \pi \times m_n = 3,1416 \times 7 = 21,9912\text{ мм}$.
3. Розрахункова товщина зуба по нормалі $S_n = \frac{t_n}{2} = \frac{21,9912}{2} = 10,996\text{ мм}$
4. Висота головки зуба фрези $h'_i = 1,25 \times m = 1,25 \times 7 = 8,75\text{мм}$
5. Висоти ніжки зуба фрези $h''_i = h'_i = 8,75\text{мм}$
6. Повна висота зуба $h_i = h'_i + h''_i = 8,75 + 8,75 = 17,5\text{мм}$
7. Визначаємо радіус закруглення на головці та ніжки зуба:
 $r_1 = r_2 \approx (0,25 \dots 0,3) \times m = 0,25 \times 7 = 1,75\text{ мм}$

Приймаємо: $r_1 = r_2 = 2\text{мм}$

8. Основні конструктивні розміри фрези приймаємо по ГОСТ 9324-80: зовнішній діаметр фрези $D_{ei} = 118\text{мм}$; діаметр посадочного отвору $d = 40\text{мм}$; діаметр буртика $d_1 = 60\text{мм}$; довжина фрези $L = 125\text{мм}$; ширина буртиків $l = 5\text{мм}$ (тобто робоча довжина фрези – 115мм); число зуб'їв (число стружечних канавок) $Z_0 = 9$.

9. Приймаємо величину затилування $K_3 = 6,5$ для фрези із зовнішнім діаметром 118мм .

10. Визначаємо діаметр початкової окружності

$$\cos \varphi = D_{ei} - 2h' - 0,2 \times K_3 = 118 - (2 \times 8,75) - (0,2 \times 6,5) = 101,8\text{мм}.$$

11. Визначаємо кут підйому витків фрези на початковій окружності

$$\sin \omega = m_n \times \frac{\alpha}{d} = 7 \times \frac{1}{101,8} = 0,0687; \quad \omega = 3^\circ 58'$$

12. Визначаємо шаг по осі між двома витками

$$t_a = \frac{t_i}{\cos \omega} = \frac{21,9912}{\cos 3^\circ 58'} = \frac{21,9912}{0,9976} = 22\text{мм}$$

13. Визначаємо хід витків по осі фрези

$$t_x = t_a \times \alpha_3 = 22 \times 1 = 22\text{мм}$$

14. Приймаємо черв'ячну фрезу правозахідну з гвинтовими канавками

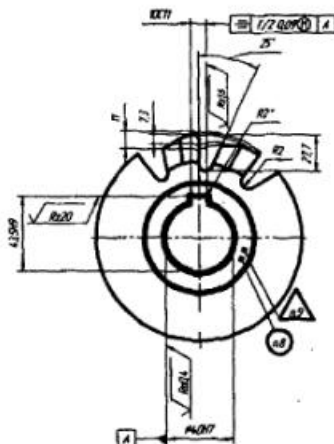
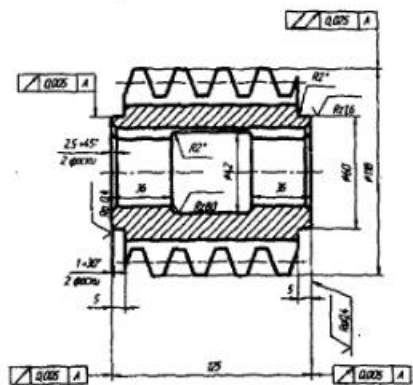
15. Визначимо осьовий шаг гвинтової стружечної канавки:

$$T_{oc.ш} = t_{oc} \times \text{ctg}^2 \omega = 22 \times \text{ctg}^2 3^\circ 58' = 8195\text{мм}$$

16. Установлюємо кут установки фрези на верстаті

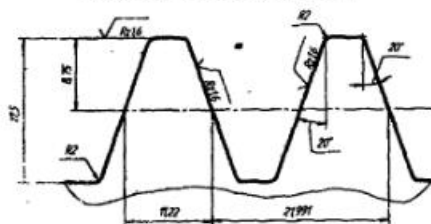
$$\psi = \beta_d \pm \omega = 3^\circ 58'$$

√ R_a 25 (√)

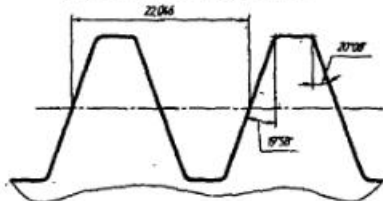


Радиус кривизны	мм	7
Число зубцов	а	1
Направление черточки	-	пробо
Класс шлифовки черточки	м	3 ⁵⁸
Шаг по по диаметру мм	ди	22
Число ступенчатых канавок	ш	9
Направление черточки	-	нбе
Шаг ступенчатых канавок	нс	0.05

Профиль зубцов в нормальном перерезе (2.5 В)



Профиль зубцов в осевом перерезе (2.5 В)



1 HRC 63-66

2 Допуск выделения осевого края фрезы ± 0.01 мм

3 Допуск накопленного выделения края на добавках лобок протек краев ± 0.01 мм

4 Допуск выделения профиля передовой поверхности

$f_1 \pm 0.025$ мм

5 Допуск выделения накопленной погрешности окружного края ступенчатых канавок $f_2 \pm 0.025$ мм

6 Допуск выделения направления ступенчатых канавок $f_3 \pm 0.025$ мм на добавках рабочих частей фрезы

7 * Размеры обеспечиваются инструментом

8 Маршруты Т, Ч, М, 7, 20', 3⁵⁸

9 Клейники: Л, К

10 Или другие размеры по ГОСТ 9324-80 для фрез класса А-А

№ документа	Исполн.	Провер.	Дата

Фреза червячная
модульная

(Изм. РМ5 ГОСТ 19265-83)

3.5. Проектування і розрахунок вимірювального інструмента

Проведемо розрахунок розмірів калібра-скоби на $\varnothing 60\text{к6}$ з полем допуску $\text{к6} \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$. Побудувати схему розміщення полів допусків калібрів для вала.

Згідно нормативних даних таблиці допусків та відхилень калібрів установлюють значення для визначення виконавчих розмірів калібрів і контр-калібрів:

$$Z_1 = \Delta_{\text{н1}} = 4\text{мкм}; y_{\text{в1}} = 3\text{мкм}; H_{\text{к1}} = 5\text{мкм}; H_{\text{р}} = 2\text{мкм}$$

Рішення:

10. Визначаємо найбільший граничний розмір вала

$$D_{\text{max}} = D_{\text{н}} + \ell_{\text{с}} = 60 + 0,021 = 60,021\text{мм.}$$

11. Визначаємо найменший граничний розмір вала

$$D_{\text{min}} = D_{\text{н}} + \Delta_{\text{д}} = 60 + 0,002 = 60,002\text{мм.}$$

12. Визначаємо найменший прохідного калібра-скоби

$$P_{\text{р, min}} = D_{\text{max}} - \Delta_{\text{в1}} - \frac{H_{\text{к1}}}{2} = 60,021 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 60,0145\text{ мм}$$

13. Визначаємо найбільший розмір непрохідного калібра-скоби

$$H_{\text{нб}} = D_{\text{min}} - \frac{H_{\text{к1}}}{2} = 60,002 - \frac{0,005}{2} = 59,9995\text{мм}$$

14. Визначаємо граничний розмір зношеного калібра-скоби

$$P_{\text{р}} = D_{\text{max}} + y_{\text{в1}} = 60,021 + 0,003 = 60,024\text{мм}$$

15. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-ПР_с

$$K\text{-}P_{\text{рс}} = D_{\text{max}} - \Delta_{\text{в1}} + \frac{H_{\text{р}}}{2} = 60,021 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 60,018\text{ мм}$$

16. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K\text{-}H_{\text{с}} = D_{\text{min}} + \frac{H_{\text{р}}}{2} = 60,002 + \frac{0,002}{2} = 60,003\text{мм}$$

17. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K\text{-}I_{\text{с}} = D_{\text{max}} + y_{\text{в1}} + \frac{H_{\text{р}}}{2} = 60,021 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 60,025\text{мм}$$

18. Побудуємо схему розміщення полів допусків калібрів для вала

$$\varnothing 60\text{к6} \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right).$$

Граничні відхилення на виконавчий ПР і НЕ розмірів $+0,005$; для К-ПР, К-НЕ і К-І $-0,002$ мм.

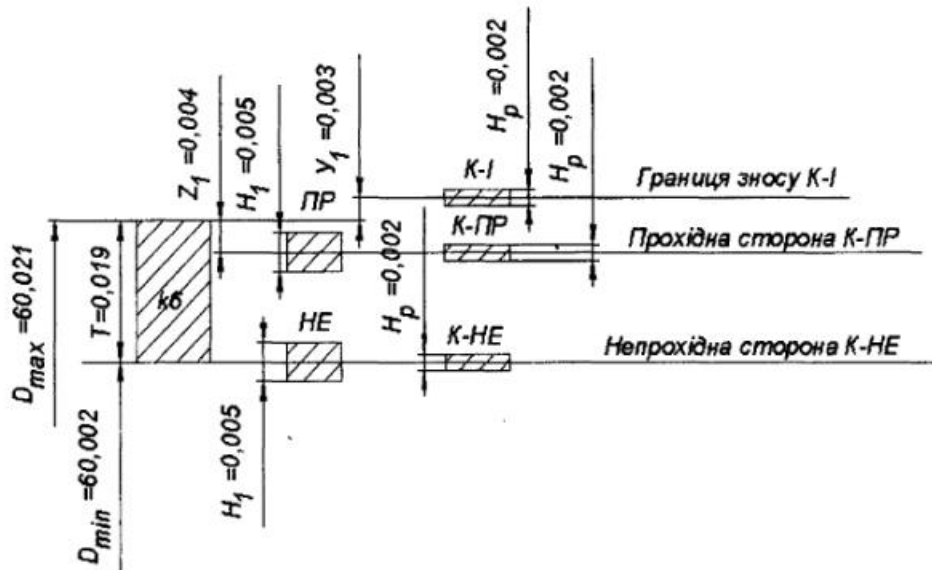


Рисунок 4 Схема розміщення полів допусків калібру.

Проведемо розрахунок розмірів калібру-скоби на $\varnothing 55f7$ з полем допуску $f7$ ($\begin{smallmatrix} -0,03 \\ -0,06 \end{smallmatrix}$). Побудувати схему розміщення полів допусків калібрів для вала.

Згідно нормативних даних таблиці допусків та відхилень калібрів установлюють значення для визначення виконавчих розмірів калібрів і контр-калібрів:

$$Z_1 = \Delta_{B1} = 4 \text{ мкм}; y_{B1} = 3 \text{ мкм}; H_{K1} = 5 \text{ мкм}; H_p = 2 \text{ мкм}$$

Рішення:

1. Визначаємо найбільший граничний розмір вала

$$D_{\max} = D_H + \ell_s = 55 - 0,03 = 54,97 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо найменший граничний розмір вала

$$D_{\min} = D_H + \Delta_d = 55 - 0,06 = 54,94 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо найменший прохідного калібру-скоби

$$P_{p,\min} = D_{\max} - \Delta_{B1} - \frac{H_{K1}}{2} = 54,97 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 54,9635 \text{ мм}$$

Визначаємо найбільший розмір непрохідного калібру-скоби

$$HE_{HБ} = D_{\min} - \frac{H_{K1}}{2} = 54,94 - \frac{0,005}{2} = 54,9375 \text{ мм}$$

4. Визначаємо граничний розмір зношеного калібру-скоби

$$ПР = D_{\max} + y_{B1} = 54,97 + 0,003 = 54,973 \text{ мм}$$

5. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-ПР_c

$$K-ПР_c = D_{\max} - \Delta_{B1} + \frac{H_p}{2} = 54,97 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 54,967 \text{ мм}$$

6. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K-HE_c = D_{\min} + \frac{H_p}{2} = 54,94 + \frac{0,002}{2} = 54,941 \text{ мм}$$

7. Визначаємо найбільший розмір контр-калібра

$$K-I_c = D_{\max} + y_{B1} + \frac{H_p}{2} = 54,97 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 54,974 \text{ мм}$$

8. Побудуємо схему розміщення полів допусків калібрів для вала $\varnothing 55f7 \begin{pmatrix} -0,03 \\ -0,06 \end{pmatrix}$.

Граничні відхилення на виконавчий ПР і HE розмірів $+0,005$; для К-ПР, К-HE і К-I $-0,002$ мм.

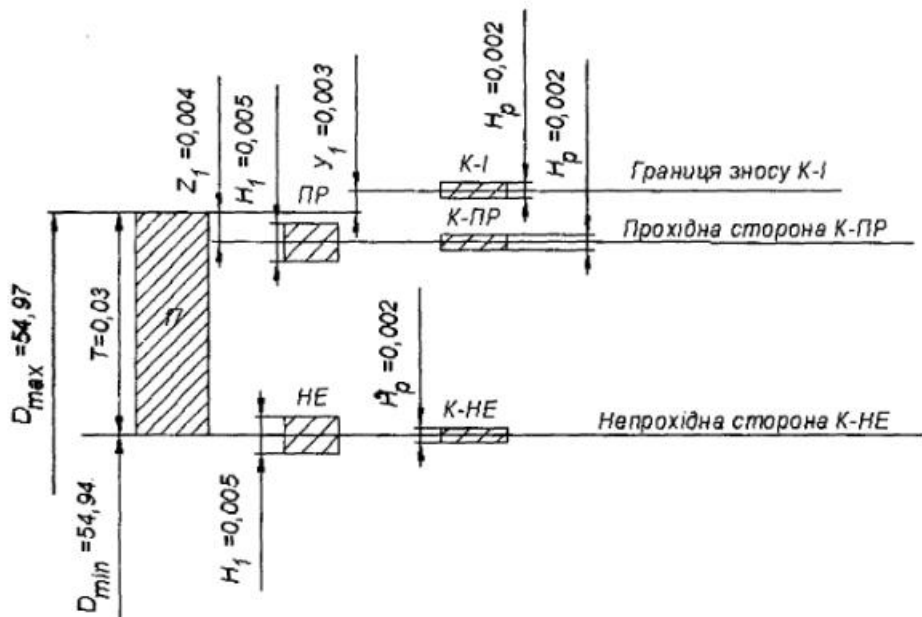


Рисунок 5 Схема розміщення полів допусків калібрів.

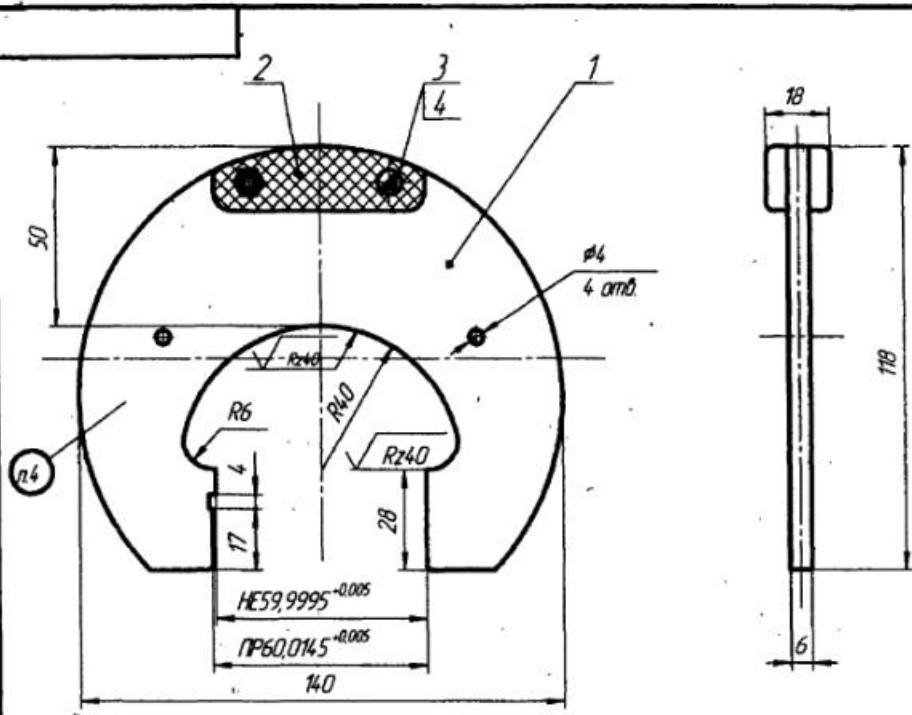
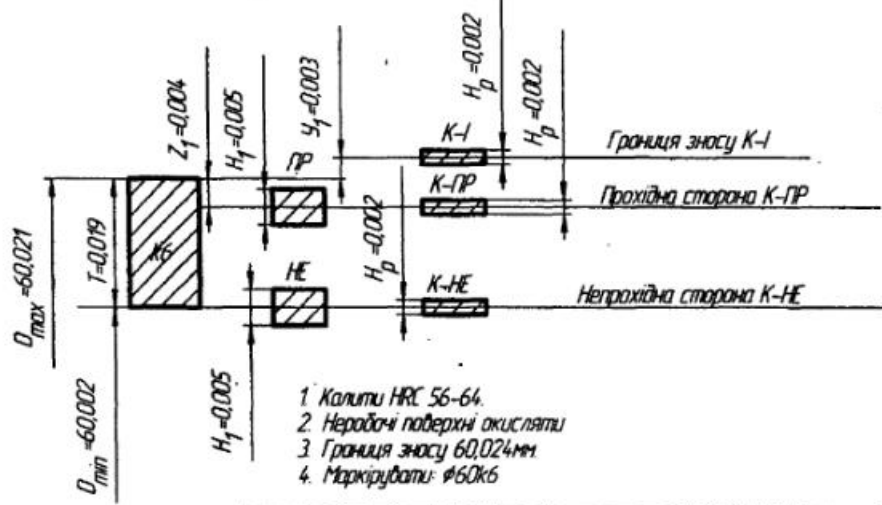


Схема розміщення полів допусків калібру (2000:1)



- 1 Калити HRC 56-64.
- 2 Неробочі поверхні окисляти
- 3 Границя зносу 60,024мм.
- 4 Маркірувати: $\Phi 60k6$

	Скода $\Phi 60k6$
	Сталь 48A ГОСТ 1435-90

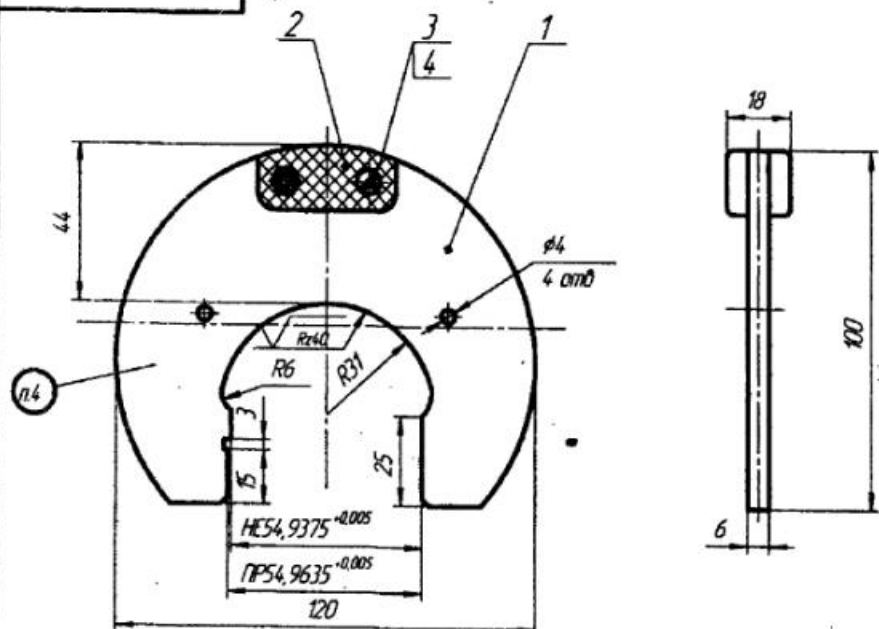
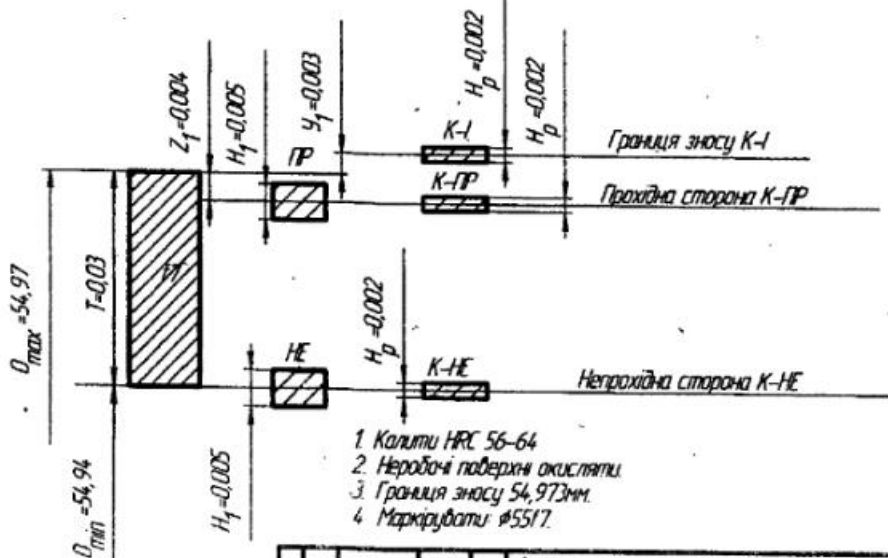


Схема розміщення првід допусків калібру (2000-1)



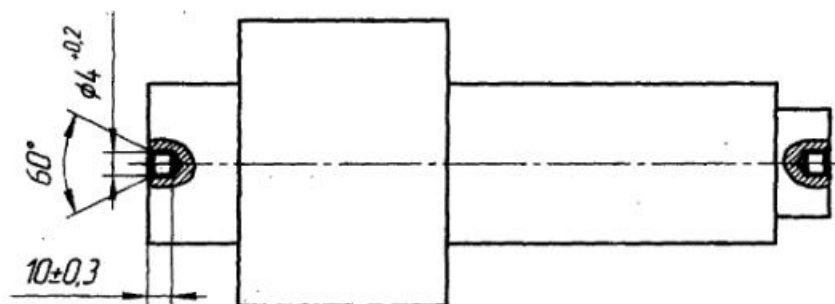
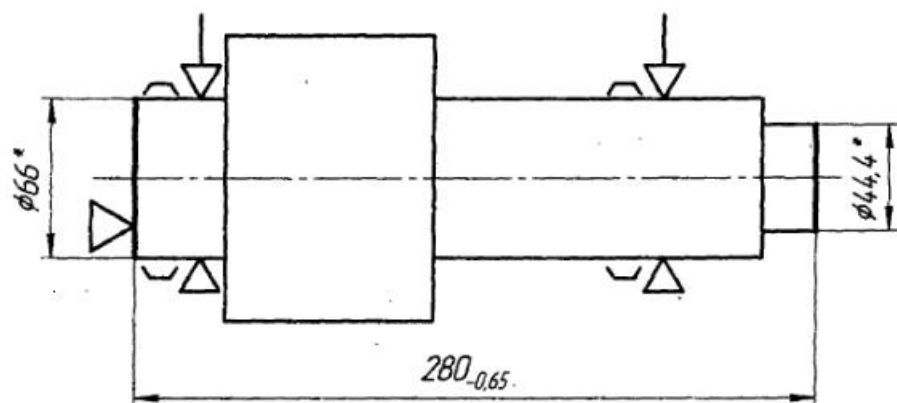
- 1 Калити НРС 56-64
- 2 Неробочі поверхні окисляти
- 3 Границя зносу 54,973мм.
- 4 Маркірувати Ø5517.

Зроблено	П. Данил	Л. Ковал	В. Ковал	Лист	№	Всього
Перевірено				Лист		Листів
Контроль						
Норматив						
Знак						
Скода Ø55f7				Лист	№	Всього
				Лист	№	Листів
Сталь У8А ГОСТ 14.35-90						

ПРИКЛАДИ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

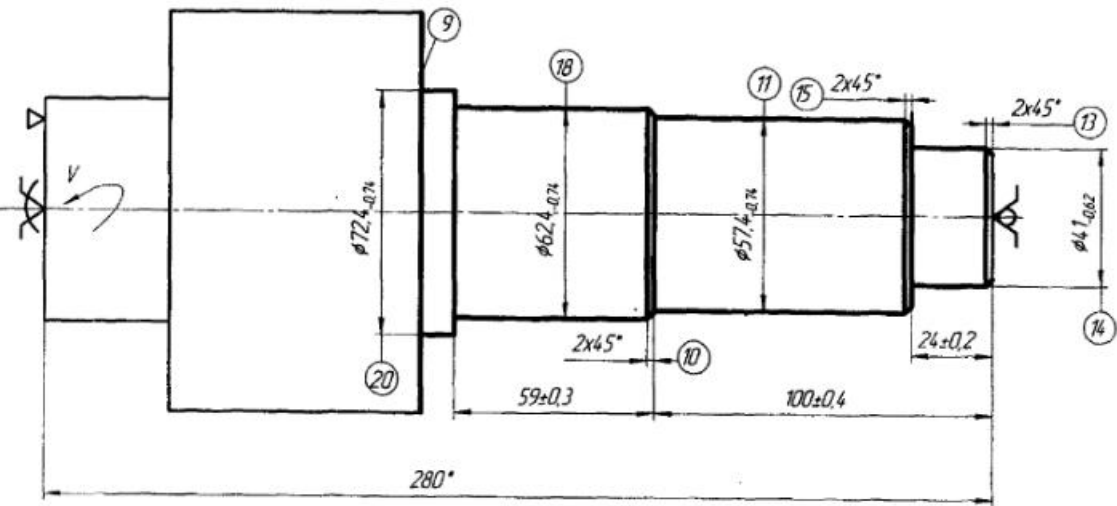
Операція № 010 Фрезерно-центрувальна
 Обладнання: Фрезерно-центрувальний верстат
 моделі МР-76М
 Пристосування: Призми, прихвати

√ Rz 40



1 * Розмір для довідок

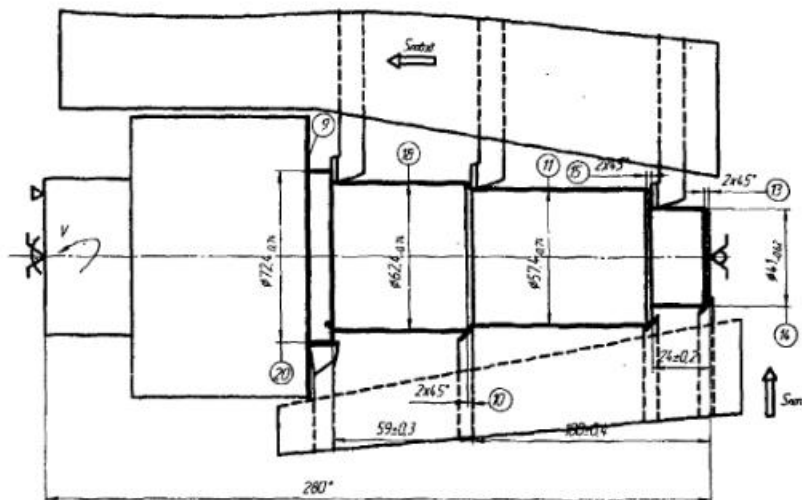
Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	T ₀ , хв	T _{обр} , хв	T _{шт} , хв	T _{штк} , хв
Фреза тарцедна φ100	3	0,2	100	500	0,58	1,86	2,8	2,89
Центровочне сверло φ4	2	0,1	100	500				



$\sqrt{6,3}$

Ескіз для операції 015 токарно-автоматно

Операція № 015 Токарно-обточна
 Обладнання Токарні верстаткової наладки моделі №713
 Підприємство Галицький заводський пристрій з токарним центром Центр обточувачі



1 * Розмір для відбоку

Види матеріалу	Смт	См/шт	Км/шт	Лт шт	Тв шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт	Ім шт
Резьба метрична	22	0.3	189	6.30														
Резьба метрична	22	0.7	189	6.30	0.8	186	297	3.10										
Резьба метрична	2	0.2	189	6.30														

ТЕХНОЛОГІЧНА
 НАЛАДКА

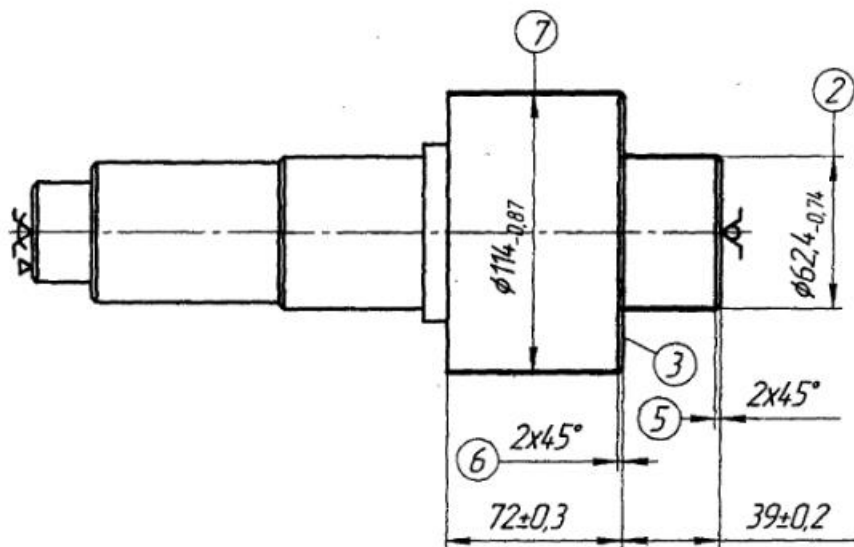
Операція № 020 Токарно-автоматна

Обладнання: Токарний багаторізьбовий

напівавтомат моделі 1Н713

Пристосовання: Торцевий повідковий пристрій
з плаваючим центром. Центр обертаючий

$\sqrt{Rz\ 40}$

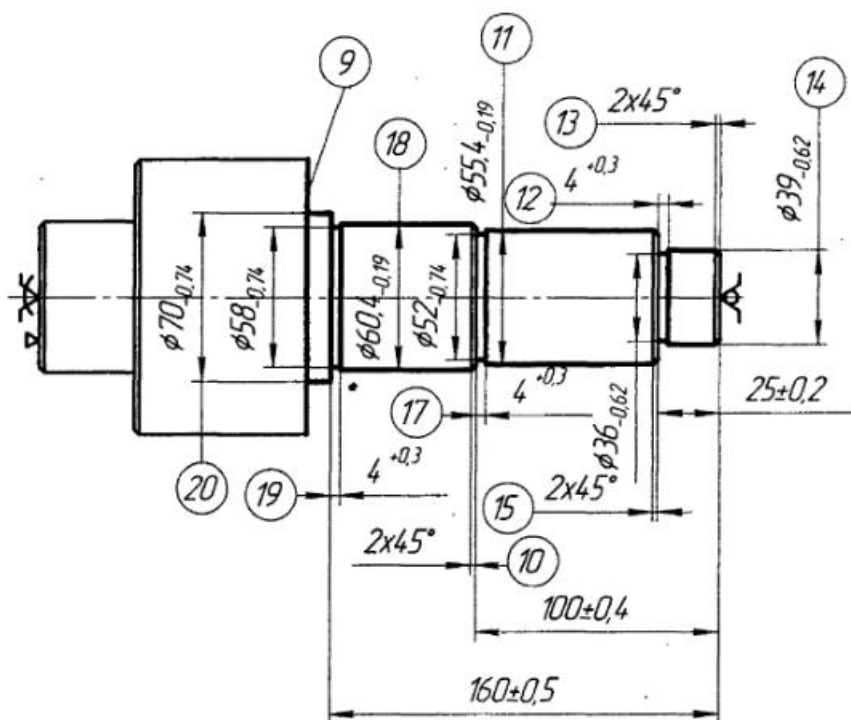


Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	T _а , хв	T _{зап} , хв	T _{шт} , хв	T _{шт.} , хв
Різець прохідний φ=45°	2,2	0,3	189	630	0,67	1,86	2,89	3,03
Різець прохідний уперні φ=90°	2,2	0,3	189	630				
Різець фасочний	2	0,2	189	630				

Операція № 035 Токарно-автоматна
Обладнання: Токарний багаторізьбовий
напівавтомат моделі 1Н713

Пристосування: Торцевий повідковий пристрій
з плаваючим центром. Центр обертаючий

√ Ra 3,2

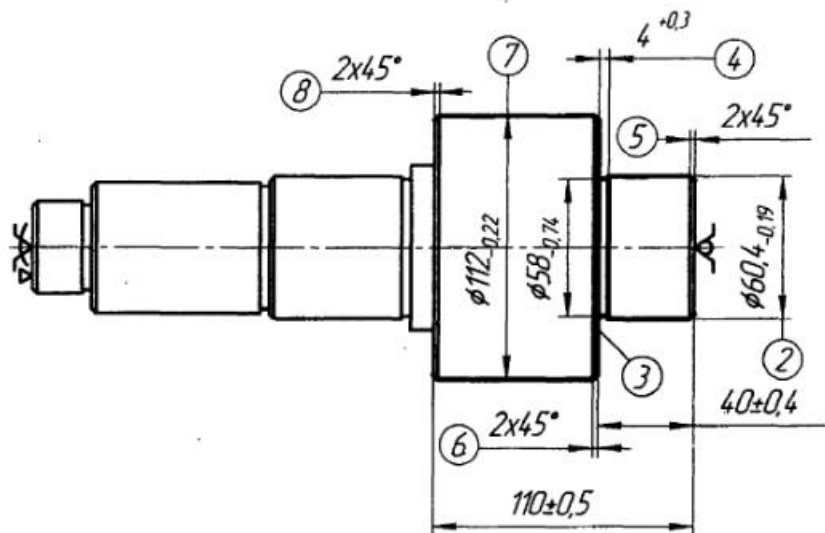


Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	ρ , хв ⁻¹	T _a , хв	T _{доб} , хв	T _{штк} , хв	T _{штк} , хв
Різець проходний $\phi=45^\circ$	0,5	0,3	189	630	0,8	1,86	2,97	3,10
Різець проходний упорний $\phi=90^\circ$	0,5	0,3	189	630				
Різець фасонний канавочний	2	0,2	189	630				

Операція № 040 Токарно-автоматна
Обладнання: Токарний багатарізьбовий
напівавтомат моделі 1Н713

Пристосування: Торцевий повідковий пристрій
з плаваючим центром. Центр обертаючий

✓ Ra 3,2

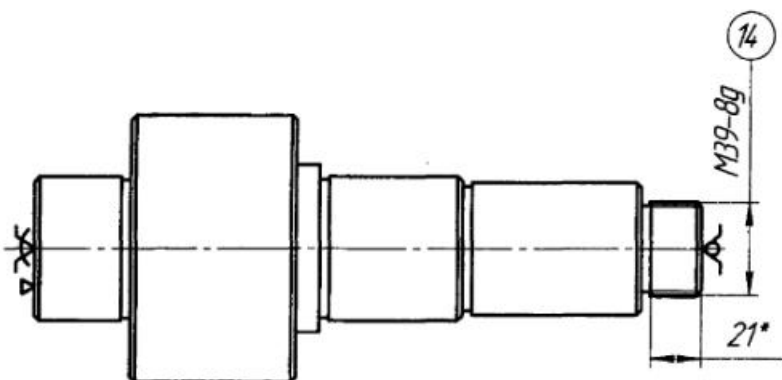


Ріжучий інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$T_a, \text{хв}$	$T_{\text{обг}}, \text{хв}$	$T_{\text{умк}}, \text{хв}$	$T_{\text{умк}}, \text{хв}$
Різець проходний $\varphi=45^\circ$	1,1	0,3	189	630	0,67	1,86	2,89	3,03
Різець проходний упрямий $\varphi=90^\circ$	1,1	0,3	189	630				
Різець фасонний канавочний	1	0,2	189	630				

Операція № 045 Токарно-гвинтарізна
 Обладнання: Токарно-гвинтарізна верстат
 моделі 16К20

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

Пристосування: Торцьовий повідковий пристрій
 з плаваючим центром. Центр обертаючий



* Розмір для довідок

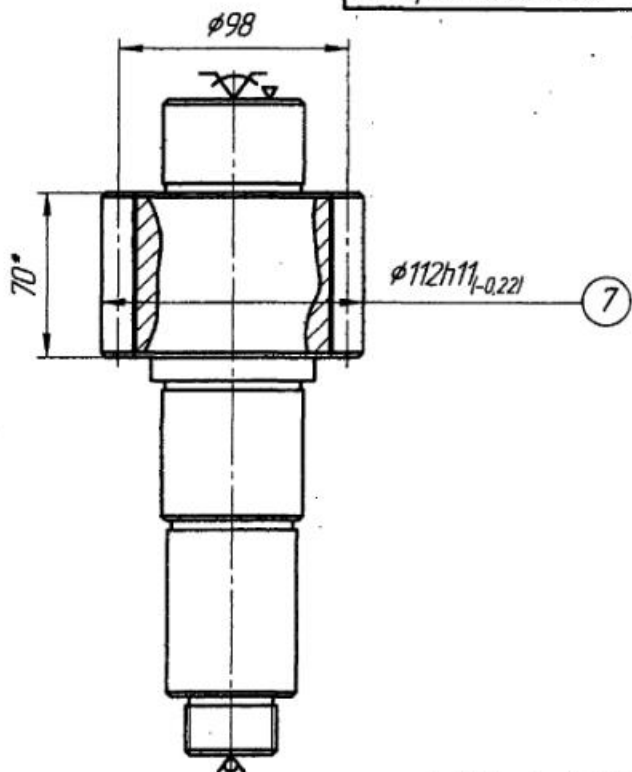
Ріжучий інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$T_a, \text{хв}$	$T_{\text{доп}}, \text{хв}$	$T_{\text{шт}}, \text{хв}$	$T_{\text{штк}}, \text{хв}$
Плашка М39	2	15	30	40	0,35	1,75	2,3	2,39

Операція № 050 Зубофрезерна
 Обладнання: Зубофрезерний верстат
 моделі 5К324

Пристаосування: Центри, поводковий пристрій

✓ Ra 2,5

Модуль	<i>m</i>	7
Число зубів	<i>z</i>	14
Довжина загальної нормалі	<i>W</i>	34,16 _{-0,1}
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Ступінь точності ГОСТ 1643-81	-	10-8-8-B
Діаметр ділільного кола	<i>d_g</i>	98

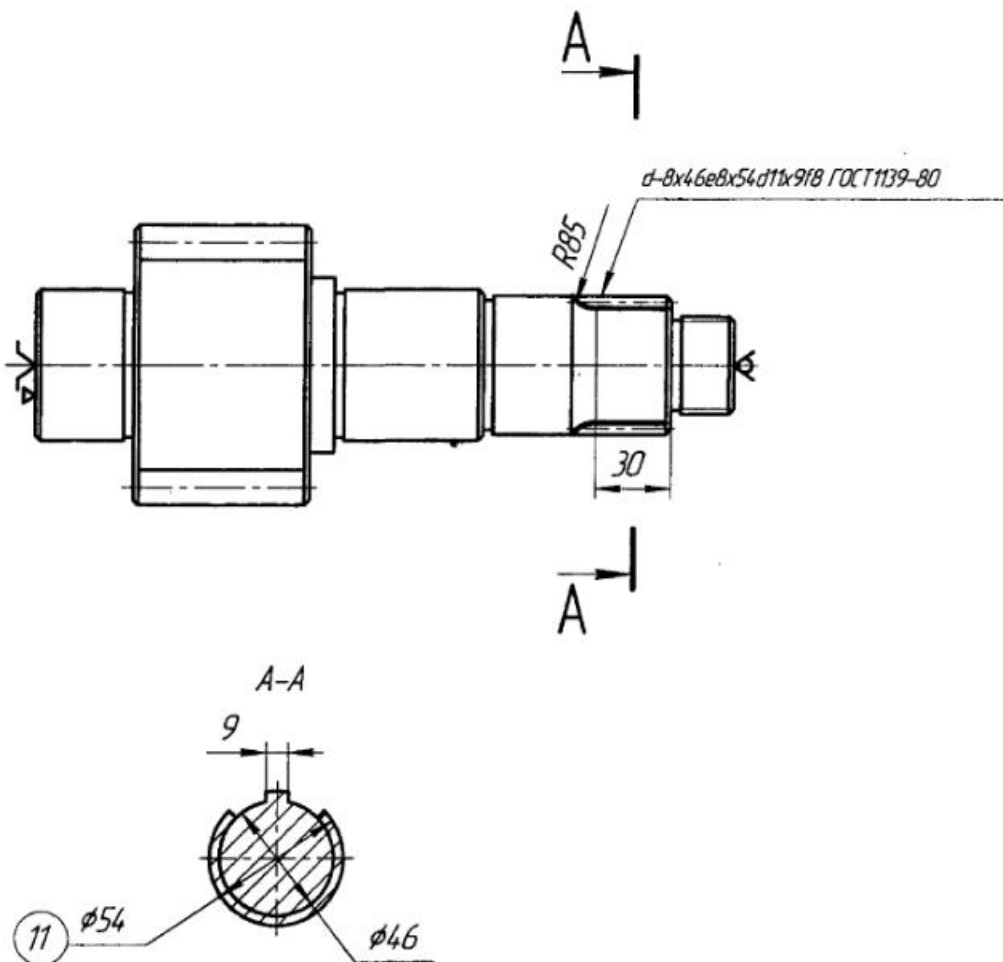


* Розмір для довідок

Ріжучий інструмент	<i>t</i> , мм	<i>S_{нм}</i> /об	<i>V_{нм}</i> /хв	<i>n</i> , хв ⁻¹	<i>T_а</i> , хв	<i>T_{дод}</i> , хв	<i>T_{шт}</i> , хв	<i>T_{штк}</i> , хв
Фреза червячна Р6М5 п-7	9	1,7	50,24	100	9,08	1,28	11,24	11,38

Операція № 060 Шліцефрезерна
 Обладнання: Шліцефрезерний напівавтомат
 моделі 5320
 Пристосування: Центри

✓ Ra 2,5

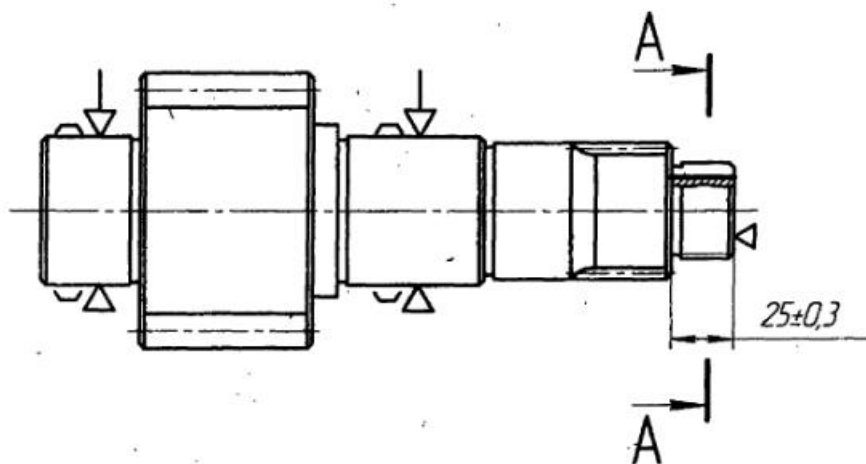


Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	$\rho, \text{хв}^{-1}$	T _a , хв	T _{доп} , хв	T _{шт} , хв	T _{штк} , хв
Черв'ячна шліцьова фреза 2520-0689	7	2	25	100	5,1	1,3	7,0	7,2

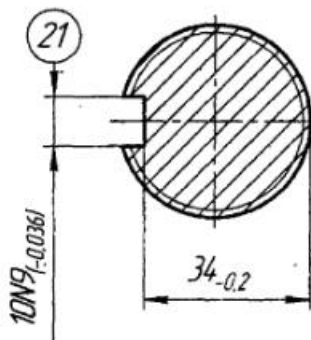
Операція № 070 Шпоночно-фрезерна
 Обладнання: Шпоночно-фрезерний верстат
 моделі 692М

Пристосування: Пневмозажимне призматичне

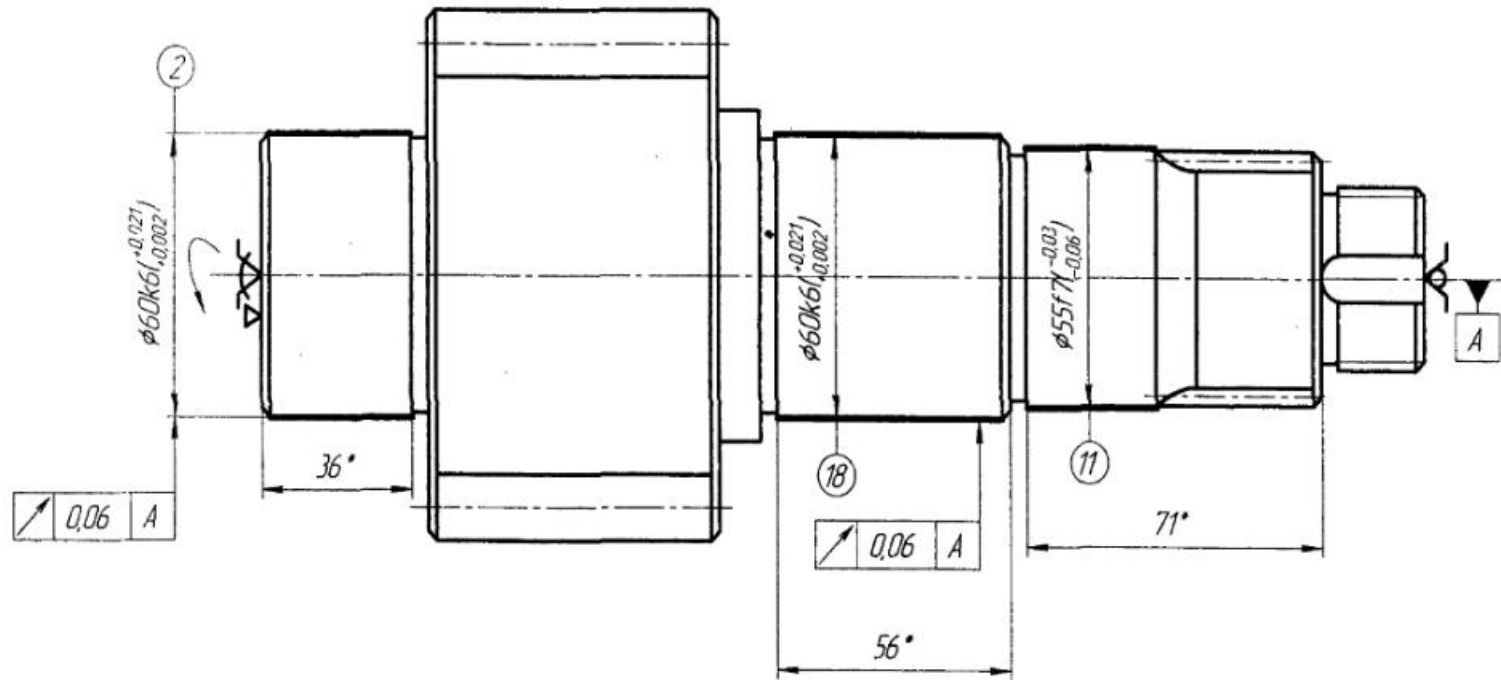
$\sqrt{Ra\ 2,5}$



A-A (1:1)

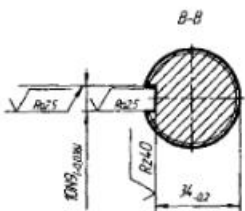
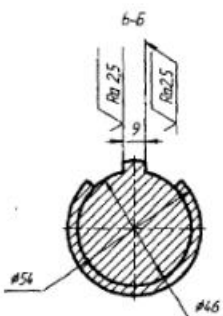
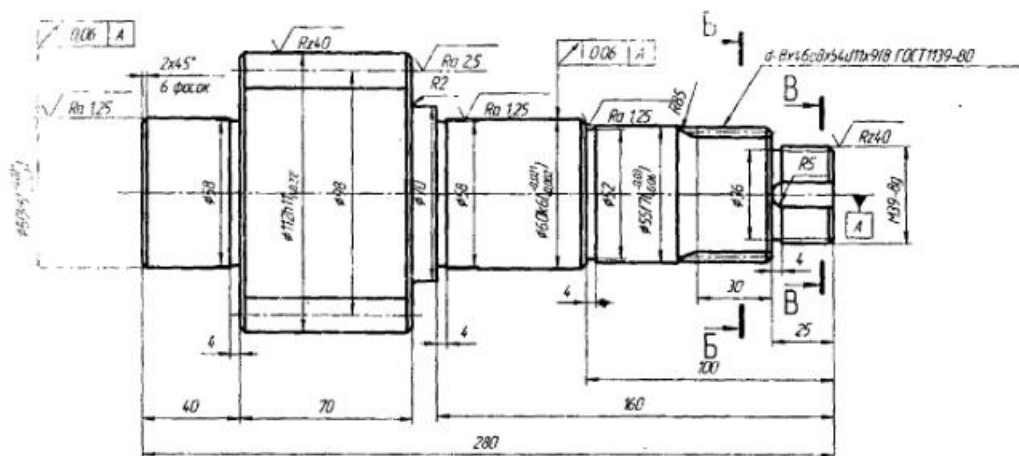


Ріжучий інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$T_a, \text{хв}$	$T_{\text{доп}}, \text{хв}$	$T_{\text{гр}}, \text{хв}$	$i_{\text{гр}}, \text{хв}$
Фреза пальцева 10 Р6М5	10	0,1	18	400	2	1,65	4,8	4,9



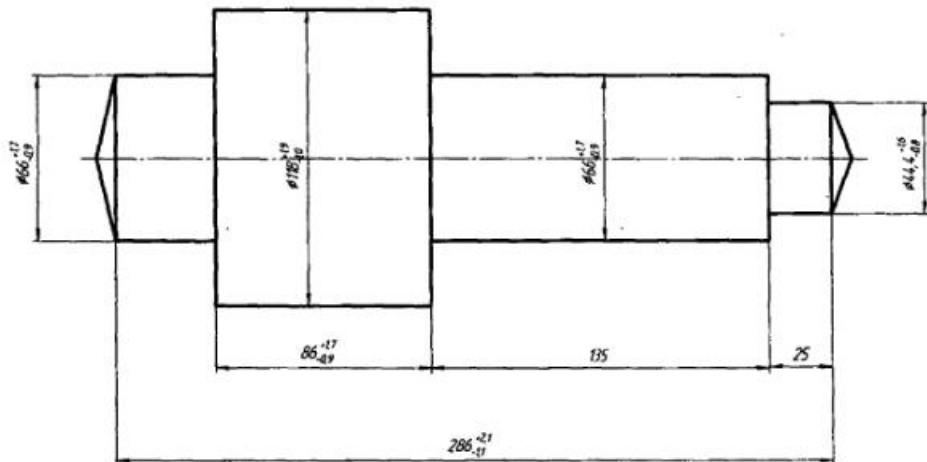
√ Rz80 (✓)

Модель	т	7
Число зубьев	z	14
Подобен стандарту нормала	w	14, 16, 21
Входной конус	-	ГОСТ 1775-81
Ступень точности ГОСТ 4543-81	-	10-Б-Б-Б
Диаметр вальцового колеса	d _к	98



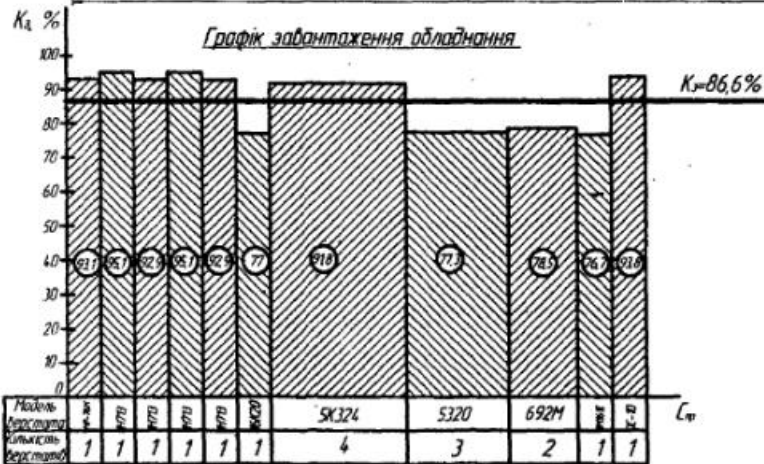
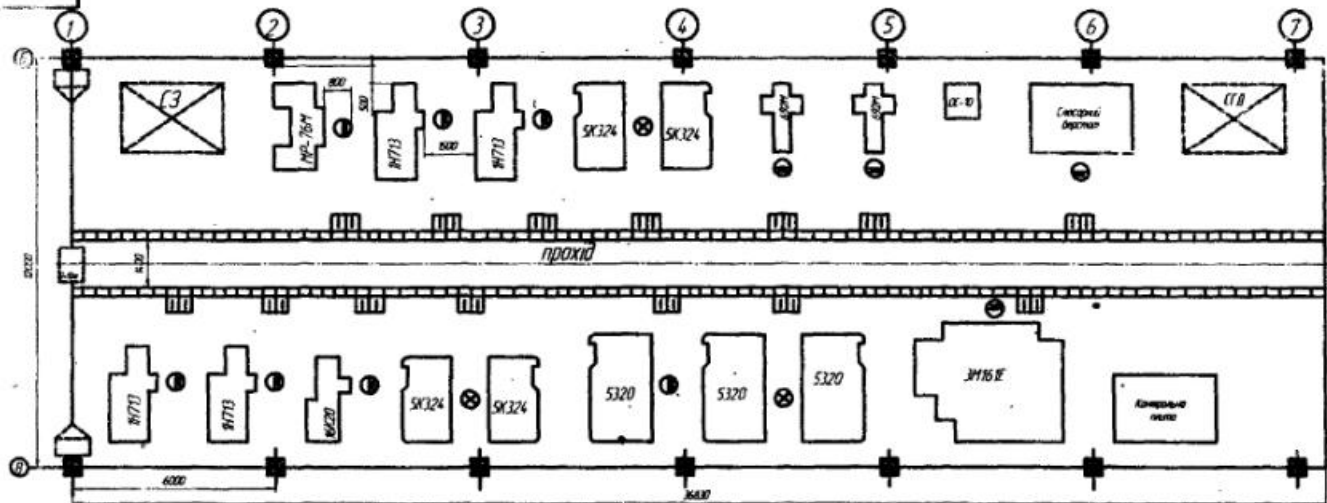
- 1 HRC 22-32
- 2 HRC HRC $\pm \frac{IT14}{2}$

№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Вал-шестерня								9	11
Сталь 40XH ГОСТ 4543-71									

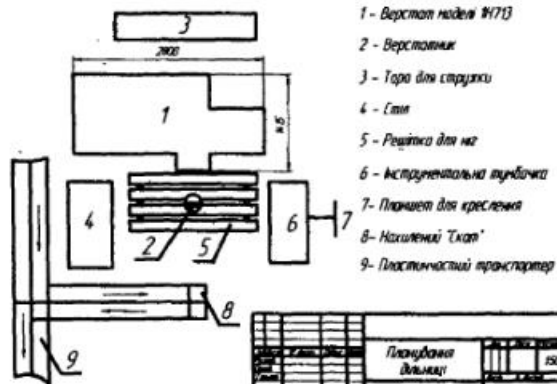


- 1 Штановка II группы ГОСТ 7505-84
- 2 Твердость HRC=22
- 3 Штановочный конус 5°
- 4 Небольшой радиус закруглень 2.3мм

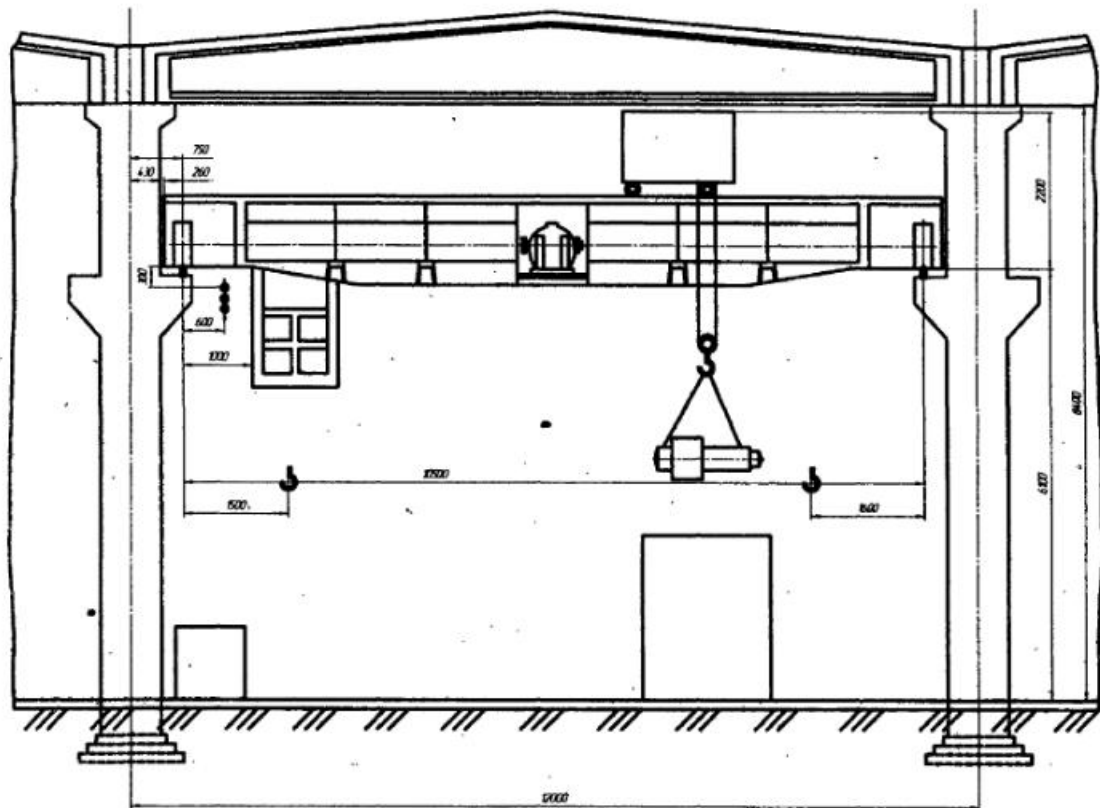
№	Изм.	Дата	Исполн.	Провер.	Содержание	Изм.	Дата	Исполн.
					Заготовка-штановка		12.5	11
Материал						Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		



Робоче місце токаря-напівавтоматчика



Планування	Датум	190



	Листовой номер	17/1
--	----------------	------

4.1 Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя.

Для кожної пари тертя існує цілком певна оптимальна контурна площа контактування, являє собою сукупність пятен контакта, оптимально розміщених

На оптимальній площі: така система пятен контакта задається відповідними методами геометричного та міцнісного розрахунків і забезпечується технологічними шляхами на операціях металообробки і обкатки.

Перед введенням в нормальну експлуатацію машина проходить обкатку, призначенням якої є приробка в єдиному комплексі всі пар тертя. Практично в машині до обкатки ряд пар тертя не мають не тільки оптимальних значень параметрів контурної площі контакта і шорсткості, але часто вони взагалі недостатні.

Накладення на машину без обкатки експлуатаційних навантажень неминуче приводить до відказу перенапружених пар тертя. Обкаткою реалізують дві цілі: творіння оптимальної системи пятен контакта і отримання оптимальної шорсткості на контакті. І та і інша ціль досягається в процесі виробки при менших ніж номінальні, значеннях навантажень, швидкостей, температур тощо. Мікро і макровиробка протікає на окремих ділянках в режимах напівсухого, граничного і напіврідкого тертя при наявності продуктів зносу. Отже стенди, як правило, заправляються спеціальною циркуляційною системою змащення та фільтрацією. Масло після обкатки зливається і замінюється новим.

Тривалість обкатки залежить від вихідних параметрів пар тертя; точності і шорсткості поверхонь обкат очних режимів, явищ припрацьованих шарів і змащення. Оптимальний варіант обкатки повинен задовольняти вимогам найменшого припрацьованого зносу пар тертя, мінімальних витрат часу та засобів при досягненні оптимальних значень параметрів контурної площі і шорсткості.

Обкатку слід розглядати як одну із найбільш важливих операцій технологічного процесу виготовлення довговічних машин. Центральним моментом обкатки є правильна організація припрацьованого зносу в часі. З цьюю метою знайшли широке застосування методи полегшуючі та інтенсифікуючи приробку шляхом застосування присадок до масел, створювання специфічних припрацьованих прошарок на поверх остях тертя, оптимізації режимів приробки. Одержані окремі результати, що дозволяють оптимізувати приробку і задавати умови, в котрих повина протікати приробку поверхонь тертя, що не приводять до припрацьованих дефектів і забезпечують високу довговічність. На рухомому контакті двох поверхонь з'являється нестационарна система одиничних фрікційних контактів, що складає фактичну площину контактування.

Через кожний із них здійснюється передача від одної поверхні до другої певної частини загального навантаження. Дотичні реактивні сили на кожному із одночасно присутніх контактів в сумі складають силу тертя для пари тертя можна представити у вигляді суми елементарних сил тертя на кожному мікро виступі, що контактують із спрягаючою нерівністю:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

де T - інтегральна система тертя на контурній площі контактування ;

n - кількість контактуючих мікро виступів;

t_i - елементарна система тертя;

в свою чергу $t_i = t_n \times S_i$,

де t_n -питома сила тертя:

S_i -площа фактичного контакту мікровиступу .

Отже, коефіцієнт тертя дорівнює сумі добутоків питомого тангенціального опору руху на площу

$$f = \frac{T}{P} = \frac{\sum_{i=1}^n t_n \times S_i}{P}$$

фактичного контакту мікро виступу віднесеного до загального навантаження P пари тертя.

Як видно, величина коефіцієнта тертя різних пар тертя при $P = \text{const}$ залежить від величини питомого тангенціального опору і розміру площадок мікро контактів. Отже при рівних коефіцієнтах тертя питомі сили тертя в різних парах тертя можуть бути не рівні. Постільки пошкодженість поверхонь тертя в процесі виробки головним чином залежить від сил тертя на мікроконтактах, коефіцієнт тертя не може служити надійним критерієм оптимізації режимів прибори. Коефіцієнт тертя пари тертя при одному і тому же навантаженні може бути більшим порівняно з іншою парою не зарахунок підвищення питомої сили тертя, а за рахунок більшої площі фактичного контакту. Вплив площі фактичного контакту підвищується зі збільшенням молекулярних сил взаємодії тіл і з наявністю на контактах притир очного матеріалу.

На основі багаточислених експериментів було встановлено, що оптимальним процес вигладжування мікрорельєфа в період виробки можна рахувати в тому випадку, коли швидкість зменшення шорсткості пропорціональна величині шорсткості в даний момент. Диференціальне рівняння відповідає такому процесу і має вид:

$$\frac{2H}{2N} = -KH,$$

- де H – шорсткість поверхні;
- N – число циклів навантаження;
- K – коефіцієнт пропорціональності

Якщо враховувати, що збільшення площадок контактування мікро виступів протікає в залежності, близького до кривої змінення шорсткості, то неважко бачити, що і питома сила тертя також стане змінюватися по кривій. Тоді при інших рівних умовах існує межа безпечної виробки поверхонь, яка головним чином характеризується часом процесу до досягнення небезпечних рівнів фактичного тиску на мікроконтактах і законом змінення рівня фактичного тиску на цьому проміжку часу:

$$P = F(P_{\phi}, T_n);$$

Якщо на усій ділянці виробки T_n не виникнуть безпечні тиски P_{ϕ} або вони будуть діяти обмежений час, тоді задир, пітінг, тощо будуть виключені і навпаки.

Параметри виробки залежать від степеня металічного контакту поверхонь, котру в загальному випадку можна оцінювати відношенням.

$$K = \frac{\sum R_z}{h_m + \sum h_c}$$

де R_z – величина мікронерівностей;

h_m – товщина шару змащення;

$\sum h_c$ – загальна товщина технологічних шарів виробки на контрольних поверхнях.

Для кожної пари тертя сумарна величина має відповідне значення. Часто воно знаходиться в межах 2 – 10 мкм. Така величина може бути достатньо тільки в тому випадку, якщо виробка не вимагає радикального змінення контурної площі контактування, тобто коли величина лінійного зносу від виробки має порядок величин мікронерівностей.

5.1 Розрахункова частина виробництва

5.1.1 Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження

Проектуючи дільницю ми повинні мати дані кількості обладнання технологічного процесу, модель верстатів та їх габаритні розміри.

Розраховуючи кількість металоріжучого обладнання даної моделі та числа робочих для механічної обробки кількості деталей (необхідно знати: річний об'єм випуску деталей; вид технологічного процесу з вказівкою переліку операцій та сумарні норми часу на кожній операції; ефективний річний фонд виробничого часу одиниці обладнання (в годинах).

1 Ефективний річний фонд часу роботи одного верстата в годинах при п'ятиденній робочій неділі з двома вихідними днями може бути розрахована за формулою:

$$\Phi_d = [(D_p - D_{в.д} - D_{с.д}) \times \chi_d - D_{п.с.д} \times 2] \times Z_p \times K_p; \text{ годин}$$

де D_p – кількість днів в одному році = 365;

$D_{в.д}$ – кількість вихідних днів (суботи та неділі) = 104;

$D_{с.д}$ – кількість святкових днів = 8;

χ_d – кількість годин робочого дня = 8,0;

$D_{п.с.д}$ – кількість передсвяткових днів = 5 (тривалість робочого дня менше на 2 години);

Z_p – кількість змін роботи обладнання = 2;

K_p – коефіцієнт, який враховує час перебування верстата в ремонті: для великих верстатів $K_p = 0,9 \dots 0,94$

для середніх верстатів $K_p = 0,95 \dots 0,97$

для мілких верстатів $K_p = 0,95 \dots 0,98$

для автоматичних ліній $K_p = 0,88 \dots 0,9$

$$\Phi_d = [(365 - 104 - 8) \times 8,0 - 5 \times 2] \times 2 \times 0,95 = 3827 \text{ години.}$$

2. В серійному виробництві розрахункову кількість верстатів знаходять за формулою:

$$B_p = \frac{T_{ш.к.} \times P_z}{\Phi_d \times 60 \times K_{в.н.}}, \text{ шт. або } B_p = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_d \times K_{вн}}, \text{ шт}$$

де $T_{\text{труд}} = T_{шк} \times P_{пр} / 60$ годин

B_p – розрахункова кількість верстатів даної операції, шт.

$T_{ш.к.}$ – штучно-калькуляційний час на операцію, яка виконується на даному верстаті, хв;

$P_{пр}$ – приведена програма деталей за рік, шт;

Φ_d – ефективний фонд виробничого часу обладнання за рік, години;

$K_{в.н.}$ – коефіцієнт виконання норм часу 1... 1,2.

Розрахункову кількість верстатів V_p округлюють до ближнього цілого числа – прийнятої кількості верстатів $V_{пр}$.

3. Коефіцієнт завантаження даного типу у відсотках дорівнює:

$$K_3 = \frac{V_p}{V_{пр}} \times 100$$

$\Pi_{пр}$ – умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості обробки всіх деталей, що закріплені за дільницею. визначається виходячи із виробничої потужності дільниці та найбільш раціонального використання обладнання за формулою:

$$\Pi_{пр} = \frac{\Phi_d \times K_3 \times 60}{\sum T_{ш.к.} \times (1 + \alpha)}, \text{ шт.} \quad \Pi_{пр} = \frac{3827 \times 0,8 \times 60}{2,30 \times (1 + 0,08)} = 74203 \text{ шт.}$$

Для зручності в розрахунках приймаємо $\Pi_{пр} = 74000$ шт.

де, Φ_d – ефективний річний фонд виробничого часу обладнання, годин;
 K_3 – плановий коефіцієнт завантаження обладнання для середньо-серійного типу виробництва $K_3 = 0,8 \dots 0,85$;

$T_{шт}$ – норма штучного часу на ведучій операції для деталі представника, хв (2,08)

α – коефіцієнт допустимих витрат на переналагоджування обладнання зверху підготовчого-заключного часу:

для велико серійного виробництва $\alpha = 0,03 \dots 0,09$;

для середньо серійного $\alpha = 0,05 \dots 0,08$;

для мало серійного $\alpha = 0,08 \dots 1,0$.

4. Визначаємо річну трудомісткість на операції

$$T_{труд} = \frac{t_{шк} \times \Pi_p}{60}, \text{ год}$$

$$T_{труд10} = \frac{2,89 \times 74000}{60} = 3564 \text{ год}$$

$$T_{труд15} = \frac{3,10 \times 74000}{60} = 3822 \text{ год}$$

$$T_{труд20} = \frac{3,03 \times 74000}{60} = 3736 \text{ год}$$

$$T_{труд35} = \frac{3,10 \times 74000}{60} = 3822 \text{ год}$$

$$T_{труд40} = \frac{3,03 \times 74000}{60} = 3736 \text{ год}$$

$$T_{труд45} = \frac{2,39 \times 74000}{60} = 2947 \text{ год}$$

$$T_{труд50} = \frac{11,38 \times 74000}{60} = 14048 \text{ год}$$

$$T_{труд60} = \frac{7,2 \times 74000}{60} = 8880 \text{ год}$$

$$T_{\text{труд}70} = \frac{4,9 \times 74000}{60} = 6042 \text{ год}$$

$$T_{\text{труд}80} = \frac{2,39 \times 74000}{60} = 2947 \text{ год}$$

$$T_{\text{труд}85} = \frac{2,91 \times 74000}{60} = 3589 \text{ год}$$

5. Кількість верстатів складає

$$V_{p10} = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{вн}}} = \frac{3564}{3827 \times 1} = 0,931$$

Приймаємо $V_{p10} = 1$ верстат

$$V_{p15} = \frac{3822}{3827 \times 1,05} = 0,951 \text{ приймаємо } V_{p15} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p20} = \frac{3736}{3827 \times 1,05} = 0,929 \text{ приймаємо } V_{p20} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p35} = \frac{3822}{3840 \times 1,05} = 0,948 \text{ приймаємо } V_{p35} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p40} = \frac{3736}{3827 \times 1,05} = 0,929 \text{ приймаємо } V_{p40} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p45} = \frac{2947}{3827 \times 1} = 0,77 \text{ приймаємо } V_{p45} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p50} = \frac{14048}{3827 \times 1} = 3,67 \text{ приймаємо } V_{p50} = 4 \text{ верстати}$$

$$V_{p60} = \frac{8880}{3827 \times 1} = 2,32 \text{ приймаємо } V_{p60} = 3 \text{ верстат}$$

$$V_{p70} = \frac{6042}{3827 \times 1} = 1,570 \text{ приймаємо } V_{p70} = 2 \text{ верстат}$$

$$V_{p80} = \frac{2947}{3827 \times 1} = 0,767 \text{ приймаємо } V_{p80} = 1 \text{ верстат}$$

$$E_{p85} = \frac{3589}{3827 \times 1} = 0,938 \text{ приймаємо } V_{p85} = 1 \text{ верстат}$$

Усі одержані дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1. Розрахунок вжитку належн кількості верстатів

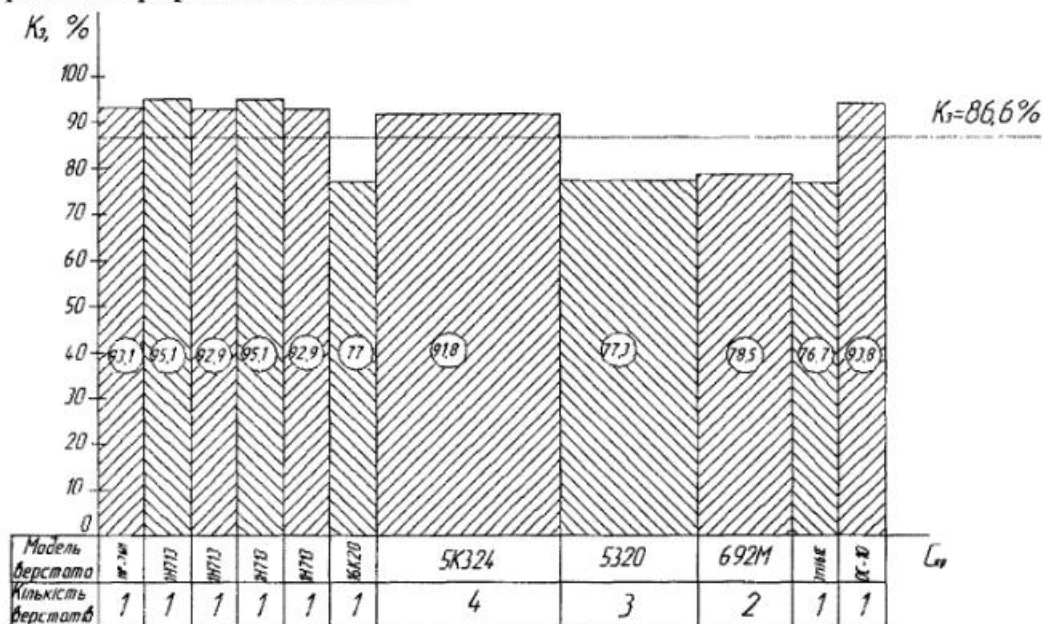
№ операції	Назва операції	Модель верстату	T _{ш.к.} (проект)хв Норма штучно-калькуляц. часу	Кількість верстатів		K _з	Трудомісткість T _{груд} год
				V _p	V _п		
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фрезерно-центрувальна	MP-76M	2,89	0,931	1	0,931	3564
015	Токарно-автоматна	1H713	3,10	0,951	1	0,951	3822
020	Токарно-автоматна	1H713	3,03	0,929	1	0,929	3736
035	Токарно-автоматна	1H713	3,10	0,951	1	0,951	3822
040	Токарно-автоматна	1H713	3,03	0,929	1	0,929	3736
045	Токарно-гвинторізна	16K20*	2,39	0,77	1	0,77	2947
050	Зубо-фрезерна	5K324	11,38	3,67	4	0,918	14048
060	Шліце-фрезерна	5320	7,2	2,32	3	0,773	8880
070	Шпоночно-фрезерна	692M	4,9	1,57	2	0,785	6042
080	Кругло-шліфувальна	3M161E	2,39	0,767	1	0,767	2947
085	Обкатна	Обкатний стенд ОС-10	2,91	0,938	1	0,938	3589
Разом			45,04	14,73	17	0,866	57133

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці складає

$$\overline{K}_{зсер} = \frac{\sum V_p}{\sum V_{пр}}; \quad \overline{K}_{зсер} = \frac{14,33}{17} = 0,866$$

$\overline{K}_{зсер} = 0,866$ або 86,6%, що для умов середньосерійного і великосерійного виробництва цілком можливо.

Креслимо графік завантаження.



Графік завантаження обладнання

Таблиця 5.2. Зведена відомість характеристики верстатного парку механічної дільниці

Модель верстата	Габаритні розміри, мм	Кількість	Потужність		Вартість за прејскурантом, тис.грн.		ТЗВ 10% тис. грн.	Балансова вартість тис.грн.
			один	всього	один	всього		
МР-76М	2505x1490	1	11	11	210	210	21	231
1Н713	2800x1415	4	18	72	200	800	380	880
16К20	2500x1300	1	10	10	40	40	4	44
5К324	2505x1250	4	11	44	120	480	48	528
5320	3150x1815	3	7,5	22,5	70	210	21	231
692М	2000x1000	2	5	10	88	176	17,6	194
3М16Е	3480x4345	1	7,5	7,5	280	280	28	308
Стенд ОС-10	1000x1000	1	1	1	2	2	0,2	2,2
Разом		17		178				2418,2

Вартість транспортних засобів (пластинчастих транспортерів) – 1...2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Втр.зас.} = 2418,2 \times 0,01 = 24,18 \text{ тис.грн.}$$

Вартість всієї оснастки на механічну обробку деталі „Вал-шестірна” – 0,1...0,2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Восн.} = 2418,2 \times 0,001 = 2,42 \text{ тис.грн.}$$

Середня одинична потужність обладнання на механічній дільниці розраховується за формулою

$$P_{c.п.} = P_p / V_{пр}, \text{ кВт} \quad P_{c.п.} = \frac{178}{17} = 10,47 \text{ кВт}$$

де P_p – підсумкова потужність обладнання, кВт

$V_{пр}$ – прийнята кількість верстатів на дільниці, шт.

5.1.2. Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів

В склад виробничої площі включається площа, зайнята обладнанням, проходами, проїздами, конвейсрами тощо.

Металоріжучі верстати дільниці або відділень механічного цеху можуть бути розташовані за ходом послідовного виконання технологічних операцій (предметна спеціалізація дільниці) або за подібними моделями (групами) верстатів (технологічна спеціалізація).

На практиці частіше зустрічається змішаний спосіб утворення дільниці.

На вибір варіантів розташування дільниць впливають умови роботи та технологічні особливості використовуваних верстатів.

Виходячи з цього недоцільно розміщувати поруч дільниці та лінії виготовлення деталей високої точності і відносно малої точності форми та розташування поверхонь в зв'язку з неминучим впливом вібрації цього обладнання на точність виготовлення відповідних деталей.

Недопустиме змішане розміщення дільниці абразивної обробки та складання.

Загальну площу S_d дільниці визначають за показником $S_{пит}$ загальної площі, яка припадає на один верстат або одне робоче місце:

$$S_{пит.д} = S_{пит.} \times V_{пр}, \text{ м}^2$$

де $S_{пит.}$ – питомий показник площі на один верстат (для малих верстатів

вагою до 5000 кг – 10 – 15 м², для середніх вагою до 10000 кг – 16 – 25 м²,

для великих вагою до 25000 кг – 26 – 45 м², для особливо великих вагою до

120000 кг – 50 – 150 м² на один верстат.

З практичної точки зору на дільниці (цеху) розміщуються обладнання різних габаритних розмірів, тому для оцінки потрібної площі зручніше користуватися питомими показниками $S_{пит.д.}$ для механічних дільниць (цехів); узагальнених за діючими базовими заводами або раніше виконаних проектів. Показник питомої загальної площі, враховуючи також площу для збереження між операційних та магістральних проїздів, тощо

$$S_{пит.заг.} = 1,3 \times S_{пит.д.}$$

Наприклад: Питома площа для середніх верстатів на один верстат дорівнює

$$S_{пит.д.} = 18...22 \text{ м}^2$$

Виробнича площа дільниці $S_{в.п.д.} = 20 \times 17 = 340 \text{ м}^2$

Загальна площа дільниці $S_{з.п.д.} = 1,3 \times 340 = 442 \text{ м}^2$

Ширину прольоту приймаємо $B = 12 \text{ м}$ (12000 мм), а довжину прольоту

$$L = \frac{S}{B}; L = \frac{442}{12} = 36,83 \text{ приймаємо} = 36,83 \text{ м (36830 мм)}.$$

Крок колон $v = 6 \text{ м}$ (6000 мм)

За нормативами:

Висота будівлі $h = 8,4 \text{ м}$ (8400 мм)

Об'єм будівлі

$$V_{\text{буд.}} = h \times S_{\text{з.п.д.}} \times 1,15 = 8,4 \times 442 \times 1,15 = 4270 \text{ м}^3$$

Вартість основних фондів

$$V_{\text{ОВФ}} = V_{\text{буд.}} + V_{\text{б.об.}} + V_{\text{тр.зас.}}$$

де $\text{Ц}_{\text{буд.}}$ – 38... 58 грн. – ціна 1 м^3 виробничої будівлі (дивись прейскурант, висотою 8-ми метрів) з крановим навантаженням та залізобетонними конструкціями.

$V_{\text{б.об.}}$ – 2418,2 тис.грн. балансова вартість обладнання.

Вартість будівлі дільниці

$$V_{\text{буд.}} = \text{Ц}_{\text{буд.}} \times V_{\text{буд.}} = 50 \times 4270 = 213500 \text{ тис.грн.}$$

Вартість транспортних засобів (1... 2% від $V_{\text{б.об.}}$)

$$V_{\text{тр.зас.}} = 2418,2 \times 0,02 = 48,36 \text{ тис.грн.}$$

Вартість основних фондів

$$V_{\text{(ОВФ)}} = 2418,2 + 213500 + 48,36 = 215966,56 \text{ тис. грн}$$

5.1.3. Визначення чисельності працюючих на дільниці (цеху)

В здійсненні виробничого процесу беруть участь слідуєчі категорії працюючих: основні та допоміжні робочі, інженерно-технічні працівники (ІТП), обліковці і конторські працівники (ОКП).

Розрахунок чисельності працюючих виконується за категоріями. Вихідними даними для розрахунку являються: виробнича програма, трудомісткість виробів, штатний розпис, норми обслуговування, бюджет робочого часу.

1. Визначення чисельності основних робочих

В механічних цехах (дільницях) до основних робочих відносяться робочі слідуєчі професій: верстатники, оператори верстатів з ЧПК та складальники автоматичних ліній, слюсарі механоскладальних робіт, мийники деталей.

Визначення споживчої чисельності основних робочих ведуть за кожною професією роздільно.

Для дільниць серійного виробництва споживча кількість виробничих робочих визначають за формулою:

$$P_{\text{верст.сп.}} = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{в.н.}}}, \text{чол.}$$

де $T_{\text{труд}}$ – річна трудомісткість робіт за видами обробки, нормо-годин.

$$T_{\text{труд}} = T_{\text{ш.к.}} \times \Pi_3 / 60., \text{нормо-годин}$$

$T_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляційний час на обробку даної операції, хв. .

Π_3 – річна програма запуску деталей, шт.

$\Pi_{\text{пр}}$ – річна приведена програма деталей, шт

$\Phi_{\text{д}}$ – річний ефективний фонд часу роботи одного робочого, години.

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм робочими на дільниці (1... 1,2).

Ефективний річний фонд робочого часу верстатника за п'ятиденну не-ділю можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times K_{\text{в}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times 0,91 = 1833 \text{ нормо-годин}$$

Трудомісткість робіт верстатника визначається за формулою:

$$T_{\text{труд}} = \frac{T_{\text{шк}} \times \Pi_{\text{пр}}}{60} \text{ год}$$

Визначаємо чисельність верстатників за формулою:

$$P_{\text{верст.сп.}} = \frac{3564}{1833 \times 1,05} = 1,85$$

Приймаємо $P_{\text{в.пр.}} = 2$ верст. (чол.)

Коефіцієнт завантаження верстатника

$$K_3 = P_{\text{в.сп.}} / P_{\text{в.пр.}} = 1,85 / 2 = 0,926$$

Таблиця 5.3. Зведена відомість чисельності верстатників на проєктуючій ділянці

№ опер	Професія	Розряд роботи	T _{труд.н.} год	P _{верст.сп.}	P _{верст.пр}	K _з
010	Фрезеровщик	3	3564	1,85	2	0,926
015	Токар-автоматчик	3	3822	1,888	2	0,944
020	Токар-автоматчик	3	3736	1,846	2	0,923
035	Токар-автоматчик	3	3822	1,888	2	0,944
040	Токар-автоматчик	3	3736	1,846	2	0,923
045	Токар	4	2347	1,6	2	0,8
050	Зубо-фрезеровщик	4	14048	3,65	4	0,912
060	Зубо-фрезеровщик	4	8880	2,42	3	0,807
070	Фрезеровщик	3	6042	3,28	4	0,82
080	Шліфовщик	4	2947	1,60	2	0,800
085	Слюсар-обкатник	4	3589	1,958	2	0,978
Разом			57133	23,83	27	0,883

Середній коефіцієнт завантаження верстатників:

$$K_{з,сер.в.} = \frac{P_{верст.сп.}}{P_{верст.пр.}} = \frac{23,83}{27} = 0,883$$

де T_{труд.} – річна трудомісткість робіт за видами обробки, нормо-годин (дані дивись в табл. 4.3.)

V_{пр.} – кількість прийнятих верстатів даного типу, шт.

V_{б.в.} – кількість верстатів, які може обслуговувати один робітник, шт.

F_{д.р.} – дійсний фонд часу роботи одного робітника за рік, год/шт

K_з – коефіцієнт завантаження верстатів, які підлягають багатоперекальному обслуговуванню K_{в.н.} – коефіцієнт виконання норм робочими на ділянці (1... 1,2).

2. Визначення чисельності допоміжних працівників, бригадирів, технічних працівників (ІТН), обліковців і конторських чл. обліковців (ОКП) та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)

Допоміжні працівники виробництва, які обслуговують основне виробництво (наладчики, бригадири, кладівники та роздавачі інструментів, люди для ремонту верстатів та оснастки, електромонтери, бракувальники (контролери) та інші).

Чисельність допоміжних працівників зайнятих на проектуючій дільниці розраховується у відсоткових відносинах від числа основних робочих дільниці:

для серійного виробництва – 15... 25%;

для масового виробництва – 30... 50% (крім наладчиків).

Від загального числа допоміжних працівників 60-70% - робочі, які обслуговують обладнання.

Чисельність допоміжних працівників для приведеного прикладу дорівнює:

$$P_{\text{доп.роб.}} = (15... 25\%) \text{ від } P_{\text{верст.}}$$

$$P_{\text{доп.роб.}} = 0,18 \times 27 = 4,86 \text{ чол.} \quad \text{Приймаємо } P_{\text{доп.роб.}} = 5 \text{ чол.}$$

Таблиця 5.4. Відомість допоміжних робочих

Назва професії	Кількість	Розряд
Бригадир	2	5
Контролер	2	4
Слюсар по ремонту	1	4
Разом	5	

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП) приймають в сліду чому співвідношенні від числа робочих (виробничих та допоміжних) дорівнює – 10... 15% від загального числа основних та допоміжних робітників:

$$P_{\text{ІТП}} = 0,12 \times 32 = 3,84 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{\text{ІТП}} = 4 \text{ чол.}$

Таблиця 5.5. Відомість ІТП

Назва професій	Кількість	Посадовий оклад
Начальник дільниці	1	500... 600
Змінний майстер	2	360... 500
Технолог-нормувальник	1	250... 350
Разом	4	

Чисельність обліковців конторського персоналу (ОКП) приймається 1... 3% від основних та допоміжних працівників.

$$P_{\text{окп}} = 0,03 \times 32 = 0,96 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{\text{окп}} = 1 \text{ чол.}$

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приймаємо 2... 3% від основних та допоміжних працівників.

$$P_{\text{моп.}} = 0,03 \times 32 = 0,96$$

Приймаємо $P_{\text{моп.}} = 1 \text{ чол.}$

Таблиця 5.6. Зведена відомість ОКП та МОП

Назва професії	Кількість	Посадовий оклад, грн.
ОКП обліковець	1	200... 280
МОП транспортувальник	1	230... 320
Разом	2	

Примітка: тарифні посадові оклади та часові тарифні ставки верстатників використовуються на базовому заводі.

Результати розрахунку чисельності робітників зводимо в зведену відомість.

Таблиця 5.7. Зведена відомість працюючих на виробничій ділянці:

Категорія працюючих	Кількість	Розряди робіт				Питома вага, %
		2	3	4	5	
Основні робітники (верстатники та слюсарі)	27	--	14	13	--	64,6
Допоміжні працівники	5	--	--	3	2	16,15
Інженерно-технічні працівники	4	--	--	--	--	12,9
Обліковці та конторський персонал	1	--	--	--	--	3,23
Молодший обслуговуючий персонал	1	--	--	--	--	3,23
Разом	38	--	14	16	2	100

5.1.4. Визначаємо середній тарифно-кваліфікаційний розряд та середню годинну тарифну ставку основних робочих

Таблиця 5.8. Зведена відомість основних робочих (верстатників) та визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду.

Назва професії	Загальна кількість робочих	Кількість робочих по розрядам	
		3	4
Токар-автоматчик	8	8	-
Токар	2	-	2
Фрезерувальник та зубофрезерувальник	13	8	5
Шліфовщик	2	--	2
Слюсар-обкатник	2	--	2
Разом	27	14	13
Загальна кількість людинорозрядів	94	42	57

Середній тарифно-кваліфікаційний розряд

$$P_{c.p.} = \frac{94}{27} = 3,48$$

Середня годинна тарифна ставка

$$ГТС_{c.p.} = ГТС_3 + (ГТС_4 - ГТС_3) \times P_{c.p.} = 2,33 + (2,59 - 2,33) \times 0,48 = 2,455 \text{ грн.}$$

де $P_{c.p.}$ – число, що знаходиться після коми середнього тарифно-кваліфікаційного розряду.

ГТС₃, ГТС₄ – годинна тарифна ставка 3-го розряду – 2,33 грн. і 4-го розряду – 2,59 грн. за 1 годину, взяті на заводі в 2005 році.

5.2. Організаційна частина виробництва

5.2.1. Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на механічній дільниці

Планування дільниці - це план розташування виробничого обладнання (верстатів, підйомно-транспортного обладнання тощо) робочих місць, проїздів, переходів і т.д.

Технологічне планування дільниці виконується при проектуванні дільниці або перебудови технологічного процесу на базовому заводі та залежить від величини заводу, характеру виробництва, особливостей та об'єму виробничого завдання габаритних розмірів та ваги оброблюваних заготовок.

При плануванні дільниці слід дотримуватись наступних основних вимог:

а) розміщення обладнання на дільниці повинно залежати від послідовності виготовлення деталей відносно технологічного процесу;

б) планування за типами виробів, коли на дільниці виготовляються деталі які постійно закріплені за нею (вали, шпинделі, шестірні, зубчасті колеса, втулки, муфти тощо). В цьому випадку верстати розміщують за типами або за ходом технологічних операцій. Цей спосіб планування обладнання з розміщенням верстатів за типами або за послідовністю технологічного процесу – являється найбільш вигідним для механічної дільниці серійного виробництва і застосовується в плануванні частіше інших;

в) планування верстатів необхідно ув'язувати із застосуванням підйомно-транспортного обладнання. В плануваннях передбачають короткі шляхи переміщення заготовок, деталей в процесі виробництва, включаючи кільцеві, зворотні петльоподібні рухи. Вантажопотоки не повинні перехрещуватися між собою, а також не пересікати та не перекривати основні проїзди та переходи, які призначені для руху людей;

г) розміщення обладнання, проїздів та переходів на плануванні дільниці повинно гарантувати зручність та безпеку праці; можливість монтажу та ремонту обладнання; зручність подавання заготовок та інструментів; зручність прибирання відходів;

д) планування повинно бути „гнучким”, тобто необхідно передбачити можливість зміни верстатів при зміні технологічного процесу;

При визначенні відстані між верстатами, від верстата до стіни та колон будівлі потрібно враховувати наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухомих частин, відчиняючих дверок та постійних огорожень верстатів;

б) при різних розмірах двох поруч розміщених верстатів відстань між ними приймається за більшим із цих верстатів;

в) при обслуговуванні верстатів мостовими кранами або кран-балками відстань від стін та колон до верстатів приймають враховуючи можливість обслуговування верстатів при крайньому положенні гака крану.

При виборі ширини проїздів між рядами верстатів необхідно мати на увазі наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухомих частин, відчиняючих дверок та постійних огорожень верстатів;

б) розмір транспортуючих деталей або тари з деталями – це розмір в напрямленні, перпендикулярному до проїзду;

в) ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами дана з врахуванням можливості їх повороту на 90° .

При плануванні дільниці повинні бути передбачені місця для майстра, технолога, контролера площею не менше 6 м^2 кожне. Слюсарні верстаки та конт-рольні плити можуть бути розміщені на механічній дільниці (за технологічним процесом).

Відстань між верстатами та елементами будівлі для різних варіантів розміщення обладнання, а також ширину проїздів в залежності від різних видів транспорту регламентують нормами технологічного проектування.

На потоково-конвеєрних лініях верстатів розміщують за ходом технологічного процесу, по прямій лінії вздовж верстатів розміщують рольганг, конвеєр, сходи, сковзали та інші транспортні устаткування. Необхідно вказати передачу деталей від транспортера до верстата.

На початку лінії необхідно передбачити площадки для зберігання заготовок, в кінці – площадки для накопичення оброблених деталей.

Потрібно передбачити на лінії необхідні робочі місця для контрольних операцій, слюсарних робіт та поточного ремонту обладнання.

Потрібно забезпечити зручні підходи до всіх робочих місць для обслуговування лінії та ремонту обладнання, можливість багатостанового обслуговування при найбільш коротких та зручних переходах від одного верстата до другого.

На плануванні лінії, крім обладнання, повинні бути нанесені транспортні засоби, інструментальні тумбочки, тара для заготовок та готових деталей, верстаки, стелажі та інша оргнастка.

Організація робочих місць

Робоче місце – це обмежена зона виробничої площі, яка призначена для виконання операцій одним працівником та оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці: технологічним, допоміжним та підйомно-транспортним обладнанням, технологічною оснасткою та інструментом, організаційною оснасткою тощо.

Головним завданням при проектуванні організації робочого місця являється створення такої конструкції оргоснастки та такого розміщення обладнання, заготовки, готових деталей та оснастки, при яких відсутні нераціональні рухи та прийоми (повороти, згинання, присідання тощо).

Планування робочого місця повинно передбачити вірне розміщення органів управління верстатом, предметів та засобів праці як по горизонталі, так і по вертикалі. Оптимальну відстань до органів управління верстатом при роботі токаря середнього росту (дивись на рисунках).

В умовах серійного виробництва, кількість операцій, які виконують на робочому місці, скорочуються, приймається спеціальний інструмент та оснастка, змінюється планування та оснащення робочого місця. Найбільш значне змінення в організації робочих місць робиться під впливом механізації та автоматизації виробництва, що забезпечує швидку перебудову виробництва щодо випуску нових виробів в рахунок гнучкості виробничої системи, а також збільшує коефіцієнт завантаження верстатів та покращує соціальні умови праці.

5.2.2. Організація транспортування виробів на дільниці

Ціль організації транспортування деталей на дільниці – це скорочення тривалості виробничого циклу при широкому застосуванні механізованих та автоматизованих транспортних засобів. Вибір транспортних засобів залежить від характеру оброблюваних на дільниці заготовок; маси та габаритів заготовок або розміру транспортної партії, типу виробництва, конструкції будівлі. Транспортування деталей від прольоту в проліт від одного верстату до іншого може бути виконана наступними способами:

- а) електричними візками або електрокарами;
- б) кран-балками, маніпуляторами, монорейками з електросталлю, які можуть бути прямими, кільцевими з вантажністю 0,25... 3 т.;
- в) жолобами, лотками, схилами, сковзалами для передавання деталей від верстата до верстата самопливом під дією сили тяжіння;
- г) роликowymi, стрічковими, пластинчастими та підвісними конвеєрами, які мають ширину стрічки 200...600 мм та швидкість 6... 30 м/хв.;
- д) мостовими кранами, якщо на дільниці виготовляються важкі деталі, їх вантажність 5, 10, 15 та 20 т.;
- е) промисловими роботами, які застосовують для установки, знімання та передачі заготовки від одного верстата до іншого.

5.2.3. Організація інструментального господарства

Інструментальне господарство на дільниці, що проектується, призначається для зберігання, видавання та заточування інструменту, а також для виготовлення пристосування. Необхідно зробити короткий опис головних задач організації інструментального господарства, рекомендууючу систему забезпечення робочих місць інструментом.

Враховуючи, що витрата на інструмент складає 25% від загальної суми затрат на виготовлення виробів, необхідно розрахувати споживання ріжучого інструмента на задану річну програму випуску деталей.

Річне споживання ріжучого інструменту з кожного виду та розміру в штуках визначається за формулою:

$$i_p = \frac{\sum T_m \times \Pi_{np}}{T_p \times (1 - K_{в.з.})}, \text{ шт.} \quad I_p = \frac{2,94 \times 74000}{990 \times 0,8} = 275 \text{ різців}$$

де $\sum T_m$ – сумарний машинний час на обробку всіх операцій даним інструментом, в годинах;

Π_{np} – річна приведена програма випуску деталей, шт.;

T_p – час роботи даного інструменту (сумарна стійкість), хв.

$K_{в.з.}$ – коефіцієнт випадкового зменшення інструменту через поломки (0,05 - 0,3).

Для визначення розрахункової стійкості інструменту використовується формула:

$$T_p = T \times \left(\frac{L}{l} + 1 \right) = 90 \times \left(\frac{10}{1} + 1 \right) = 990 \text{ хв}$$

де T – стійкість інструменту між двома переточками в хв.;

L – величина робочої частини інструменту, яка підлягає переточці в мм, для пластини токарного різця (10-15 мм);

l – величина шару, який знімається при кожній переточці в мм (0,1 - 0,25 мм).

Річне споживання вимірювального інструменту (шт.) кожного виду та розміру визначається за формулою:

$$i_v = \frac{\sum n \times \Pi_{np}}{i_v \times 3_k \times K_v}, \text{ шт.} \quad I_v = \frac{9 \times 74000}{600 \times 5 \times 3} = 74 \text{ калібру}$$

де $\sum n$ – сума вимірювань на одну заготовку даним вимірювальним інструментом на всіх технологічних операціях;

Π_{np} – річна програма випуску деталей, шт.

i_v – кількість вимірювань, що викликають знос прохідної сторони калібру

на 1 мкн (для гладких скоб та пробок $i_v = 600$, для різбових скоб $i_v = 500$, для різбових пробок $i_v = 300$, для конусних пробок $i_v = 1200$).

z_k – допустимий знос калібру або поле допуску на знос калібру (вибирається за стандартами на допуски калібрів, мкм);

$K_{в.р.} = 2... 3$ – коефіцієнт, що враховує відновлення розміру та ремонт регулюючих калібрів.

Річне споживання в абразивному інструменті (абразивних кругів) кожного виду та розміру визначається за формулою:

$$\dot{i}_a = \frac{\sum T_m \times \Pi_{пр}}{T_a} = \frac{0,31 \times 74000}{270} = 85 \text{ шт}$$

де $\sum T_m$ – сумарна основна (машинна) година, із всіх шліфувальних операцій, які виконуються даним інструментом;

T_a – стійкість абразивного інструмента до повного зносу, годин, який для шліфування кругів, що працюють периферією, з достатньою точністю можна вирахувати за формулою:

$$T_a = \frac{(R_k^2 - r_k^2) \times (1 - K_{в.р.}) \sqrt{B}}{\varphi}, \text{ хв.}$$

$$T_a = \frac{(200^2 - 63^2) \times (1 - 0,1) \sqrt{63}}{954} = 270 \text{ хв.}$$

де R_k – зовнішній радіус нового абразивного круга, мм;

r_k – зовнішній радіус зношеного круга, мм;

B – ширина абразивного круга, мм;

φ та $K_{в.р.}$ – коефіцієнти, значення їх приведені в таблиці.

Таблиця 5.9. Значення коефіцієнтів φ та $K_{в.р.}$ в залежності від розмірів круга

Діаметр абразивного круга	Коефіцієнт випадкової втрати, $K_{в.р.}$	Емпіричний коефіцієнт, φ
До 150	0,2	635
150... 250	0,15	795
Більше 250	0,10	954

При виконанні економічної частини проекту, студент по узгодженню з консультантом може всі витрати на інструмент знайти укрупнено, відобразивши в пояснювальній записці тільки методику визначення витрачення інструменту за їх стійкістю.

5.2.4. Організація технічного контролю

Технічний контроль – одна із функцій комплексної системи управління якості виробів, яка здійснюється на машинобудівних заводах відділом технічного контролю, який являється самостійним структурним підрозділом заводу та підкоряється директорові.

У механічних і складальних цехах розташовуються контрольні відділення, що є частинами (відділеннями) загальнозаводського відділу технічного контролю (ВТК).

Задачі технічного контролю – виявлення якості матеріалу, перевірка розмірів, геометричної форми і якості обробленої поверхні деталей. За допомогою контролю в складальних цехах установлюють правильність з'єднання і взаємодія деталей і вузлів, якість зборки всієї машини і перевіряють відповідність цих з'єднань технічним умовам приймання.

Вимоги, пропоновані при контролі, повинні відповідати технічним умовам, установленим на приймання матеріалів, напівфабрикатів, готових деталей, вузлових з'єднань і зібраної машини.

Правильність розмірів деталей після обробки перевіряється вимірювальними інструментами загального призначення, калібрами, приладами, пристосуваннями.

Для перевірки контуру деталей, у яких профільна поверхня для виконання його робочих функцій повинна бути досить точної (наприклад, кулачки розподільних валів, профільні поверхні ріжучого інструменту), застосовуються шаблони, а для дрібних деталей – проектори, що дають збільшення профілю в 10-50 разів.

У цеховому контрольному відділенні якість матеріалу виробу перевіряється тільки шляхом зовнішнього огляду; повне ж дослідження матеріалу і заготівель (аналіз хімічного складу, дослідження металографічних властивостей, іспит механічних властивостей, рентгенівське дослідження) ведеться в заводській лабораторії, що є складовою частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. Зовнішній огляд виявляє відсутність або наявність зовнішніх дефектів матеріалу й обробки: тріщин, розшарувань, воловин, зовнішніх раковин, задирок, ум'ятин, подряпин і т.п. Для виявлення цих дефектів деталь уважно оглядають з усіх боків за допомогою лупи або мікроскопа, а також і неозброєним оком, якщо це допускається технічними умовами. Якість обробленої поверхні деталей у відношенні чистоти обробки (ступеня шорсткості) перевіряється в цехових умовах переважно по еталонах, а в лабораторних умовах - профілометрами, профілографами й іншими відповідними приладами.

Правильність розмірів деталей, отриманих при обробці, у цехових контрольних відділах перевіряють: в одиничному виробництві - вимірювальними інструментами загального призначення (штангенциркулями, кронциркулями, мікрометрами, нутромерами, глибиномірами, плитками, індикаторами, вимірювальними плитками, приладами); у серійному і масовому виробництві - головним чином за допомогою граничних калібрів, а також вимірювальних приладів, вимірювальних пристосувань, автоматичних вимірювальних пристроїв.

Усі граничні калібри, з якими приходиться мати справа у виробництві, по призначенню варто підрозділити на:

- 4) виробничі (робочі і бракувальні);
- 5) приймальні (для приймання виробів замовником);
- 6) контрольні (службовці для контролю виробничих і прийомних калібрів).

Усі калібри, що знаходяться у виробництві, щоб гарантувати одержання по них деталей належних розмірів, необхідно періодично (перевіряти у встановлений термін. Тривалість періодів між перевірками буває різною в залежності від того, наскільки часто користуються даними калібрами. Тому всі калібри розбиваються по частоті вживання їх на групи і для кожної групи призначається термін періодичної перевірки.

Для перевірки засобів виміру в механічних, інструментальних і інших цехах створюються контрольні-перевірочні пункти, що роблять у встановлений термін перевірку усіх вимірювальних інструментів, приладів і пристосувань, застосовуваних у цеху, що обслуговується. Цехові контрольні-перевірочні пункти підкоряні начальнику центральної вимірювальної лабораторії (ЦВЛ).

Центральна вимірювальна лабораторія, що повинна бути на кожному машинобудівному заводі, входить до складу загальнозаводського відділу технічного контролю; її функції, що відносяться до постановки вимірювальної техніки на заводі, різноманітні, до числа їхньої відносяться: розробка методів контролю засобів виміру, що застосовуються на заводі; керівництво роботою контрольних-перевірочних пунктів; юстировка, перевірка й атестація вимірювальних приладів заводу; надання допомоги цехам по розробці ними методів виміру виробів, що випускаються; перевірка складних засобів виміру, що не можуть бути перевірені на контрольних-перевірочних пунктах; дослідження причин виникнення браку через неточність розмірів і т.д.

Контроль у залежності від форми організації роботи, виду і характеру контрольних операцій проектується для виконання:

- а) безпосередньо на робочому місці на верстаті або біля верстата, на автоматичних верстатних лініях, на складальному місці, на складальних поточкових лініях (конвеєрах);
- б) на спеціальних контрольних пунктах;
- в) у контрольному відділенні цеху.

Контроль, виконуваний у цехах, проектується наступних видів:

- а) летучий, б) проміжний, в) остаточний; крім того, по ступені охоплення продукції, що перевіряється, контроль може бути суцільний і вибірково-вий.

Летучий контроль виконується у формі періодичних перевірок деталей у процесі їхнього виготовлення для попередження масового шлюбу. Найбільш ефективним методом летучого контролю є статистичний контроль, застосовуваний у серійному і масовому виробництві.

Летучому контролю піддаються перші деталі, оброблені після налагодження або переналагодження верстата, а інші деталі – після визначених операцій. Результати контрольних вимірів деталей відзначаються в картках установленної форми або на графіку статистичного контролю. У випадку виявлення відхилення від розмірів, що допускаються, або наближення розмірів до границь відхилень, що допускаються, контролер сповіщає про це майстрові, що повинний ужити необхідних заходів до усунення виявлених відступів. Після усунення дефектів і перевірки знову оброблених деталей контролер дає висновок про можливість продовжувати їхню обробку.

Проміжний контроль виробляється між операціями, коли деталь пройшла одну операцію і повинна надійти на наступну; цей вид контролю називається також межопераційним. Місце виконання самого процесу перевірки залежить від форми організації роботи, а також від розміру і ваги деталей.

При одиничному і серійному виробництві деталі, як правило, після проміжних операцій направляються для перевірки на контрольні площадки, причому в першому випадку деталі направляються одиничними екземплярами, у другому випадку - партіями; деталі великих розмірів перевіряються безпосередньо у верстатів. При поточно-серійному і поточно-масовому виробництві перевірка деталей завжди виробляється у верстатів (або між верстатами). Контрольні площадки для міжопераційного контролю при плануванні устаткування по типовій ознаці розташовуються наприкінці кожної групи верстатів даного найменування. При розташуванні верстатів один по одному технологічних операцій контрольні площадки розташовуються у верстатів, що виконують ті операції, після яких виробляється контроль.

Остаточний контроль виробляється після закінчення всіх операцій, тобто після повної обробки деталі. Перевірку виконують, як правило, у контрольному відділенні, куди ці деталі надходять після останньої операції. Великі і важкі деталі перевіряються безпосередньо у верстатів або на верстаті. Остаточний контроль передбачає перевірку розмірів і геометричної форми, перевірку якості обробленої поверхні й у деяких випадках механічних властивостей деталі.

Остаточному і проміжному контролю можуть піддаватися або всі деталі (суцільний контроль), або частина їх на вибір (вибірковий контроль). Вибірковому контролю піддається установленний відсоток деталей. У випадку виявлення при цьому контролі відхилень від розмірів, що допускаються, при обробці в потокових лініях усі наступні деталі піддаються суцільному контролю, надалі до усунення виявлених відхилень. Найбільш складні і відповідальні деталі іноді піддають повторному вибірковому контролю з метою додаткової перевірки якості деталей і роботи контролерів.

У складальних цехах контролю піддаються окремі з'єднання, вузли, механізми і цілі машини. Обов'язковій перевірці підлягають усі відповідальні з'єднання і вузли і ті складальні операції, при виконанні яких можливі неправильність, неточність сполученні і взаємному розташуванні деталей, що з'єднуються.

Менш відповідальні операції піддаються летучому контролю, тобто перевіряються періодично.

Похибки, що виникають при виконанні зборки деталей у різні з'єднання,

можуть відбуватися по різних причинах, до числа яких відносяться:

а) установлення неправильних конструктивних зазорів;

б) неточне регулювання взаємного положення деталей, що з'єднуються;

в) перекося деталі, що утворюються через неправильну посадку деталей при їхньому сполученні;

г) наявність залишкових деформацій, викликаних силами, прикладеними для з'єднання деталей;

д) скривлення й інші деформації й ушкодження деталей, що виникли при їх переверненні і переміщенні в процесі зборки і при транспортуванні;

е) пружні деформації базової (основний) деталі об'єкта, що збирається, виниклі при її закріпленні;

ж) деформації деталей через зміну внутрішніх напружень.

Допуски на обробку і посадки для деталей, що сполучаються, регламентовані загальносоюзними стандартами, сукупність яких складає єдину обов'язкову державну систему; тому контрольному відділенню необхідно мати всі основні дані для кожної деталі і вузла з указівкою допусків, обраних посадок (зазорів і натягів) і їх обґрунтуванням, а також із указівкою способу обробки, що забезпечує заданий допуск і посадку.

Для перевірки розмірів деталей контрольне відділення, крім калібрів, загальних вимірювальних інструментів і приладів, повинне мати у своєму розпорядженні спеціальні пристосування, що полегшують і прискорюють перевірку деталей. У складальних цехах широко застосовуються пристосування для перевірки окремих з'єднань і зібраних вузлів, що спрощують виконання контрольних операцій, підвищують точність перевірки, зменшують час, необхідне на перевірку. До числа таких пристосувань відносяться, наприклад, пристосування для перевірки перпендикулярності осей, правильності розташування частин у зібраному вузлі або машині; пристосування до вимірювальних інструментів, що допускають можливість промірів у важкодоступних місцях; пристосування для регулювання і т.д.

У крупносерійному і масовому виробництві для забезпечення взаємозамінності і проведення точних вимірів необхідно застосовувати по можливості найбільш продуктивні контрольні пристосування і прилади.

Для вибіркової перевірки деталей при налагодженні операцій використовують налагоджувальні контрольні пристосування, постачені вимірювальними голівками з індикаторами і мініметрами. Для суцільної перевірки деталей застосовуються прийомні контрольні пристосування, постачені вимірювальними голівками світлофорного типу, що світловими сигналами указують улучення розмірів деталі в допуск або вихід з нього. Ці пристосування застосовні для високопродуктивних технологічних процесів поточкових ліній, тому що велика пропускна здатність пристосувань може відповідати темпові роботи цих ліній.

Найбільш ефективні автоматичні верстатні контрольні пристрої, що вимірюють деталі в процесі обробки їх на верстатах. Завдяки цим пристосуванням підвищується продуктивність верстатів, тому що виключається необхідність зупинки їх для проміру деталей і представляється можливість одночасного обслуговування декількох верстатів, постачених автоматичними пристроями для виміру.

В автоматичних поточкових лініях, де деталі надходять на перевірку безупинно, час на контрольні операції, включені в лінію, повинне відповідати тактові роботи даної лінії; це досягається за рахунок застосування контрольно-сортувальних автоматів, що включаються в автоматичну лінію верстатів і роблять вимір деталей і сортування їхній по розмірних групах без участі людини.

Доцільно пристрій контрольних пунктів між верстатами; при наявності їх усувається необхідність транспортування деталей у контрольне відділення, розташоване наприкінці лінії верстатів, і назад до верстатів. Особливо необхідний пристрій контрольних пунктів при масовому і серійному виробництві, коли верстати розставлені в порядку технологічних операцій і робота йде по поточковому принципі. Контрольні пункти розташовуються не після кожної операції, а тільки у верстатів, що виконують основні технологічні операції.

Для контролю окремих з'єднань і механізмів необхідно встановлювати столи біля робочих місць збирачів; при зборці на конвеєрах необхідно між робітниками місцями збирачів залишати місця для виконання контрольних операцій.

Для найбільш раціонального виконання контролю варто розробляти його технологічний процес. При наявності розробленого процесу контролю контролери (або бракувальники) будуть виконувати перевірку деталей не за своїм розсудом або особистою практикою, а за встановленим планом контрольних операцій, обумовленими методами й інструментами й у належній стадії обробки.

Розробка технологічного процесу контролю оформляється у виді карт, що повинні містити:

1) план контрольних операцій, у якому повинні бути приведені порядок операцій, опис операцій і метод їхнього виконання;

2) ескіз, що ілюструє процес виконання контрольної операції та зображуючи положення деталі, що перевіряється, і вимірювального інструмента при перевірці даного розміру;

3) указівка, які поверхні і розміри й у яких місцях перевіряються в даній операції і які допускаються відхилення від номінальних розмірів;

4) указівка, яким вимірювальним інструментом треба користуватися для виконання контрольної операції, його найменування, тип, номер;

5) указівка, яке пристосування потрібно для виробництва виміру, його найменування, номер;

6) вид контролю відповідно до зазначеного вище класифікації;

7) указівка, у якій стадії виготовлення даної партії деталей виконується контроль, і яка кількість деталей з партії контролюється;

8) місце виконання контрольних операцій;

9) норма часу на виконання даної контрольної операції даної деталі;

10) кваліфікація виконавця контрольної операції.

В усіх випадках контрольні операції необхідно включати в технологічну карту обробки деталей і зборки вузла і виробу. При докладній розробці процесу контролю карту контролю варто додавати до технологічної карти обробки деталі.

Розташовуючи зведеннями, зазначеними в карті контролю, можна підрахувати необхідне для виконання контрольних операцій усіх деталей по річній програмі кількість вимірів, кількість інструмента і пристосувань, загальну витрату часу, кількість контролерів, а звідси – необхідні площі для контрольних пунктів і відділення.

Докладний розрахунок потрібної кількості працівників контролю, виконуваний на основі технологічних карт контролю, вимагає значного часу і тому його роблять у рідких випадках. Звичайно розрахунок ведеться укрупнено по практично встановленому процентному відношенню кількості контролерів і бракувальників до кількості робітників-верстатників, причому величина відсотка приймається в залежності від виду виробництва й обсягу контрольних робіт.

При серійному виробництві кількість контролерів і бракувальників складає приблизно 5-7% від числа верстатників, при масовому виробництві – 12-15%, а іноді і вище, наприклад у виробництві шарикопідшипників доходить до 20-25%. Застосування найбільш продуктивних контрольних вимірювальних приладів і пристосувань, контрольних-сортувальних напівавтоматів і автоматів, автоматичних контрольних пристроїв для контролю в процесі обробки, безсумнівно, зменшує потреба в працівниках контролю, і тому зазначені вище зразкового процентного співвідношення підлягають відповідному коректуванню.

Площі контрольних пунктів і контрольного відділення можна визначити на підставі планування всіх робочих місць працівників контролю, необхідного устаткування й інвентарю.

Для виміру виробів у контрольному відділенні повинні бути перевірені плити з усіма необхідними приналежностями, а також столи для контролерів (бракувальників), на яких вони роблять огляд, виміри і сортування деталей.

Для збереження вимірювальних інструментів і приладів у контрольному Відділенні встановлюють столи і заklenі шафи. Для тимчасового гранування деталей у процесі контролю влаштовуються стелажі, розділені на гнізда для визначених деталей, спеціальні столи, стійки, підставки. Робочі місця контролерів повинні мати гарну освітленість, раціональне планування робочого інвентарю, зручне розташування. У контрольному відділенні повинна підтримуватися нормальна температура (20° С).

Спрощено площа контрольного відділення визначають виходячи з числа контрольних працівників, що розташовуються на даній площі, вважаючи при цьому на одну людину 5-6м² і роблячи надбавку для розташування інвентарю, устаткування і проходів шляхом множення величини загальної площі на коефіцієнт 1,5-1,75. Розміри контрольних площадок можна приймати рівними 2×2 або 2,5×2,5. Часто площа контрольного відділення визначають укрупнено по процентному відношенню до верстатної площі. Звичайно площа контрольного відділення складає 3-5% від площі верстатного відділення.

Контрольне відділення розташовується в механічному цеху по шляху руху деталей у складальний цех, перед проміжним складом.

5.3. Економічна частина виробництва

5.3.1. Визначення фонду заробітної плати виробничих працівників

Фонд заробітної плати верстатників містить в собі тарифний фонд, доплачування за роботу в нічний час, святкові та вихідні дні за прогресивними розцінками, виплату пільгових годин (Кдоп), премії за результатами роботи (Кпр).

1. Основна заробітна плата верстатників визначається за формулою:

$$ЗП_{o(v)} = T_{\text{труд}} \times C_r = 57133 \times 2,455 = 140262 \text{ грн}$$

Зарплата одного верстатника

$$ЗП_{o(v)} = ЗП_{o(v)} / 12 \times P_v = 140262 / 12 \times 27 = 433 \text{ грн.}$$

2. Додаткова заробітна плата верстатників складає 10% від $ЗП_{o(v)}$

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_o \times 0,1 = 140262 \times 0,1 = 14026 \text{ грн}$$

3. З врахуванням преміальних доплат ЗП верстатника складає

$$\Phi ЗП_v = (ЗП_o + ЗП_{\text{д}}) \times 1,45 = (140262 + 14026) \times 1,45 = 223718 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{o(v)} = \Phi ЗП_v / 12 \times P_v = 223718 / 12 \times 27 = 691 \text{ грн}$$

5.3.2. Визначення фонду заробітної плати допоміжних робочих, ІП, ОКП та МОП

Розрахунки визначаються на основі тарифних ставок, посадових окладів і прийнятої кількості працюючих.

Обслуговування окремої дільниці механічного цеху проводиться за-гальноцеховим персоналом. В цьому випадку річна заробітна плата в гривнях допоміжних робочих, ІТП, ОКП і МОП, визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{доп.од} \times ЗПо \times КПр \times 1,25 = 12 \times 5 \times 433 \times 1,3 \times 1,25 = 42218 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{ОКП.р.} = 12 \times P_{ІТП} \times ЗПо \times Кпр \times 1,4 = 12 \times 4 \times 433 \times 1,5 \times 1,4 = 43647 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{ОКП.з.} = 12 \times P_{ОКП} \times ЗПо \times Кпр \times 1,1 = 12 \times 1 \times 433 \times 1,3 \times 1,1 = 7430 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{МОП.р.} = 12 \times P_{МОП} \times ЗПо \times Кпр \times 1,1 = 12 \times 1 \times 433 \times 1,3 \times 1,1 = 7430 \text{ грн}$$

Сумарна річна зарплата допоміжних робочих, ІТП, ОКП і МОП.

$$\Sigma \Phi ЗП_{д.р. доп, ІТП, ОКП, МОП} = 42218 + 43647 + 7430 + 7430 = 100725 \text{ грн.}$$

де $P_{доп}$; $P_{ІТП}$; $P_{ОКП}$; $P_{МОП}$ - розрахункова кількість персоналу;

$ЗПо$ - середньомісячна заробітна плата даної категорії працівників;

$Кпр$ - коефіцієнт преміювання із фонду матеріального стимулювання, складається з премії за положенням, яке розраховується в частинах річного фонду заробітної плати і складає для допоміжних робочих $0,2 \div 0,3$, для ІТП – $0,3 \div 0,5$, для МОП – $0,10 \div 0,20$; премія за підсумками за рік, рівний 10-денному заробітку працівників за категоріями.

Загальний фонд оплати праці на дільниці складає:

$$\Phi ОП = \Phi ЗП_{ВЕРСТ} + \Sigma \Phi ЗП_{д.р.} \cdot P_{ІТП, МОП, ОКП} = 223718 + 100725 = 324443 \text{ грн.}$$

Середня зарплата по дільниці складає:

$$ЗП_{д} = \frac{\Phi ОП}{12 \times P_{шт}} = \frac{324443}{12 \times 38} = 712 \text{ грн.}$$

Відрахування до фонду соцстрахування (52% від $\Phi ОП$):

$$Вс.с = \Phi ОП \times 0,52 = 324443 \times 0,52 = 168710 \text{ грн.}$$

5.3.3. Розрахунок собівартості деталі

Собівартість деталі – це виражені в грошовій формі витрати підприємства для виробництва та збуту виробів.

Калькулювання – процес розрахунку собівартості на одиницю виробів, а оформлений розрахунок цих витрат виробництва називають калькуляцією.

Таблиця 5.10. Відомість калькуляції цехової собівартості

Стаття затрат	Розрахунок	Значення, грн	
		Завод	Проект
1	2	3	4
1 Сировина та матеріали	$\Pi_0 = \Pi \times M_1$		
1.1 Ціна заготовки	$V_{м(пр)} = 2,4 \times 13,5 = 32,4$ $V_{м(з)} = (1,8 \times 25,2) + 0,8 = 46,16$	46,16	32,4
1.2 Зворотні відходи	$V_{відх} = (M_2 - M_3) \times \Pi_{відх}$ $V_{відх(пр)} = (13,5 - 9,0) \times 0,68 = 3,06$ $V_{відх(з)} = (25,2 - 9,0) \times 0,68 = 11,01$	11,01	3,06
1.3 Транспортні заготівельні витрати	$P_{тр} = B_2 \times K_{тр}$ $P_{тр(пр)} = 32,4 \times 0,1 = 3,24$ $P_{тр(з)} = 46,16 \times 0,1 = 4,62$	4,62	3,24
РАЗОМ	$B_m = B_2 + P_{тр} - V_{відх}$ $B_{м(пр)} = 32,4 + 3,24 - 3,06 = 32,58$ $B_{м(з)} = 46,16 + 4,62 - 11,01 = 39,77$	39,77	32,58
2 Основна заробітна плата	$ЗП_0 = C_r \times T_{шт}/60$ $ЗП_{0(пр)} = 2,455 \times 46,32 / 60 = 1,9$ $ЗП_{0(з)} = 2,455 \times 66 / 60 = 2,7$	2,7	1,9
3 Додаткова зарплата (1%) КПЗдод = 10...21%	$ЗП_д = ЗП_0 \times K_д$ $ЗП_{д(пр)} = 1,9 \times 0,1 = 0,19$ $ЗП_{д(з)} = 2,7 \times 0,1 = 0,27$	0,27	0,19
4 Відрахування на соціальне страхування (52%)	$V_{с.с.} = (ЗП_0 + ЗП_д) \times K_{с.с.}$ $V_{с.с.(пр)} = (1,9 + 0,19) \times 0,52 = 1,09$ $V_{с.с.(з)} = (2,7 + 0,27) \times 0,52 = 1,54$	1,54	1,09
5 ВВЕОзав = (180%) Витрати на вміст та експлуатацію обладнання ВВЕОпр = (200%)	$P_{об} = ЗП_0 \times K_{об}$ $P_{об(пр)} = 1,9 \times 2 = 3,8$ $P_{об(з)} = 2,7 \times 1,8 = 4,86$	4,86	3,8
6 Цехові витрати Кн.в.(зав.) = (50%) = 0,5 Кн.в.(пр) = (40%) = 0,4	$P_{ц} = ЗП_0 \times K_{ц}$ $P_{ц(пр)} = 1,9 \times 0,3 = 0,57$ $P_{ц(з)} = 2,7 \times 0,5 = 1,35$	1,35	0,57
Разом „Цехова собівартість”	$C_{цех} = B_m + ЗП_0 + ЗП_д + V_{с.с.} + P_{об} + P_{ц}$ $C_{ц(пр)} = 32,58 + 1,9 + 0,19 + 1,09 + 3,8 + 0,57 = 40,13$ $C_{ц(з)} = 39,77 + 2,7 + 0,27 + 1,54 + 4,86 + 1,35 = 50,49$	50,49	40,13

Собівартість випуску розраховується за формулою:

$$C_{вип} = C_{цех} \times P_{вип} = 40,13 \times 74000 = 2970 \text{ тис.грн.}$$

5.3.4. Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються за формулою:

$$\Delta K = (K_{н.обл.} + K_{дем.} + K_{оск.} + K_{техпр.} - L) \times K_{н.в.}, \text{ тис.грн}$$

де $K_{н.обл.}$ – капітальні вкладення на нове обладнання;

$K_{дем.}$ – капітальні вкладення на демонтаж старого і монтаж нового обладнання (0,05...0,1) від залишкової вартості обладнання;

$K_{осн}$ – капітальні вкладення на оснастку = 2000 грн;

$K_{техпр.}$ – капітальні вкладення на технологічний процес = 0,1 тис. грн;

L – ліквідаційна вартість обладнання

$K_{ін.в.}$ – інші непередбачені витрати (5...10% від ΔK)

$$K_{н.обл.} = \sum_{i=1}^n V_{бал} \times P_{обл} \times K_{тзв} \times K_M = (210 \times 1) + (200 \times 4) + (280 \times 1) \times 1,05 \times 1,07 = 1449 \text{ тис. грн.}$$

де $V_{бал}$ – балансова вартість нового встановленого обладнання

$$2. \quad K_{дем} = \sum_{s=1}^n V_{зал} \times V_{обл.} \times K_{тзв} \times K_M = (40 \times 10) + (80 \times 2) \times (0,1 + 0,6) = 392 \text{ тис. грн.}$$

де $K_{зал}$ – коефіцієнт залишкової вартості старого обладнання (60...70% від первісної вартості обладнання)

K_d – коефіцієнт демонтажу та монтажу старого обладнання = 0,05...0,1 від залишкової вартості обладнання

$$K_{з.т.д.} = V_{тр.зас} = 24,18 \text{ тис. грн.}$$

$$3. \quad K_{осн} = V_{обл.} \times 0,001 = 2418,2 \times 0,001 = 2,42 \text{ тис. грн.}$$

$$4. \quad K_{техн.} = V_{техн.} \times C_{оп} = 0,0490 \times 10 = 0,49 \text{ тис. грн.}$$

$$5. \quad L = K_{дем} = 392 \text{ тис. грн.}$$

Якщо зношене обладнання не списують і потім не здають в металобрухт, а продають іншому виробництву або організації, тоді ліквідаційна вартість обладнання буде дорівнювати залишковій вартості. ($L = K_{дем}$)

Отже капітальні вкладення будуть дорівнювати:

$$\Delta K = (1449 + 392 + 24,18 + 2,42 + 0,49 - 392) \times 1,07 = 1580 \text{ тис. грн.}$$

5.3.5. Техніко-економічні показники дільниці

Щодо зрівняння рівня виробництва в цехах або на дільниці необхідно мати комплекс: підсумкових даних, характеризуючи економічну сторону роботи спроектованої студентом дільниці.

Розрахунок собівартості одиниці виготовлюваної деталі на проектуючій дільниці необхідно порівнювати із заводською собівартістю деталі, яка виготовляється на базовому заводі. Результати порівняння занести в відповідні графі таблиці 5.11.

Таблиця 5.11. Комплекс техніко-економічних показників

Назва	Одиниця виміру	Числові значення
Випуск виробів		
Річний об'єм випуску заданих виробів:	шт.	74000
за трудомісткістю	н-г	57133
за цеховою собівартістю	тис.грн.	2970
Труд і кадри		
Загальна кількість працівників в тому числі:		
основних робітників	чол	27
допоміжних робітників	чол	5
ІТП	чол	4
ОКП	чол	1
МОП	чол	1
Середній тарифний розряд основних робочих		3,48
Цехова собівартість деталі	грн	40,13
Трудомісткість виготовлення деталі	хв	46,32
Фонд заробітної плати на дільниці	грн	324443
Середньорічна заробітна плата одного робітника	грн	691
Обладнання та виробнича площа		
Кількість обладнання	шт.	17
Балансова вартість обладнання	тис.грн.	2418,2
Балансова вартість ОВФ	тис.грн.	2563
Підсумкова потужність обладнання	кВт	178
Середня одинична потужність обладнання	кВт	10,47
Середнє завантаження обладнання	%	86,6
Виробнича площа дільниці	м ²	442
Виробнича площа на одиницю обладнання	м ²	20
Показники економічної ефективності		
Ріст продуктивності праці	%	44,5
Зниження собівартості деталі	%	20,52
Зниження трудомісткості на 1 деталь	%	29,82
Додаткові капітальні вкладення	тис.грн.	1580
Умовна річна економія	тис.грн.	767
Термін окупності	років	2,06
Економія верстатників	чол.	12
Річний економічний ефект	тис.грн.	530

5.3.6. Результативна частина економічного розподілу

Важливою частиною розрахунків економічної ефективності являється визначення собівартості виробів. Розрахунок собівартості за порівнювальними варіантами (проект та заводські дані) ведеться за змінювальними статтями витрат або на одиницю виробів або на річний об'єм випуску.

При цьому для зрівнювання показників об'єми річного випуску виробів повинні бути прийняті однаковими.

Розрахунок виконується на річний випуск деталей в кількості 82000 штук.

1. Умовно-річна економія

$$E_{y.p} = (C_1 - C_2) \times \Pi_{np} \text{ тис. грн. } E_{y.p} = (50,49 - 40,13) \times 74000 = 767 \text{ тис. грн.}$$

2. Розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень визначається за формулою:

$$K_{\text{еф.р}} = \frac{E}{\Delta K} = \frac{767}{1580} = 0,485$$

3. Розрахунковий термін окупності проекту (виготовлення продукції)

$$T_{\text{ок.р}} = \frac{1}{K_{\text{еф.р}}} = \frac{1}{0,485} = 2,06 \text{ років}$$

4. Річний економічний ефект складає:

$$E_p = E_{y.p} - K_{\text{н.еф.р}} \times \Delta K = 767 - 0,15 \times 1580 = 530 \text{ тис. грн.}$$

5. НЧП (нормативно-чиста продукція) – один із основних оціночних показників госпрозрахункової діяльності виробництва матеріальних витрат і амортизації ОВФ, тобто включає зарплату працюючих, прибуток виробництва і відрахування на соціальне страхування.

$$\text{НЧП} = \text{ФОП}_{\text{заг}} \times K_{\text{с.стр}} \times K_{\text{в}} + (C_{\text{п.в}}^* \times K_{\text{пр}}); \text{ тис. грн}$$

$$\text{НЧП} = 324443 \times 1,52 \times 1,4 + (3297,5 \times 0,2) = 690,4 + 659,5 = 1350 \text{ тис. грн}$$

де ФОП заг – загальний фонд зарплати працюючих

$K_{\text{с.стр}}$ – середній коефіцієнт на страхування = 1,52

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт винагороди = 1,4

$C_{\text{п.в.}}$ – собівартість випуску продукції, тис. грн

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт прибутку = 0,18...0,25

6. Продуктивність верстатника за трудомісткістю

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{труд}}}{\text{Чверст}} = \frac{57133}{27} = 2116 \text{ н-год.}$$

7. Питома вага матеріальних витрат в собівартості деталі

$$M = \frac{B_{\text{заг}}}{C_{\text{дет}}} \cdot 100\% = \frac{9}{13,5} \cdot 100\% = 66,66 \%$$

8. Продуктивність верстатника за НЧП

$$\Pi_{\text{нч.в}} = \frac{\text{НЧП}}{P_{\text{верст}}} = \frac{1350}{27} = 50 \text{ тис. грн.}$$

9. Економія верстатників складає:

$$\Delta P_{\text{верст}} = \frac{(T_{\text{шк}} - T_{\text{шт.н.пр}}) \times P_{\text{в}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{н}} \times 60} = \frac{(66 - 46,32) \times 74000}{1840 \times 1,1 \times 60} = 12 \text{ верстатників}$$

Приймасмо $\Delta P_{\text{верст}} = 12$ чол.

10. Приріст продуктивності праці складає:

$$П_{пр} = \frac{\Delta P_{\text{верст}}}{P_{\text{верст.з}} - \Delta P_{\text{верст}}} \times 100 = \frac{12}{39 - 12} \times 100 = 44,5\% ;$$

де $P_{\text{верст.з}}$ - кількість верстатників на базовому заводі = 39 чол

11. Зміна обладнання дозволяє знизити цехову собівартість деталі на:

$$\Delta C_{ц} = \frac{C_{ц.з} - C_{у.пр}}{C_{у.з}} \times 100\% = \frac{50,49 - 40,13}{50,49} \times 100\% = 20,52\%$$

12. Зниження трудомісткості буде:

$$\Delta T = \frac{T_{шк.з} - T_{шк.пр}}{T_{шк.з}} \times 100 = \frac{66 - 46,32}{60} \times 100 = 29,82\%$$

ВИСНОВОК: Впровадження в виробництво проекту чого техпроцесу, економічно вигідно, тобто розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (0,485) більше нормативного (0,15), а розрахунковий термін окупасмості капітальних вкладень (2,06 роки) менше нормативного (6,7 років).

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та протипожежні заходи на дільниці

(Дивись методику виконання даного пункту в главі 10 пункт 10.1 с. 368)

6.2. Виробнича санітарія та гігієна праці

(Дивись методику виконання даного пункту в главі 10 пункт 10.2 с. 370)

6.3. Виробниче освітлення на дільниці

В цьому розділі я вказую, які види освітлення я використовую на проектуючій дільниці. Оскільки механічні дільниці (цехи) працюють в основному в дві зміни, то освітлення їх здійснюється як природним, так і штучним шляхом.

Необхідно вказувати розташування освітлених прольотів та визначити коефіцієнт освітленості.

Також потрібно показати, яке штучне освітлення на дільниці та виконати розрахунок освітлення, тобто, визначити кількість електроламп та потужність їх.

Санітарні норми вимагають, щоб в виробничих будівлях повсякчас улаштування, виключаючи забруднення повітря робочої зони, в бокових приміщеннях установлюються вентиляційні системи, які називається організований та регулюючий повітрообмін, забезпечуючи видалення із приміщення забрудненого повітря та подавання на місце видаленого свіжого чистого повітря. При описі цього питання дипломник повинен вказати, яка вентиляція застосовується на дільниці в цілому та при кожному верстаті.

Природне освітлення - бокове.

Відносно розряду приміщення за зоровими умовами роботи III відношення площі засклених прорізів до площі дільниці рекомендується приймати від 1:5 до 1,5. Приймаємо це відношення рівним 1:5. Тоді площа світлових прорізів повинна бути рівна:

$$S_{CB} = \frac{S_{зм}}{5} = \frac{442}{5} = 88,4 \text{ м}^2$$

За умовами планування ці намічаємо освітлення його природним світлом за допомогою трьох засклених прорізів, кожний розміром $2 \times 3,5$ м. Штучне освітлення - комбіноване світильниками з лампочками розжарювання.

Наприклад: Виходячи із розмірів об'єктів різності 0,5-1 мм для розряду робіт IV г норми освітлення робочих поверхонь складає за комбінованим освітленням 300 лк, за загальним 100 лк (лампи розжарювання)

Загальне освітлення.

1 При висоті дільниці $H = 6$ м, відстані світильника від стелі $h_c = 1$ м та висоті робочого місця верстатника $h_{pm} = 1,2$ м висота підвіски світильника складає:

$$H_c = H - h_c - h_{pm} = 6 - 1 - 1,2 = 3,8 \text{ м}$$

2 Приймаємо прямокутне розміщення світильників з лампами розжарювання, для якого відстань між ними:

$$L = 1,5 \times 3,8 = 5,7 \text{ м}$$

3 Кількість світильників:

$$n_c = \frac{S}{L^2} = \frac{442}{5,7^2} = 13,6 \text{ шт}$$

Приймаємо 14 світильників.

4 Показник приміщення.

$$\rho = \frac{a \times b}{H_c \times (a + b)} = \frac{12 \times 8,6}{3,8 \times (12 + 8,6)} = 1,43$$

де a і b - відповідно довжина і ширина дільниці, м.

5 В цьому випадку коефіцієнт світлового потоку буде дорівнювати $\eta_c = 0,35$.

6 Світловий потік одного світильника

$$F_p = \frac{E_n \times S \times k \times X}{\eta_c \times n} = \frac{100 \times 442 \times 1,4}{0,35 \times 14} = 12629 \text{ лм}$$

де E_n - норма загального освітлення, лк.

k - коефіцієнт запасу світлового потоку.

X - коефіцієнт нерівномірності освітлення.

За світловим потоком вибираємо для загального освітлення лампочки розжарювати типу Г - 220 - 750 із світловим потоком $F_\phi = 13100$ лм (ГОСТ 2239 - 82) в арматурі УПМ - 750.

При прийнятих лампочках фактичне освітлення робочих місць світильниками загального освітлення складає:

$$E_{\phi} = E_N \times \frac{F_{\phi}}{F_p} = 100 \times \frac{13100}{12629} = 104 \text{ лк}$$

що цілком задовольняє вимогам проекту та санітарних норм.

Місцеве освітлення.

1 Вимоглива освітленість робочого місця місцевим освітленням:

$$E_M = E_K - E_O = 300 - 104 = 196 \text{ лк.}$$

де E_K - норматив освітленості комбінованим освітленням, лк;

E_O - фактична освітленість загальним освітленням, лк.

2 Необхідний світловий потік світильника місцевого освітлення,

$$F_N = E_M \times S_{PM} = 196 \times 1,5 = 294 \text{ лм;}$$

де S_{PM} - освітлююча місцевим освітленням площа робочого місця, м².

3 Відносно вимогам світлового потоку вибираємо лампу - світильник місцевого освітлення з відбивним дифузним шаром.

Тип лампи - світильника МОД36 - 40, напруга 36В, потужність 40Вт, світловий потік 400 лм.

Вентиляція передбачається природна через фрамуги світлових прорізів та механічна витяжна вентиляція за допомогою вентиляційної установки. Проводимо розрахунок механічної вентиляції за об'ємом виробничого приміщення

$V = 4270$ м, коефіцієнта кратності повітрообміну $K = 1,2$ і напору вентилятора $H = 5,0$ МПа.

Продуктивність вентилятора

$$Q_B = k \times V = 1,2 \times 4270 = 5124 \text{ м}^3/\text{годину}$$

За продуктивністю і напором приймаємо вентилятор загального призначення радіальний типу В - Ц4 - 70 N 6,3 з продуктивністю $Q_B = 7500$ м³/год, напором $H_B = 5,0$ МПа і коефіцієнтом корисної дії $\eta_k = 0,8$

Знаходимо потужність двигуна:

$$P = K_3 \times \frac{Q_B \times H_B}{3600 \times 102 \times \eta_k \times \eta_n} = \frac{5124 \times 5,0}{3600 \times 102 \times 0,8 \times 0,95} = 1,34 \text{ кВт}$$

де K_3 - коефіцієнт запасу потужності двигуна;

η_n - коефіцієнт корисної дії передачі

Приймаємо електродвигун типу 4А100L6 потужністю $P = 2,2$ кВт та числом обертів $n = 960 \text{ хв}^{-1}$.

6.4. Захист від шуму та виробничих вібрацій

(Дивись методику виконання даного пункту в главі 10 пункт 10.4 с. 377)

6.5. Розрахунок захисного заземлення на дільниці

Обладнання дільниці живиться струмом напругою 380 В., сіль загального освітлення - 220 В, місцевого - 36 В.

Внутрішній контур заземлення, до якого підключаються корпуси обладнання, укріплюються на стінах приміщення на 20 см від підлоги. Зовнішній контур розміщується на глибині 0,7 м з винесеним розміщенням заземлювачів. Застосовано до силової сіті з ізольованою нейтраллю виконуємо розрахунок захисного заземлення.

Приймаємо: максимально допустиме за ПУЕ (правилами устаткування електроустановок) опір заземлюючого контуру $R_3 = 40 \text{ Ом}$; заземлювачі із кутової рівнобічної сталі номер 5, довжина заземлювачів 2,8 м; контур зовнішній виконується сталюю стрічкою перетином 4×40 питомий опір ґрунту $\rho = 1,8 \times 10^4 \text{ Ом см}$.

Еквівалентний діаметр кутової сталі

$$d_{к.с.} = 0,95 \times b = 0,95 \times 5 = 4,75 \text{ см.}$$

де b - ширина сторін кутової сталі, см.

За номограмою знаходимо опір одиничного заземлювача. Він складає $R_0 = 66 \text{ Ом}$.

Потрібна кількість заземлювачів

$$m = \frac{R_0 \times \eta_c}{R \times \eta_e} = \frac{66 \times 1,1}{4 \times 0,9} = 20,2 \text{ шт.}$$

де η_c - коефіцієнт сезонності;

η_e - коефіцієнт екранування заземлювачів. Приймаємо до встановлення 20 заземлювачів. Довжина з'єднувальної смуги

$$L_c = 1,05 \times a \times m = 1,05 \times 2 \times 2,8 = 124 \text{ м.}$$

де a - відстань між сусідніми заземлювачами, м.

За графіком знаходимо опір з'єднувальної смуги. Він складає $R_e = 4,5 \text{ Ом}$. Знаходимо результативний опір проектуючого захисного заземлення.

$$R_{з_p} = \frac{1}{\frac{\eta_{ев}}{R_c} + \frac{m \times \eta_з}{R_0}} = \frac{1}{\frac{0,6}{4,5} + \frac{20 \times 0,9}{66}} = 2,4 \text{ Ом}$$

де R_c - опір з'єднувальної смуги, Ом;

R_0 - опір одиничного заземлювача, Ом;

m - кількість заземлювачів, шт;

$\eta_з$ - коефіцієнт екранування заземлювачів (0,7 - 0,9);

$\eta_{ев}$ - коефіцієнт взаємного екранування між заземлювачами та з'єднувальною смугою (0,6... 0,8).

Розраховане заземлення задовольняє вимогам, тому що

$$R_{з_p} < R_3 \quad (2,4 < 4,0)$$

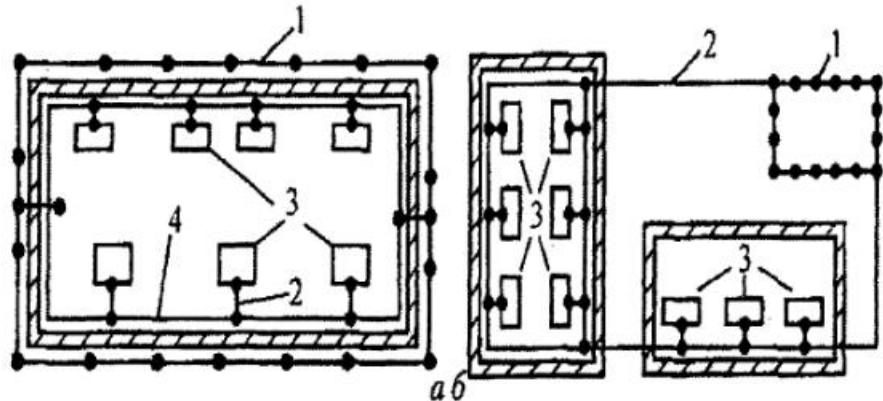


Рисунок 6.1. Схема розміщення заземлення

6.6. Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на ділянці
 (Дивись методику виконання даного пункту в главі 10 пункт 10.6 с. 380)

6.7. Охорона навколишнього середовища на виробництві
 (Дивись методику виконання даного пункту в главі 10 пункт 10.7 с. 381)

Вступ

1 Загальний розділ

1.4 Коротка відомість про деталь, технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі

1.5 Матеріал деталі та його властивості

1.6 Аналіз технологічності деталі

2 Технологічний розділ

2.1 Визначення типу виробництва

2.2 Вибір виду та методу отримання заготовки

2.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

2.4 Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів.

2.5 Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них ($\delta_{заг.}$, δ_1 , δ_2 , δ_3).

2.6 Розрахунок припусків на обробку поверхні аналітичним методом та установлення проміжних розмірів з граничними відхиленнями.

2.7 Аналіз заводського техпроцесу.

2.8 Розробка плану прогресивного технологічного процесу.

2.9 Визначення режимів різання та норм часу на токарно-автоматну операцію аналітичним методом.

2.10 Визначення режимів різання та норм часу на зубофрезерну операцію аналітичним методом.

2.11 Техніко-економічне порівняння двох варіантів однієї операції

2.12 Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом.

3 Конструкторський розділ

3.1 Опис конструкції пристосування

3.2 Визначення похибок базування

3.3 Визначення зусиль затискання деталі

3.4 Проектування і розрахунок ріжучого інструмента

3.5 Проектування і розрахунок вимірювального інструмента

4 Наукова частина

4.1 Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя

5 Економічний розділ

5.1 Розрахункова частина виробництва

5.1.1 Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження

5.1.2 Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів

5.1.3 Визначення чисельності працюючих на дільниці

5.1.4 Визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду та середньопогодишньої тарифної ставки основних робочих

5.2 Організаційна частина проекту

5.2.1 Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці

5.2.5 Організація транспортування виробів на дільниці

5.2.6 Організація інструментального господарства

5.2.7 Організація технічного контролю

5.3 Економічна частина виробництва

5.3.1 Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників

5.3.2 Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ІТП та МОП

5.3.3 Розрахунок собівартості деталі

5.3.4 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

5.3.5 Техніко-економічні показники

5.3.6 Результативна частина економічного розділу

6 Охорона праці

6.1 Виробнича санітарія та гігієна праці

6.2 Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці

6.3 Захист від шуму та виробничих вібрацій

6.4 Розрахунок захисного заземлення на виробничій дільниці

6.7 Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці

6.8 Охорона навколишнього середовища на виробництві

Література

Додаток 1 Маршрутно – операційний техпроцес

Додаток 2 Специфікація

Додаток 3 Графічна частина проекту

ВСТУП

Перед працівниками виробництв стоїть задача навчитися ефективно господарювати, вміло виявляти та використовувати внутрішньовиробничі резерви. Належить покращити систему освіти кадрів. Необхідно також активізувати людський фактор, добитися того, щоб кожен на своєму місці працював з належною совістю і повною віддачею.

Машинобудування являється важливою галуззю народного господарства що визначає рівень та темп розвитку усіх інших галузей промисловості сільськогосподарства, енергетики, транспорту і інше. Швидкий розвиток машинобудівельного виробництва вимагало наукового вирішення питань, що зв'язані з виготовленням машин, що привело до виникнення науки щодо технології машинобудівництва.

Технологія машинобудівництва - це наука про виготовлення машин.

Стратегія розвитку машинобудування залишається в тому, щоб на основі типізації та уніфікації масових видів продукції різко збільшити її долю випуску в умовах серійного виробництва.

Дипломний проект виконаний з метою закріплення одержаних теоретичних знань та набуття навиків проектування механічної дільниці та розробки маршрутно-операційного процесу з введенням прогресивних методів обробки деталей на верстатах напівавтоматах.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка відомість про деталь, технічні вимоги. Технологічність конструкції деталі.

Деталь – “Зубчасте колесо”- шириною 60мм, зовнішнім $\varnothing 360d_{11}$, ділильним $\varnothing 350$ мм та діаметром маточини 100мм.

Деталь відноситься до класу “Зубчасті колеса”. Вага деталі $m=28$ кг.

Деталь входить в вузол канатоукладача і служить для передачі обертових моментів ходового валу.

Таблиця 1.1 Точність розмірів та шорсткість поверхонь

Найменування поверхні деталі.	Квалітет точності	Відхилення (допуск)	Шорсткість
Діаметри: зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 360d_{11}$ внутрішні циліндричні поверхні $\varnothing 60H8$	11(d11)	$\begin{matrix} (-0,21) \\ (-0,57) \end{matrix}$	Ra5
	8(H8)	$(+0,046)$	Ra1,25
Ширина $L=60$ мм	$\pm IT14/2$	$(\pm 0,37)$	Ra5

1.2 Матеріал деталі та його властивості

Для деталі “Зубчасте колесо” приймаємо конструкційну сталь 40X ГОСТ 4543-82

Таблиця 1.2 Хімічний склад сталі 40X ГОСТ 4543-82

Вуглець	Кремій	Марганець	Хром	Нікель	Сірка	Фосфор
				Небільше		
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,2 – 1,1	0,04	0,04

Таблиця 1.3 Механічний склад сталі 40X ГОСТ 4543-82

Твердість по Брінеллю	Тимчасовий опір $G_{т.о.}$ (МПа)	Границя текучості G_T (МПа)	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %
207..217	1000	800	10	45

1.3 Аналіз технологічності деталі

Якісна оцінка

Деталь відноситься до класу “Зубчасті колеса”, складається з поверхонь обертання (зовнішніх та внутрішніх) та торцевих поверхонь, не потребуючих складної форми заготовки. Для обробки деталей не потребує спеціального пристосування, спеціального ріжучого та вимірювального інструментів. Деталь простої форми, міцна та жорстка, всі поверхні для обробки доступні.

По кількісній оцінці деталь можна вважати технологічною.

Кількісна оцінка

По коефіцієнту уніфікації. $K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э.}$

де $Q_{у.э.}$ – Число уніфікованих елементів. $Q_{у.э.} = 16$.

$$Q_{э.} = 16. K_{у.э.} = 16 / 16 = 1. K_{у.э.} = 1 > 0,16.$$

Внаслідок по коефіцієнту уніфікації деталь вважається технологічною.

Найбільший квалітет точності розмірів деталі – Н8. Внаслідок по точності деталі вважається технологічною. Виготовлення деталі не потребує доводочних операцій, слідує й по шорсткості деталі технологічна.

2.1 Визначення типу виробництва

Тип виробництва визначають в залежності від кількості деталей, які належать обробці $P_v = 10\ 000$ шт. і маси деталі $m = 28$ кг.

Попередні дані для попередньої оцінки типу виробництва вибираємо з таблиці 3. [5]. Виробництво середньо-серійне. При середньо-серійному виробництві розраховуємо партію запуску деталей за формулою:

$$n_{\text{зап.}} = P_v / R_d \cdot g, \text{ шт.}$$

де $n_{\text{зап.}}$ - величина партії деталей, шт.

P_v - річний об'єм випуску деталей, шт.

R_d - число робочих днів за рік.

$$R_d = g - D_{\text{вих.}} - D_{\text{пр.}} = 365 - 104 - 8 = 253 \text{ днів.}$$

g - необхідний запас деталей на складі в днях, коливається в межах 5...8 днів, для мілких та середніх деталей $g = 8$, для крупних $g = 5...7$.

Приймаємо $g = 5$ днів.

$$n_{\text{зап.}} = P_v / R_d \cdot g = 10\ 000 / 253 \times 5 = 200 \text{ шт.}$$

Вибір виду та методу одержання заготовки

Деталь відноситься до класу "Зубчасті колеса". Для виготовлення деталі можна використовувати наступні два типи заготовок:

- 1 Поковка без отвору
- 2 Штамповка з отвором

Варіант 1 Поковка

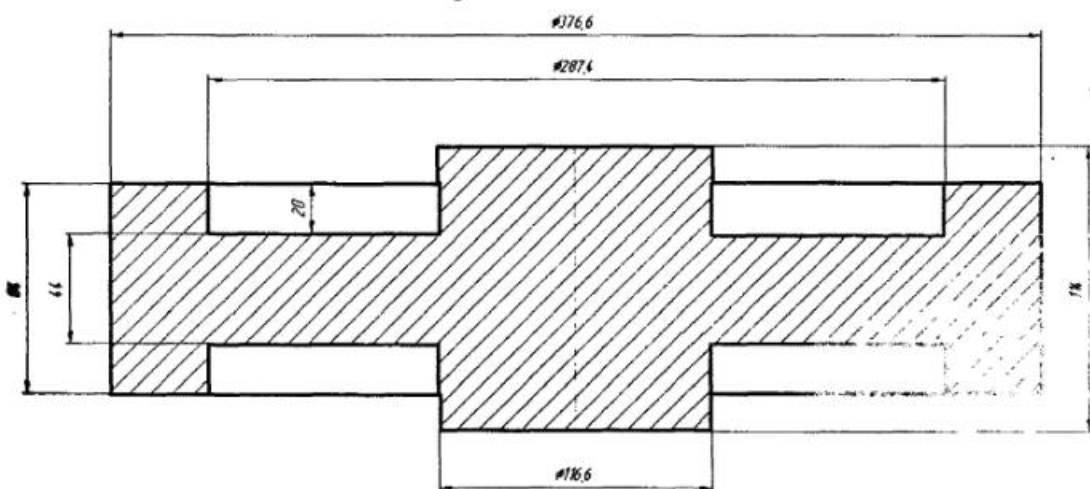


Рисунок 2 Заготовка-поковка

Варіант 2 Штамповка

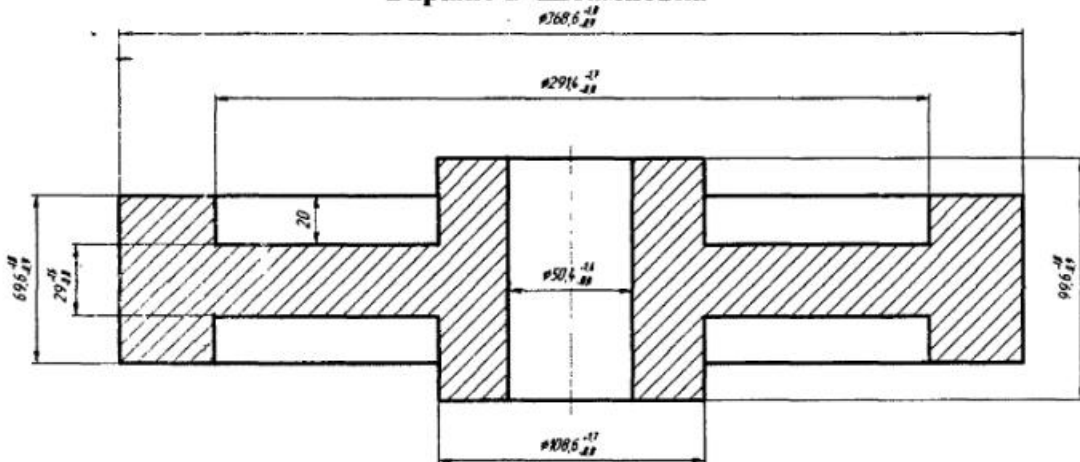


Рисунок 3 Заготовка-штамповка

2.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Техніко-економічне обґрунтування вибору типу заготівки проводимо по коефіцієнту використання матеріалу (Кв.м.) і по вартості варіантів заготовки.

Варіант 1 Заготовка-поковка

1 Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу, [3, стр. 25-26]

$$\text{Кв.м.} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}}$$

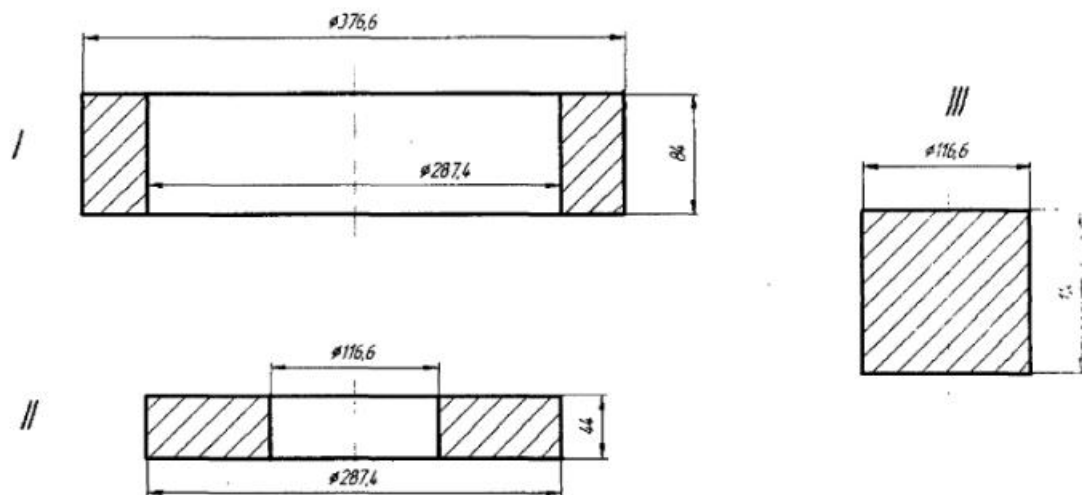
де $m_{\text{дет}}$ - маса деталі , кг. $m_{\text{дет}} = 28$ кг.

$M_{\text{заг}}$ - вага заготовки в , кг. $M_{\text{заг}} = V \times \gamma$, кг.

де V - об'єм заготівки , м^3 . γ - питома вага матеріалу,

$\gamma = 7800 \dots 7850$ $\text{кг}/\text{м}^3$.

Ескіз заготовки поковки для визначення її об'єму



2 Визначаємо об'єм заготовки

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3$$

де V_1 - об'єм 1-ої частини, V_2 - об'єм 2-ої частини, V_3 - об'єм 3-ої частини

$$V_1 = \frac{\pi (D_{\text{заг}1}^2 - D_{\text{заг}2}^2)}{4} \times L_{\text{заг}1} = \frac{3,14 \times (0,3766^2 - 0,2874^2)}{4} \times 0,084 = 0,003906 \text{ м}^3.$$

де $D_{\text{заг}1}$ - діаметр заготовки 1-ої частини;

$$D_{\text{заг}1} = D_{\text{ном}1} + 2\Pi_{\text{заг}D} = 360 + (2 \times 8,3) = 376,6 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{заг}2} = D_{\text{ном}2} - 2\Pi_{\text{заг}D} = 300 - (2 \times 6,3) = 287,4 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{заг}3} = D_{\text{ном}3} + 2\Pi_{\text{заг}D} = 100 + (2 \times 8,3) = 116,6 \text{ мм.}$$

$D_{\text{ном}1}$ - номінальний діаметр 1-ої частини,

$2\Pi_{\text{заг}D}$ - загальний припуск на дві сторони,

$L_{\text{заг}1}$ - розмір довжини 1-ої частини заготовки,

$$L_{\text{заг}1} = L_{\text{ном}1} + \Pi_{\text{заг}T1} + \Pi_{\text{заг}T2} = 60 + 12 + 12 = 84 \text{ мм.}$$

$L_{\text{ном}1}$ - номінальний розмір ступені великого діаметра.

$\Pi_{\text{заг}T1} + \Pi_{\text{заг}T2}$ - загальний припуск на торець, $12 + 12 = 24$ мм

$$V_2 = \frac{\pi (D_{\text{заг}2}^2 - D_{\text{заг}3}^2)}{4} \times L_2 = \frac{3,14 \times (0,2874^2 - 0,1166^2)}{4} \times 0,044 = 0,002383 \text{ м}^3.$$

де $L_{\text{заг}2} = L_{\text{ном}2} + 2\Pi = 20 + 12 + 12 = 44$ мм.

$L_{\text{заг}3}$ - розмір довжини 3-ої частини заготовки,

$$L_{3,2} = L_{\text{ном3}} = 90 + 12 + 12 = 114 \text{ мм.}$$

$$V_3 = \frac{\pi D^2}{4} \times L_3 = \frac{3,14 \cdot 0,1166^2}{4} \times 0,114 = 0,001217 \text{ м}^3$$

3 Розраховуємо загальний об'єм,

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 = 0,003906 + 0,002383 + 0,001217 = 0,007506 \text{ м}^3.$$

4 Вага заготовки-поковки:

$$M_{\text{заг1}} = V_{\text{заг1}} \cdot \gamma = 0,007506 \times 7800 = 58,55 \text{ кг}$$

5 Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг1}}} = \frac{28}{58,55} = 0,478$$

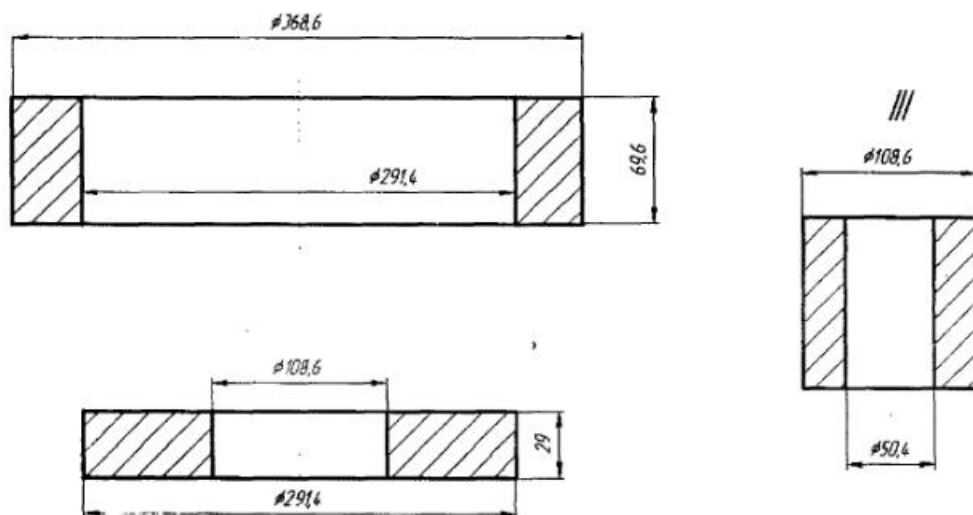
6 Розраховуємо вартість заготовки

$$C_{\text{заг1}} = \frac{C_{1\text{Тонни}}}{1000} \cdot M_{\text{заг1}} = \frac{2,4}{1000} \cdot 58,55 = 140,52 \text{ грн.}$$

де $C_{1\text{Тонни}}$ - вартість однієї тонни поковки.

Варіант 2 Заготовка-штамповка

Ескіз заготовки штамповки для визначення її об'єму



1 Визначаємо об'єм заготовки

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3$$

де V_1 - об'єм 1-ої частини, V_2 - об'єм 2-ої частини, V_3 - об'єм 3-ої частини,

$$V_1 = \frac{\pi (D_{\text{заг}1}^2 - D_{\text{заг}2}^2)}{4} \times L_{\text{заг}1} = \frac{3,14 \cdot (0,3686^2 - 0,2914^2)}{4} \times 0,0696 = 0,002701 \text{ м}^3.$$

де $D_{\text{заг}1}$ - діаметр заготовки 1-ої частини,

$$D_{\text{заг}1} = D_{\text{ном}1} + 2\Pi_{\text{заг}D} = 360 + [2 \times (4,0 + 0,3)] = 368,6 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг}2} = D_{\text{ном}2} + 2\Pi_{\text{заг}D} = 300 - [2 \times (4,0 + 0,3)] = 291,4 \text{ мм}$$

$D_{\text{ном}2}$ - номінальний розмір отвору.

$2\Pi_{\text{заг}D}$ - загальний припуск на дві сторони,

$L_{\text{заг}1}$ - розмір довжини 1-ої частини заготовки

$$L_{\text{заг}1} = L_{\text{ном}1} + 2\Pi_{\text{заг}T1} = 60 + (4,8 + 4,8) = 69,6 \text{ мм.}$$

$L_{\text{ном}1}$ - номінальний розмір довжини ступені великого діаметра;

$\Pi_{\text{заг}T1}$ - загальний припуск на торець і уступ.

$$V_2 = \frac{\pi (D_{\text{заг}1}^2 - D_{\text{заг}3}^2)}{4} \times L_{\text{заг}2} = \frac{3,14 \times (0,2914^2 - 0,1086^2)}{4} \times 0,029 = 0,001664 \text{ м}^3.$$

де $D_{\text{заг}3}$ - діаметр заготовки 3-ої частини,

$$D_{\text{заг}3} = D_{\text{ном}3} + 2\Pi_{\text{заг}D} = 100 + [2 \times (4,0 + 0,3)] = 108,6 \text{ мм.}$$

$D_{\text{ном}3}$ - номінальний діаметр 4-ої частини, 60мм

$2\Pi_{\text{заг}D}$ - загальний припуск на дві сторони, $(2 \times (4,0 + 0,8)) = 9,6 \text{ мм}$

$$D_{\text{заг}4} = D_{\text{ном}} - 2\Pi_{\text{заг}} = 60 - 9,6 = 50,4 \text{ мм}$$

$L_{\text{заг}2}$ - розмір довжини 2-ої частини заготовки, 20 мм

$$L_{\text{заг}2} = l_{\text{ном}2} + \Pi_{\text{заг}T2} = 20 + 4,5 + 4,5 = 29 \text{ мм}$$

$$l_{\text{заг}3} = l_{\text{ном}3} = 90 + 4,8 + 4,8 = 99,6 \text{ мм}$$

$l_{\text{ном}3}$ - номінальний розмір довжини 3-ої частини; 90 мм

$$V_3 = \frac{\pi \times (D_{\text{заг}5}^2 - D_{\text{заг}3}^2)}{4} \times l_{\text{заг}3} = \frac{3,14 \times (0,1086^2 - 0,0504^2)}{4} \times 0,0996 = 0,001719 \text{ м}^3$$

2) Розрахуємо загальний об'єм

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 = 0,002761 + 0,001664 + 0,000719 = 0,005144 \text{ м}^3$$

3 Вага заготовки-штамповки

$$M_{\text{заг} 2} = V_{\text{заг} 1} \times \gamma = 0,005144 \times 7800 = 40,12 \text{ кг.}$$

4 Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг} 2}} = \frac{28}{40,12} = 0,698$$

5 Розрахуємо вартість заготовки.

$$C_{\text{заг} 2} = \frac{C_{1\text{тонн}}}{1000} \times M_{\text{заг} 2} = \frac{3000}{1000} \times 40,12 = 120,36 \text{ грн.}$$

де $C_{1\text{тонн}}$ - вартість однієї тонни штамповки,

Таблиця 2.1 Порівнювальна характеристика

Вид заготовки	Кв.м.	Вартість, грн.
Заготовка-поковка	0,478	140,52
Заготовка-штамповка	0,698	120,36

Висновок: Більш економічним варіантом заготовки являється заготовка-штамповка, так, як вона має більш високий коефіцієнт використання матеріалу і значно дешевше.

2.4 Визначення операційних припусків, допусків та операційних розмірів.

Розраховуємо припуск на поверхню деталі “Зубчасте колесо” $\varnothing 60H8 (+0,046)$, $Ra = 2,5$. Для одержання восьмого квалітету точності та характеру роботи деталі, а також шорсткості $Ra = 2,5$ передбачається дві операції.

Операція 1. Розточити отвір 8 начорно

Операція 2. Розточити отвір 8 начисто.

Загальний припуск $2\Pi_{\text{заг}} = 60 - 50,4 = 9,6$ мм.

Операційний припуск на чистове точіння $2\Pi_2 = 3$ мм.

Операційний припуск на чорнове точіння $2\Pi_1 = 2\Pi_{\text{заг}} - 2\Pi_2 = 9,6 - 3 = 6,6$ мм.

Для інших поверхонь деталі “Зубчасте колесо” значення операційних припусків зводимо в таблицю.

Таблиця 2.2 Загальні та спільні припуски для деталі “Зубчасте колесо”

Найменування, розмір	Загальний припуск $2\Pi_{\text{заг}}$, мм	Операційний припуск, мм	
		Чорнова обробка	Чистова обробка
$\varnothing 60H8 (+0,046)$	$(4,0 + 0,8) \times 2 = 9,6$	6,6	3
$\varnothing 100h14(-0,87)$	$(4,0 + 0,3) \times 2 = 8,6$	5,6	3
$\varnothing 360d11(-0,21/-0,57)$	$(4,0 + 0,3) \times 2 = 8,6$	5,6	3
$60 \pm IT14/2$	$4,8 + 4,8 = 9,6$	$2,8 + 2,8 = 5,6$	$2 + 2 = 4$

2.5 Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень на них.

Таблиця 2.3 Звітна відомість

Найменування поверхні операційного переходу	Операційний припуск, мм	Операційний розмір, мм	Допуски на операційний розмір, мм
Внутрішня поверхня обертання $\varnothing 60H8^{(+0,046)}$			
Розмір заготовки	9,6	$60 - 9,6 = 50,4$	+1,6 -0,8
Точити начорно	6,6	$50,4 + 6,6 = 57$	$H11^{(+0,19)}$
Точити начисто	3	$57 + 3 = 60$	$H8^{(+0,046)}$
Зовнішня поверхня обертання $\varnothing 360d11^{(-0,21/-0,57)}$			
Розмір заготовки	8,6	$360 + 8,6 = 368,6$	+1,8 -0,9
Точити начорно	5,6	$368,6 - 5,6 = 363$	$h14^{(-1,4)}$
Точити начисто	3	$363 - 3 = 360$	$d11^{(-0,21/-0,57)}$
Зовнішня поверхня (лінійний розмір), $60 \pm \frac{IT14}{2} (\pm 0,37)$			
Розмір заготовки	9,6	$60 + 9,6 = 69,6$	+1,8 -0,9
Точити начорно	$2,8 + 2,8 = 5,6$	$69,6 - 5,6 = 64$	$\frac{IT14}{2} (\pm 0,37)$
Точити начисто	$2 + 2 = 4$	$64 - 4 = 60$	$\frac{IT14}{2} (\pm 0,37)$

2.6 Розрахунок припусків на обробку поверхні аналітичним методом та встановлення проміжних розмірів з граничними відхиленнями

Розрахунок проміжних припусків на обробку поверхні $\varnothing 60H8^{(+0,046)}$ аналітичним методом й встановлення проміжних розмірів з допустимими відхиленнями.

В даному типі виробництва токарна обробка “Зубчастого колеса” виконується на токарному напівавтоматі в патроні.

Величини розрахункового припуску для першої операції розраховуємо по формулі:

$$2Z_{1p} = 2 \times (R_{z0} + T_1 + p_0 + E_y) + e_{i0}$$

Розрахунковий припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2p} = 2 \times (R_{z1} + T_1 + p_1 + E_y) + IT_1$$

Значення висоти мікронерівностей R_z та глибини дефектного слоя T взяті з таблиці 5 і 12 стор. 170 [1] і T взяті з ГОСТ 25347 – 82.

Сумарне значення просторових відхилень для обробки в патроні внутрішньої поверхні розраховуємо по формулі:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{ко}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{19,1^2 + 650^2} = 678 \text{ мкм.}$$

де $\rho_{ко}$ - загальна кривизна заготовки

$$\rho_{ко} = \Delta K \times D = 0,72 \times 368,6 = 265,4 \text{ мкм/мм}$$

де ΔK - значення кривизни після рихтовки

$$\rho_{ц} = 0,25 \times \sqrt{2,4^2 + 1} = 0,65 \text{ мм. } \rho_{ц} = 650 \text{ мкм. } \rho_1 = 0,06 \times 678 = 41 \text{ мкм.}$$

$$\rho_2 = 0,05 \times 41 = 2 \text{ мкм.}$$

Величина похибки установки, під перший прохід прийнята: $\epsilon_y = 300 \text{ мкм}$,
під другий прохід: $\epsilon_y = 300 \times 0,6 + 50 = 68 \text{ мкм}$.

Отримане значення мікронерівності, глибини дефектного слою, просторових відхилень й похибки, заносимо в таблицю вихідних даних.

Таблиця 2.4 Вихідні дані, в мкм

Методи обробки поверхонь	Квалітет точності	Параметр шорсткості	Обмежене відхилення	Допуск розміру	Розрахункові величини			
					Висота мікро-нерівностей, Rz	Глибина дефектного шару, T	Сума просторових відхилень, ρ	Похибка установки, ϵ
Заготовка-штамповка.	----		+1600 -800	IT ₀ =2400	Rz ₀ = 240	T ₀ = 250	$\rho_0 = 678$	$\epsilon_0 = 300$
Чорнове точіння	11(H11)	$\sqrt{Rz}80$	+190	IT ₁ =190	Rz ₁ = 125	T ₁ = 120	$\rho_1 = 41$	$\epsilon_1 = 68$
Чистове точіння	8(H8)	$\sqrt{Ra}2,5$	+46	IT ₂ = 46	Rz ₂ = 15	T ₂ = 15	$\rho_2 = 2$	$\epsilon_2 = 68$

Таблиця 2.5 Розрахунок проміжних припусків

Розрахункові величини в мкм.	Прийняті значення припусків
Розрахунковий припуск на чорнове точіння. $2Z_{1p} = 2(Rz_0 + T_0 + \rho_0 + \epsilon_y) + \epsilon_{i0} = 2 \times (240 + 250 + 678 + 300) + 800 = 3736$	$2Z_{1p} = 3,736$
Розрахунковий припуск на чистове точіння. $2Z_{2p} = 2(Rz_1 + T_1 + \rho_1 + \epsilon_y) + IT_1 = 2 \times (125 + 120 + 41 + 68) + 190 = 898$	$2Z_{2p} = 0,898$

Таблиця 2.6 Розрахунок операційних припусків

Найменування припускам й розміру.	Условне по- значення.	Розрахунко- ві значення	Прийняті значення
Розмір поверхні на кресленні	d2	-----	ø60H8 (+0,046)
Вихідні розрахункові розміри	двих.	ø60,046	
Припуск на чистове точіння	2Z _{2p}	0,898	
Розмір після чорнового точіння	d1	ø59,148	ø59,15H11 (+0,19)
Припуск на чорнове точіння	2Z _{1p}	3,736	
Розмір заготовки	d2	ø55,412	+1,6 ø51,67 -0,8

2.7 Аналіз заводського технологічного процесу

Деталь "Зубчасте колесо"- клас "Зубчасті колеса"

Таблиця 2.7 План маршрутної технології

№ опе- рації	Найменування операції	Технологічні бази	Обладнан- ня
1	2	3	4
005	<u>Заготівельна.</u> Заготовка-шгамповка.		
010	<u>Токарно-гвинторізна</u> Підрізати торці 11, 2 начорно. Точити поверхню 5 начорно. Розточити отвір 8, 3 начорно. Точити поверхню 14 до кулачків начорно. Підрізати поверхню 4 Точити фаски 6, 7, 9, 10	Зовнішня поверхня і торець.	Токарно- гвинторіз- ний 1M63
015	<u>Токарно-гвинторізна</u> Підрізати торці 13, 1 начорно. Точити поверхню 17 начорно. Розточити отвір 20 начорно. Підрізати поверхню 19 Точити фаски 12, 15, 16, 22	Зовнішня поверхня і то- рець.	Токарно- гвинторіз- ний 1M63
020	<u>Термічна.</u> HRC 25...30.		
025	<u>Дробоструминна.</u> Очистити деталь від окалини.		

1	2	3	4
030	<u>Токарно-гвинторізна</u> Підрізати торці 11, 2 начисто. Точити поверхню 5 начисто. Розточити отвір 8 і 3 начисто. Точити поверхню 14 до кулачків начисто. Підрізати поверхню 4 Точити фаски 6, 7, 9, 10	Зовнішня поверхня і торець.	Токарно-гвинторізний 1М63
035	<u>Токарно-гвинторізна</u> Підрізати торці 13, 1 начисто. Точити поверхню 17 начисто. Розточити отвір 20 начисто. Підрізати поверхню 19 Точити фаски 12, 15, 16, 22	Зовнішня поверхня і торець.	Токарно-гвинторізний 1М63
040	<u>Радіально-свердлильна.</u> Свердлити 4 отвори 18 \varnothing 20 мм. Розсвердлити 4 отвори	Отвір і торець.	Радіально-свердлильний 2P53
045	<u>Слюсарна.</u> Видалити задирки та притупити гострі кромки.	Верстак слюсарний	Лещата
050	<u>Горизонтально-протяжна</u> Протягнути шпонковий паз 21	Отвір і торець.	<u>Горизонтально-протяжний</u> 7Б55
055	<u>Слюсарна</u> Опилити задирки в пазу	Верстак слюсарний	Лещата
060	<u>Зубофрезерна</u> Фрезерувати зуб'я на поверхні 14.	Отвір і торець.	Зубофрезерний 5К324
065	<u>Слюсарна</u> Видалити задирки та притупити гострі кромки.	Верстак слюсарний	Лещата
070	Промивочна Промити деталь.	Промивочна машина	
075	Контроль технічний	Контрольна плита	

2.8 Розробка плану прогресивного технологічного процесу.

Деталь “Зубчасте колесо” - клас “Зубчасті колеса”

Проектуємо технологічний маршрут обробки “Зубчастого колеса”

Таблиця 2.8 План маршрутної технології

№ операції	Найменування операції	Технологічні бази	Обладнання
1	2	3	4
005	Заготівельна. Заготовка-штамповка.		
010	Токарно-автоматна. Поз. 1 і 2 – Завантажувальна. Поз. 3. Підрізати торці 11, 2 начорно. Точити поверхню 14 начорно до кулачків. Розточити поверхню 5 і 3 начорно. Поз. 4. Підрізати торці 13, 1 начорно. Точити поверхню 14 начорно до кулачків. Розточити поверхню 17 і 20 начорно. Поз. 5. Розточити отвір 8 і 3 начорно і фаску 6. Поз. 6. Розточити отвір 8 і 20 начорно і фаску 22. Поз. 7. Точити фаску 10, 7 і торець 4 Поз. 8. Точити фаску 12, 16 і торець 19	Зовнішня поверхня і торець	Восьмишпindelний напів-автомат 1283
015	Термічна. Загартувати HRC 25...30.		
020	Дробоструминна. Очистити деталь від окалини.		
025	Токарно-автоматна. Поз. 1 і 2 – Завантажувальна. Поз. 3. Підрізати торці 11, 2 начисто. Точити поверхню 14 начисто до кулачків. Розточити поверхню 5 і 3 начисто. Поз. 4. Підрізати торці 13, 1 начисто. Точити поверхню 14 начисто до кулачків. Розточити поверхню 17 і 20 начисто. Поз. 5. Розточити отвір 8 начисто і фаску 6. Поз. 6. Розточити отвір 8 начисто і фаску 22. Поз. 7. Точити фаску 10, 7 Поз. 8. Точити фаску 12, 16	Зовнішня поверхня і торець	Восьмишпindelний напів-автомат 1283
030	Радіально-свердлильна. Свердлити 4 отвори 18 \varnothing 20 мм. Розсвердлити 4 отвори 18	Отвір і торець.	Радіально-свердлильний 2P53

1	2	3	4
035	Слюсарна. Видалити задирки та притупити гострі кромки.	Верстак слюсар- ний	Лещата
040	Горизонтально-протяжна Протягнути шпонковий паз 21	Отвір і торець.	<u>Горизон- тально- протяж- ний 7Б55</u>
045	Слюсарна Опилити задирки в пазу	Верстак слюсар- ний	Лещата
050	Зубофрезерна. Фрезерувати зуб'я на поверхні 14.	Отвір і торець.	Зубофре- зерний 5К324
055	Слюсарна. Видалити задирки та притупити гострі кромки.	Верстак слюсар- ний	Лещата
060	Промивочна Промити деталь.	Проми- вочна машина	
065	Обкатна Обкатати зуб'я зі спряженою шестірнею	Отвір і торець	Обкатний верстат ОВ-400
070	Контроль технічний	Контроль- на плита	

$$\sqrt{R_a 6,3(\sqrt{)}}$$

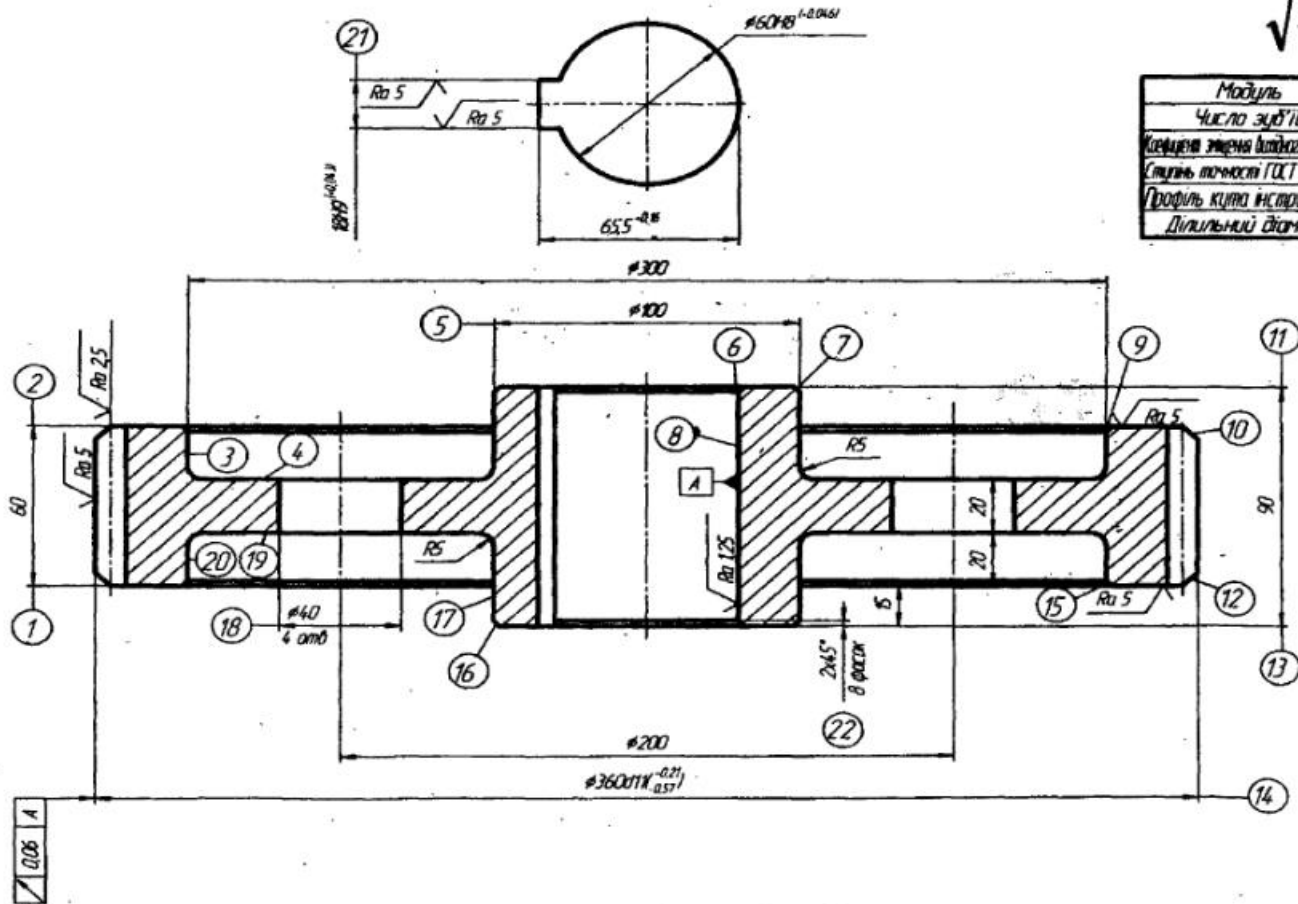


Рисунок 2.8.1. Эскиз детали «Зубчатое колесо»

						Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
			ППІ	939-99.3970				01140			
			Зубчасте колесо					У	7	01	
<p>Затвердив</p> <p><u>Манілов В.В.</u></p>											
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ на технологічний процес механічної обробки деталі „Зубчасте колесо”</p>											
						<i>Розробив</i>	<i>Іванов С. А.</i>				
						<i>Перевірив</i>	<i>Петров Ю. М.</i>				
						<i>Н. контр.</i>	<i>Тодосієв Ю. Ф.</i>				
ТЛ											

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції					Позначення документа					
Б	Найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОЦД	ЕН	ОП	Тшт	Тпз	Тштк
Найменування деталі					Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх	
А 01				015	Термічна										
02					HRC 25...30										
03															
А 04				020	Дробоструменна										
О 05	Очистити заготовку від окалини.														
06															
А 07				025	4112 Токарно-автоматна										
Б 08	38	11	11		1283	1	18225	311				3,55	28	3,70	
О 09	Позиція 1 і 2 – Завантажувальна														
10	Позиція 3 - Підрізати торці 11, 2 начисто. Точити пов. 14 начисто до кулачків. Розточити пов. 5 і 3.														
11	Позиція 4 - Підрізати торці 13, 1 начисто. Точити пов. 14 начисто до кулачків. Розточити пов. 17 і 20.														
12	Позиція 5 – Розточити отв. 8 та 3 начисто і фаску 6				Позиція 6 - Розточити отв. 8 та 20 начисто і фаску 22										
13	Позиція 7 – Точити фаску 10, 7				Позиція 8 - Точити фаску 12, 16										
14	ПР. 396110 3-х кулачковий патрон; РІ. 392101 різці: розточний Т5К10; прохідний Т5К10; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ПІ-0-400-0,1.														
15				030	4123 Радіально-свердлильна										
16	38	12	17		2P53	1	17335	311				2,5	10	2,55	
Изм	Лист	Инициалы			Подпись			Дата							

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Найменування операції					Позначення документа						
Б	Найменування обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОД	ЕН	ОП	Тшт	Тпз	Тштк
	Найменування деталі					Позначення, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх	
О 01	Свердлити 4 отвори 18 ф20мм.															
02	Розсвердлити 4 отв. 18															
Т 03	ПР. XXXXXX кондуктор; РІ. 392210 свердло спіральне ф20, ф40 Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-400-0,05.															
04																
05	035 0190 Слюсарна															
06	XX	XX	XX	Верстак												
07	Видалити задирки та притупити гострі кромки															
08																
А 07	040 4180 Горизонтально-протяжна															
Б 08	38	17	56	7Б55					1	16458	411			2	10	2,07
О 09	Протягнути шпонковий паз 21.															
Т 10	ПР. XXXXXX адаптер; РІ. 392302 шпонкова протяжка Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-200-0,05.															
ІІ																
А 12	045 0190 Слюсарна															
Б 13	XX	XX	XX	Верстак												
О 14	Видалити задирки та притупити гострі кромки															
15																
А 16	050 4153 Зубофрезерна															
Б 17	38	15	72	5К324					1	18632	411			14,67	42	14,88
Ізм	Лист	Недокумента		Підпись	Дата											

А		Цех Діл РМ Опер				Найменування операції	Позначення документа							
Б		Найменування обладнання				СМ Проф Р УТ КР КОІД				ЕН	ОП	Тштг	Тпз	Тштк
		Найменування деталі				Позначення, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КІ	Н.расх
О 01	Фрезерувати зуби на поверхні 14.													
Т 02	ПР. XXXXXX оправка шпонкова з пневмоприводом; РІ. 392210 фреза черв'ячна Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-0-200-0,05.													
03														
А 04	055 0190 Слюсарна													
Б 05	XX	XX	XX	Верстак										
О 06	Видалити задирки та притупити гострі кромки													
07														
А 08	060 XXXX Промивочна													
09														
А 10	065 XXXX Обкатна													
О 11	Обкатати зуб'я зі спряженою шестірнею													
12														
13	070 0220 Контрольна													
14														

Кубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Розробив	Іванов			ППІ	939-99.3970	60140															
Перевірив	Петров																				
Н. контр.	Капура			Зубчасте колесо																010	
Найменування операції			Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД									
Токарно-автоматна			Сталь 40Х ГОСТ4543-70		НВ-240		26	штамповка			35,4										
Обладнання					То	Тдоп.	Тпз	Тштк	МОР												
Токарний 8-ми шпindelний напівавтомат 1283					3	0,4	28	3,88	Емульсія												
P				Ш	D або B	L	t	i	S	n	V										
O	Установити та закріпити деталь																				
T	ПР. 396110 3-х кулачковий патрон																				
O	Позиція 3 - Підрізати торці 11, 2 начорно. Точити пов. 14 начорно до кулачків. Розточити пов. 5 і 3.																				
T	РІ. 392101 різці підрізний Т5К10, розточний Т5К10; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-0-400-0,1.																				
P							2,8	1	0,25	125	145										
O	Позиція 4 - Підрізати торці 13, 1 начорно. Точити пов. 14 начорно до кулачків. Розточити пов. 17 і 20																				
T	РІ. 392101 різці підрізний Т5К10, розточний Т5К10; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-П-0-400-0,1.																				
P							2,8	1	0,25	125	145										
OK																					

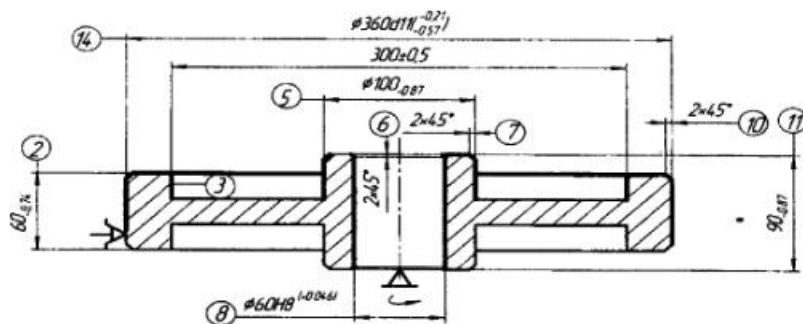
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

Розробив	Іванов			ППП	939- 99.3970	20140																	
Перевірів	Петров																						
Н. контр.	Капура						У														025		

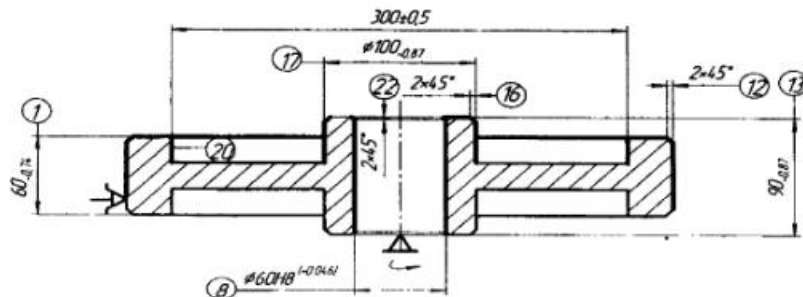
Найменування операції		Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОІД
Токарно-автоматна		Сталь 40X ГОСТ4543-70	НВ-240		26	з операції 020		35,4	
Обладнання			То	Тдоп.	Тпз	Тштк	МОР		
Токарний 8-ми шпіндельний напів-автомат 1283			2,48	0,48	28	3,70	Емульсія		
Р		ПІ	D або B	L	t	i	S	n	V
О	Установити та закріпити деталь								
Т	ПР. 396110 3-х кулачковий патрон								
О	Позиція 3 - Підрізати торці 11, 2 начисто. Точити пов. 14 начисто до кулачків. Розточити пов. 5 і 3.								
Т	РІ. 392101 різальний підрізний Т5К10, розточний Т5К10; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-400-0,1.								
					2	1	0,3	125	145
О	Позиція 4 - Підрізати торці 13, 1 начисто. Точити пов. 14 начисто до кулачків. Розточити пов. 17 і 20								
Т	РІ. 392101 різальний підрізний Т5К10, розточний Т5К10; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-400-0,1.								
					2	1	0,3	125	145
СК									

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розроб.	Іванов		2.01.06	ППП					939- 99.3970			20140							
Перев.	Петров		5.01.06																
				Зубчасте колесо					У			025							
Н. контр.	Тодосев		4.01.06																

ПОЗИЦІЯ 1

 $\sqrt{R_a} 6,3$

ПОЗИЦІЯ 2



* Розмір для довідок

Дубл.											
Взам.											
Подл.											

Розробив	Іванов			ППІ	939- 99.3970	60140
Перевірів	Петров					

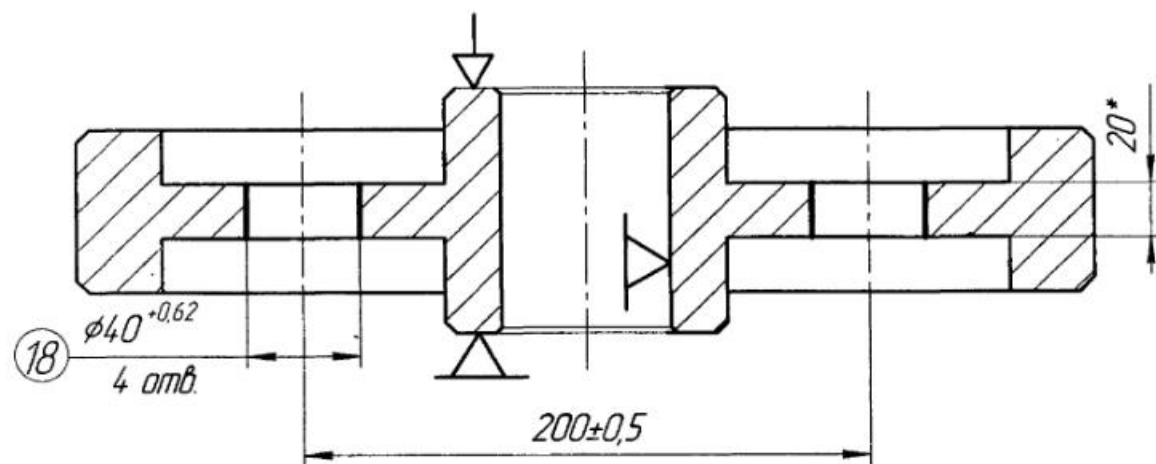
Зубчасте колесо						у			030
Н. контр.	Капура								

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри	МЗ	КОІД
Радіально-свердлильна	Сталь 40X ГОСТ4543-70	НВ-240		26	з операції 025	35,4	
Обладнання		То	Тв	Тпз	Тштк	МОР	
Радіально-свердлильний верстат 2Р53		1,2	1,1	10	2,55	Емульсія	

Р		ПІ	D або B	L	t	i	S	n	V
О	Установити та закріпити деталь								
Т	ПР. ХХХХХХ кондуктор.								
О	1. Свердлити 4 отвори 18 ф20мм.								
Т	РІ. 392210 свердло спіральне ф20 Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-400-0,1.								
Р					4,5	1	0,35	500	18
О	2. Розсвердлити 4 отвори 18.								
Т	РІ. 392210 свердло спіральне ф40 Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-400-0,1.								
Р					4,5	1	0,35	500	18
О	3. Вимкнути верстат, розкріпити та зняти деталь. Покласти в тару.								
О	4. Контроль виконавцем.								

ОК

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Розроб.	<i>Іванов</i>		<i>2.01.06</i>	ППП								939- 99.3970				20140					
Перев.	<i>Петров</i>		<i>5.01.06</i>																		
				Зубчасте колесо								у				030					
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		<i>4.01.06</i>																		

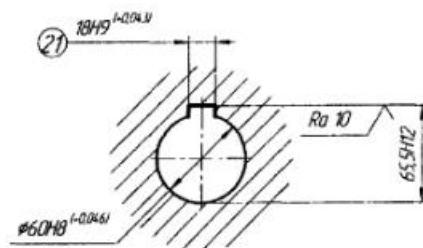
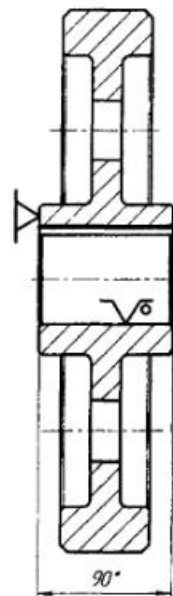


* Розмір для довідок

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розробив					ППП			939- 99.3970			60140								
Перевірив					ППП			939- 99.3970			60140								
					Зубчасте колесо														
Н. контр.					Зубчасте колесо														040
Найменування операції				Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД					
Горизонтально-протяжна				Сталь 40Х ГОСТ4543-70			НВ-240		26	з операції 035			35,4						
Обладнання							То	Тв	Тпз	Тштк	МОР								
Горизонтально-протяжний верстат 7Б55							0,65	1,1	14	2,07	Емульсія								
Р				III	D або B	L	t	i	S	n	V								
О	Установити та закріпити деталь																		
Т	ІР. ХХХХХХ адаптер.																		
О	1. Протягнути шпонковий паз 21.																		
Т	РІ. 392302 шпонкова протяжка Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-II-0-200-0,05.																		
Р																			
О	2. Вимкнути верстат, розкріпити та зняти деталь. Покласти в тару.																		
О	3. Контроль виконавцем.																		
ОК																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	<i>Іванов</i>		2.01.06	ППП	939- 99.3970	20140	у		040
Перев.	<i>Петров</i>		5.01.06						
Н. контр.	<i>Тодосєв</i>		4.01.06	Зубчасте колесо					



$$\sqrt{R_a} 6,3$$

*Розмір для довідок

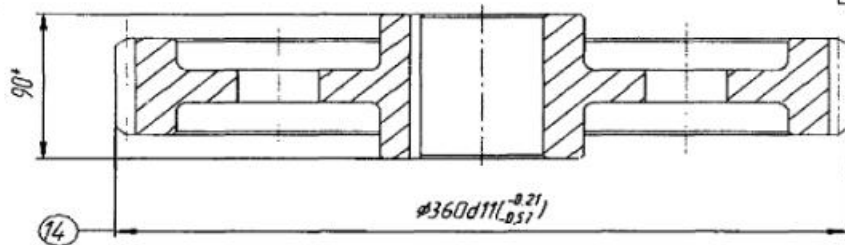
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розробив	Іванов																		
Перевірив	Петров																		
Н. контр.	Капура																		050
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОІД							
Зубофрезерна		Сталь 40X ГОСТ4543-70			НВ-240		26	з операції 045			35,4								
Обладнання					То	Тв	Тпз	Тштк	МОР										
Зубофрезерний верстат 5K324					12,24	1,28	42	14,88	Емульсія										
P			П	D або B	L	t	i	S	n	V									
O	Установити та закріпити деталь																		
T	ПР. XXXXXX оправка шпонкова з пневмоприводом																		
O	1. Фрезерувати зуби на поверхні 14.																		
T	РІ. 392210 фреза чсрв'ячна Р6М5; СІ. 393311 штангенциркуль ШЦ-ІІ-0-200-0,05.																		
P							17,6	1	1,72	81	53,5								
O	2. Вимкнути верстат, розкріпити та зняти деталь. Покласти в тару.																		
O	3. Контроль виконавцем.																		
OK																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	Іванов	2.01.06	ППП	939- 99.3970	20140	У			050
Перев.	Петров	5.01.06							
Н. контр.	Тодосев	4.01.06	Зубчасте колесо						

$$\sqrt{R_a} 2,5$$

Модуль	<i>m</i>	5
Число зубів	<i>z₂</i>	70
Коефіцієнт зміщення базисної кінтури	<i>x</i>	0
Ступінь точності ГОСТ 1643-80	-	8-7-6-B
Профіль кута інструмента	<i>α</i>	20°
Дільний діаметр	<i>d₂</i>	350



* Розмір для довідок

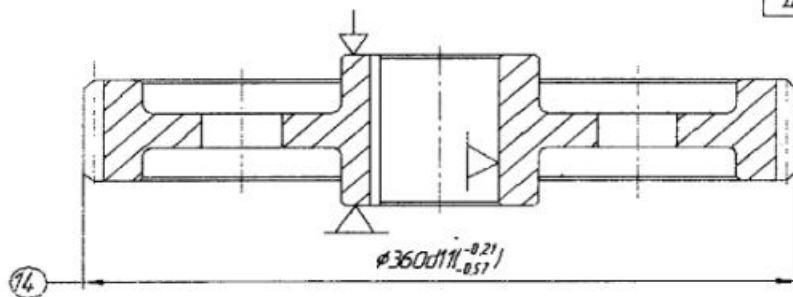
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Розробив	Іванов																		
Перевірів	Петров																		
Н. контр.	Капура																		065
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОІД								
Обкатна		Сталь 40X ГОСТ4543-70			НВ-240		26	з операції 060		35,4									
Обладнання					То	Тв	Тпз	Тшт	МОР										
Обкатний верстат ОВ-400																			
Р				П	D або B	L	t	i	S	n	V								
О	Установити та закріпити деталь																		
Т	ПР. ПР. 396110 3-х кулачковий патрон																		
О	1. Обкатати зуб'я зі спряженою шестірнею																		
О	2. Вимкнути верстат, розкріпити та зняти деталь. Покласти в тару.																		
О	3. Контроль виконавцем.																		
ОК																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Розроб.	Іванов	2.01.06	ППІ	939- 99.3970	20140	у			065
Перев.	Петров	5.01.06							
Н. контр.	Тодосєв	4.01.06	Зубчасте колесо						

$$\sqrt{R_a} 2,5$$

Модуль	<i>m</i>	5
Число зубів	<i>z₂</i>	70
Коефіцієнт зміщення базисного кола	<i>X</i>	0
Ступінь точності ГОСТ 1643-80	-	8-7-6-B
Профіль кута інструмента	<i>α</i>	20°
Дільний діаметр	<i>d₂</i>	350



2.9 Визначення режимів різання та норм часу на токарно-автоматну операцію 025.

1 Визначаємо глибину різання в залежності від припуску на обробку.

$$t_1 = \frac{P}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

$$t_2 = \frac{P}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

2 Довжина робочого ходу повздовжніх супортів:

$$L_{\text{рх}} = l_{\text{різ}} + y + l_{\text{доп}};$$

де $l_{\text{різ}}$ – довжина шляху різання, мм;

y – врізання та перебіг інструментів;

$l_{\text{доп}}$ – допоміжна довжина ходу, визвана особливостями налагодження та конфігурацією заготовок.

Визначаємо $L_{\text{рх}}$ повздовжнього супорта:

$$L = y_{\text{вріз}} + y_{\text{под}} + y_{\text{п}} = 2 + 2 = 4 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вріз}} = 2 \text{ мм}; y_{\text{под}} + y_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$L_{\text{рх}} = 90 + 2 + 2 = 94 \text{ мм}$$

3 Визначаємо подачу супортів на оберт шпинделя.

Так як сума глибин різання для різців дорівнює:

$$\Sigma t = t_1 + t_2 = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ мм}$$

Тоді для цього значення Σt приймаємо $S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$

4 Приймаємо стійкість інструмента $T = 90 \text{ хв.}$

5 Визначаємо швидкість головного руху різання, допустиму ріжучими властивостями:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{420}{90^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,86 = 145 \text{ м / хв.}$$

$$K_v = K_{MV} \times K_{nv} \times K_{uv} = 0,75 \times 1 \times 1,15 = 0,86$$

$$K_{MV} = K_v \times \left(\frac{750}{\sigma}\right)^n = 1 \times \left(\frac{750}{1000}\right)^1 = 0,75$$

$$K_{nv} = 1; K_{uv} = 1,15$$

6 Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \cdot D_{\text{max}}} = \frac{1000 \times 145}{3,14 \times 360} = 128 \text{ хв}^{-1}$$

По паспорту верстата приймаємо: $n_d = 125 \text{ хв}^{-1}$

7 Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 360 \cdot 125}{1000} = 141 \text{ м/хв}$$

8 Визначаємо швидкість руху подачі супорта

$$V_s = S_0 \times n = 0,3 \times 125 = 38 \text{ мм/хв}$$

9 Визначаємо дійсне значення подачі повздовжнього супорта за обертання шпинделя:

$$S_o = \frac{V_s}{n_o} = \frac{38}{125} = 0,3 \text{ мм/об}$$

10 Визначаємо силу різання:

$$F_z = 10 \times C_F \times t^x \times S^y \times V^n \times K_F = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,3^{0,75} \times 145^{-0,15} \times 1,17 = 640 \text{ Н}$$

$$K_F = K_{MF} \times K_{GF} \times K_{LF} \times K_{ZF} = 1 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,17$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1$$

11 Визначаємо потужність різання

$$P_{\text{різ}} = F_z \times V_d = 640 \times \frac{145}{60} = 1,55 \text{ кВт.}$$

12 Перевіряємо чи достатня міцність привода верстата

$$P_{\text{різ}} \leq P_{\text{шп.}} \quad P_{\text{шп.}} = P_{\text{дв.}} \cdot \eta = 18,5 \times 0,8 = 14,8 \text{ кВт.}$$

1,55 кВт < 14,8 кВт, тобто обробка можлива.

13 Основний час

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{V_s} = \frac{94}{38} = 2,48 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс.}} + T_{\text{п}}, \text{ хв}$$

де $T_{\text{шт}}$ - штучний час, хв;

T_o - основний час, хв;

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час, хв;

$T_{\text{обс.}}$ - час на обслуговування робочого місця, хв.

Задається в % від оперативного

$$T_{\text{обс.}} = \frac{T_o}{100} \times a = \frac{2,96}{100} \times 10 = 0,296 \text{ хв.}$$

$T_{\text{оп}}$ - час на особтсті потреби, хв;

Задається в % від оперативного $T_{\text{оп}} = 10\%$, отже $T_{\text{оп}} = 0,296$

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}};$$

$T_{\text{доп1}}$ - час на установку та зняття деталі, хв;

$T_{\text{доп2}}$ - час на перехід, хв;

$T_{\text{доп3}}$ - час на контроль деталі, хв:

$$T_{\text{оп}} = 0,15 + 0,10 + 0,15 = 0,4$$

З урахуванням коефіцієнта

$$T_{\text{оп}} \times K_t = 0,4 \times 1,2 = 0,48 \text{ хв.}$$

Розрахунок штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = 2,48 + 0,48 + 0,296 + 0,296 = 3,56 \text{ хв}$$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 2,48 + 0,48 = 2,96 \text{ хв}$$

Розрахунок штучно-калькуляційного часу

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/n = 3,56 + 28/200 = 3,7 \text{ хв.}$$

$T_{\text{п.з}}$ - підготовчо-заклучний час на наладку, $T_{\text{п.з}} = 28 \text{ хв}$

$$T_{\text{п.з}} = 10 + 7 + 7 + 4 = 28 \text{ хв}$$

2.10 Визначення режимів різання та норм часу на зубофрезерну операцію аналітичним методом.

Докладна розробка однієї операції проектуючого технологічного процесу з розрахунком режимів різання й норм часу.

Операція 050 Зубофрезерна

На верстаті 5К324 проводиться нарізання черв'ячною фрезою прямозубого циліндричного зубчатого колеса, з числом зуб'їв $Z = 70$, модулем $m = 5$ мм, з шириною вінця $B = 60$ мм
Матеріал заготовки – сталь 40Х, 207 НВ

Розрахунок: (По нормативам [8])

1 Вибираємо ріжучий інструмент

Приймаємо черв'ячну модульну фрезу суцільну з швидкоріжучої сталі Р18. Основні параметри фрези модуля $m = 5$ мм зовнішній діаметром $D = 100$ мм, число зуб'їв $Z = 10$, кут загострювання передньої поверхні зуб'їв фрези 10°

2 Назначаємо режим різання.

Нарізаємо зуб'я за один робочий хід. В цьому випадку глибина різання буде

дорівнювати висоті зуба нарізаємого колеса $t = h = 2,2 \times 5 = 11$ мм.

3 Визначаємо подачу на один оберт нарізаємого зубчатого колеса. Спочатку визначаємо класифікаційну групу, до якої по нормативам відноситься використовуемий зубофрезерний верстат. Верстат 5К324 відноситься до третьої групи верстатів, так як потужність його електродвигуна 10 кВт.

По карті 3 (с.27) встановлюємо подачу.

Для двухзахідної фрези, сталь 45ХН, 170 - 207 НВ, модуль $m =$ до 8 мм.

Для третьої групи верстатів $S_{o \text{ таб.}} = 2,0 \dots 2,4$ мм/об.

Згідно зносці 1 до карти 3. приймаємо верхній діапазон подач.

$S_{o \text{ таб.}} = 2,4$ мм/об. (Так, як число зуб'їв нарізаємого колеса $Z > 2,5$). Враховуємо поправочний коефіцієнт на подачу: $K_{ms} = 0,9$, так, як у сталі 45ХН твердість 207НВ; $K_{vs} = 0,8$.

Тоді $S_o = S_{o \text{ таб.}} \times K_{ms} \times K_{vs} = 2,4 \times 0,9 \times 0,8 = 1,72$ мм/об.

Коректуємо подачу по паспорту верстата: $S_o = 1,7$ мм/об.

4 Визначаємо період стійкості фрези (Прил. 3.с.161)

Для чернкової фрези модуль $m = 5$, при обробці заготовки з сталі, рекомендується період стійкості $T = 240$ хв.

5 Розраховуємо швидкість головного руху різання, допустимого ріжучими властивостями фрези. (Карта 5, с.30).

Для чорнового нарізання двухзахідною фрезою при $S_o = 1,7$ мм/об і $m = 5$ мм. $V_{\text{таб.}} = 53,5$ м/хв.

Розраховуємо допустиме число осьових переміщень фрези за час її роботи між двома повторними загострюваннями. (карта 11).

Для заданих умов обробки $Z = 70$ та $m = 5$ мм, число осьових перемішень $W = 0$.

Враховуємо поправочні коефіцієнти на швидкість головного руху різання, (карта 5): $K_{mv} = 0,8$, так, як у оброблюваній сталі 40Х твердість 207НВ.

$K_{\beta v} = 0,95$, $\beta = 30^\circ$; K_w і K_v в даному випадку на швидкість не впливають. Тоді $V_i = V_{\text{табл}} \cdot K_{mv} \cdot K_{\beta v} = 53,5 \times 0,8 \times 0,95 = 40,66$ м/хв

Частота обертів фрези, співпадаюча знайдений швидкості головного руху різання.

$$n = \frac{1000 V_u}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \times 40,66}{3,14 \times 160} = 81 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів по даним верстату й встановлюємо дійсну частоту обертів $n = 100 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість головного руху різання

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \times 160 \times 100}{1000} = 50,24 \text{ мм/хв}$$

6 Знаходимо потужність, витрачену на різання. (карта 5)

Для попереднього нарізання двох західною фрезою при $S_o = 1,7$ мм/об та m - до 8 мм., $P_{\text{табл}} = 1,6$ кВт.

Враховуємо поправочний коефіцієнт на потужність: $K_{\beta p} = 0,95$. останні поправочні коефіцієнти на потужність при даних умовах обробки не впливають.

$$P_{\text{різ.}} = P_{\text{табл.}} \times K_{\beta p} = 1,6 \times 0,95 = 1,52 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність привода верстата.

$$U \text{ верстата } 5K324 \text{ Ршп.} = P_g \times \eta = 10 \times 0,65 = 6,5 \text{ кВт.}$$

$1,52 < 6,5$, тобто обробка можлива.

7 Основний час

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_o \times K}; \text{ де } L - \text{довжина робочого органу. } L = b + l_1$$

Врізання l_1^I й перебіг l_1^{II} фрези визначаємо по прил. 4. (с.168).

Для обробки за один робочий хід при глибині різання $t = 2,2$ мм.,

$$Z = 70 \text{ і } D = 100 \text{ мм, } l_1 = l_1^I + l_1^{II} = 80 \text{ мм.}$$

Згідно прим. 2. (с. 168), при попередньому зубофрезеруванні табличну величину l_1 можна зменшити на 1,3 мм.

$$\text{Тоді } l_1 = 80 - (1,3 \times 1) = 80 - 1,3 = 78,7 \text{ мм.}$$

Тоді довжина робочого ходу фрези. $L = b + l_1 = (60 + 1) + 78,7 = 138,7$ мм.

Число заходів фрези $k = 2$.

Основний час витрачаючий на одну заготовку.

$$T_o = \frac{L \times Z}{n \times S_o \times K} = \frac{138,7 \times 30}{100 \times 1,7 \times 2 \times 2} = 12,24 \text{ хв.}$$

8 По нормативам часу на закріплення та зняття деталі на круглому столі зубофрезерувального верстата на кінцевій оправці з гайкою при вазі до 3 кг, (карта 16, поз 1з) дорівнює 0,5 хв., на кожну послідовуючу деталь додають (поз. 6з) 0,19 хв.

Час зв'язаний з переходом = 0,47 хв .

Допоміжний час на 2 деталі : Тдоп. = 0,60 + 1 x 0,19 + 0,49 = 1,28 хв.

Час на обслуговування робочого місця (карта 45. поз. 65.) $a_{обсл.} = 4,5\%$.

Час на відпочинок і особисті потреби (карта 46) $a_{обсл.} = 4\%$

Штучний час на 2 деталі: Тш. = (12,24 + 1,28) · [1+(4,5 + 4) / 100] = 14,67 хв.

Підготовчо-заклучний час складається з 4 груп .

1 На налагодження верстата , інструмента й пристосування (обробка на оправці) = 29 хв.

2 На отримання й здачу інструмента й пристосування = 7,0 хв. (поз. 3)

3 Допоміжний час на налагодження верстату, Тдоп. = 3,5 хв.

4 На пробну обробку деталі = 2,5 хв. Всього Тп.з. = 29 + 7 + 3,5 + 2,5 = 42,0 хв.

Штучно – калькуляційний час .

$$Тшк. = Тштг. + Тп.з. / n = 14,67 + 42 / 200 = 14,88 \text{ хв.}$$

2.11 Техніко-економічне порівняння варіантів однієї операції

Зрівнюємо два варіанти обробки деталі на токарному восьми шпиндельному напівавтоматі моделі 1283 та двох токарно-гвинторізних верстатах моделі 1М63.

Варіант №010

Операція № 010 Токарно-автоматна

Обладнання: Токарний восьми шпиндельний напівавтомат 1283

Коротка характеристика верстата моделі 1283

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки.....	400.
Число шпинделів.....	4.
Число швидкостей.....	50.
Частота обертів шпинделя, об./хв.	
При нормальному виконанні.....	28-410.
При швидкохідному виконанні.....	43-635.
Число супортів.....	7.
Найбільше переміщення супортів, (вертикальне й горизонтальне).....	350.
Подача мм/об.....	0,064-4,002.
Потужність головного приводу, кВт.....	20,30,,40.
Габаритні розміри:	
Довжина.....	3252.

Ширина.....3062.

Висота.....3942.

Вага, кг.....2050.

Зміст операції:
Токарно-автоматна

Поз. 1 і 2 – Завантажувальна.

Поз. 3 Підрізати торці 11, 2 начорно.

Точити поверхню 14 начорно до кулачків.

Розточити поверхню 5 і 3 начорно.

Поз. 4 Підрізати торці 13, 1 начорно.

Точити поверхню 14 начорно до кулачків.

Розточити поверхню 17 і 20 начорно.

Поз. 5 Розточити отвір 8 і 3 начорно і фаску 6.

Поз. 6 Розточити отвір 8 і 20 начорно і фаску 22.

Поз. 7 Точити фаску 10, 7 і торець 4

Поз. 8 Точити фаску 12, 16 і торець 19

Призначаємо режими різання.

1 Глибина різання $t = 3,3$ мм.

2 Подача $S_0 = 0,25$ мм/об. (с. 420).

3 Довжина робочого переміщення супортів.

Позиція 3 Найбільша довжина робочого переміщення супорта:

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2.$$

де $l_{різ.}$ – шлях різання, мм, $l_{різ.} = 3$ мм. $l_1 + l_2$ - шлях врізання та перебігу,

$$l_1 + l_2 = 6 \text{ мм. } L_{p.x.cyn.} = 368,6 - 291,4/2 + 6 = 45 \text{ мм.}$$

Позиція 4 Найбільша довжина робочого переміщення супорта.

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2 = 45 \text{ мм}$$

Позиція 5 Найбільша довжина робочого переміщення супорта.

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2 = 90 + 4 = 94 \text{ мм}$$

Позиція 6 Найбільша довжина робочого переміщення супорта.

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2 = 90 + 4 = 94 \text{ мм}$$

Позиція 7 Найбільша довжина робочого переміщення супорта.

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2 = 4 \text{ мм}$$

Позиція 8 Найбільша довжина робочого переміщення супорта.

$$L_{p.x.cyn.} = l_{різ.} + l_1 + l_2 = 4 \text{ мм}$$

4 Стійкість усього комплекту працюючих інструментів, $T = 120$ хв.

5 Розраховуємо швидкість різання.

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_{mv}$$

З таблиці 8, знаходимо коефіцієнти. Коефіцієнт C_v і показники степені T^m , t^{x_v} , S^{y_v} для зовнішнього точіння твердим сплавом Т15К6 та $S_0 =$ до 0,4 мм/об;

$$C_v = 350, x_v = 0,15; y_v = 0,35; m = 0,2.$$

$$K_{mv} = 750/\delta_T = 750/800 = 0,94.$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot x_l^{x_v} \cdot x_S^{y_v}} \cdot Kn_v = \frac{350}{120^{0,2} \cdot 3,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 0,94 = 145 \text{ м / хв.}$$

Приймаємо $V_i = 145 \text{ м/хв. (3,1 м/с.)}$

6 Розраховуємо частоту обертання шпинделя, співпадаючу знайдений швидкості.

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \times 145}{3,14 \times 368,6} = 125 \text{ хв}^{-1}$$

По паспорту верстата приймаємо: $n_d = 125 \text{ хв}^{-1}$

7 Розраховуємо дійсну швидкість різання.

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 368,6 \cdot 125}{1000} = 145 \text{ м/хв} (\sim 2,42 \text{ м/с})$$

8 Розраховуємо силу різання.

$$\text{Різ.} = F_z \cdot V = 1180 \times 2,42 = 2860 \text{ Вт.} = 2,86 \text{ кВт.}$$

$$\text{Для 4-ох різців } \Sigma \text{Різ.} = 2,86 \times 4 = 11,4 \text{ кВт.}$$

$$\text{Різ.} \leq \text{Ршп.} \quad \text{Ршп.} = P_g \times \eta = 30 \times 0,85 = 25,5 \text{ кВт.}$$

$11,4 < 25,5 \text{ кВт}$, тобто обробка можлива

10 Розраховуємо основний час по найбільш завантаженій позиції № 4 і № 5

$$\text{Позиція 4,5} \quad T_{04} = \frac{L_{p.x.}}{V_3} \cdot i = \frac{94}{125 \cdot 0,25} = 3 \text{ хв.}$$

11 Допоміжний час на установку та закріплення заготовки складає

$$T_{\text{доп.}} = 0,25 \text{ хв.}$$

12 Загальний допоміжний час

$$T_{\text{доп.заг.}} = T_{\text{доп.1}} + T_{\text{доп.п}} = 0,25 + 0,15 = 0,4 \text{ хв.}$$

13 Час на обслуговування обладнання та особисті потреби складає в сумі

10% від $T_{\text{оп}}$

$$T_{\text{обс.оп.}} = 0,1 \cdot (T_{\text{о}} + T_{\text{доп.}}) = 0,1 \times (3 + 0,4) = 0,34 \text{ хв.}$$

14 Штучний час

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{обс.}} = 3 + 0,4 + 0,34 = 3,74 \text{ хв.}$$

15 Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шк.}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{п.з.}}/n = 2,74 + 28/200 = 3,88 \text{ хв.}$$

де $T_{\text{п.з.}}$ – підготовчо-заклучний час = 28 хв

Токарно-гвинторізна

0 Установити і закріпити заготовку в патроні.

1 Підрізати торці 1 і 2 начорно, точити пов. 14 до кулачків, пов. 5 і 3

2 Розточити отвір 8, 3 начорно і фаску 6.

3 Точити поверхню 10, 7 начорно і торець 4.

Зміст операції № 035:

Токарно-гвинторізна

0 Установити і закріпити заготовку.

1 Підрізати торці 1 і 13 начорно, точити пов. 14 до кулачків, пов. 17, 20

2 Розточити отвір 8, 20 напівчисто, точити фаску 22

4 Точити фаски 12, 16, 19

Розраховуємо операцію № 030 і № 035

1 Призначаємо режими різання:

Вони аналогічні операції № 010 токарно-автоматна.

2 Визначаємо основний час.

$$\text{Перехід 1. } T_{O1} = \frac{L \cdot p \cdot x \cdot i}{n \cdot S} = \frac{45}{200 \cdot 0,25} = 0,92 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 2. } T_{O2} = \frac{L \cdot p \cdot x \cdot i}{n \cdot S} = \frac{45}{200 \cdot 0,25} = 0,92 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 3. } T_{O3} = \frac{L \cdot p \cdot x \cdot i}{n \cdot S} = \frac{94}{200 \cdot 0,25} = 1,88 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 4. } T_{O4} = \frac{L \cdot p \cdot x \cdot i}{n \cdot S} = \frac{94}{200 \cdot 0,25} = 1,88 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 5. } T_{O5} = \frac{L \cdot p \cdot x \cdot i}{n \cdot S} = \frac{8}{200 \cdot 0,25} = 0,16 \text{ хв.}$$

3 Загальний час

$$T_{O.заг} = T_{O1} + T_{O2} + T_{O3} + T_{O4} + T_{O5} = 0,92 + 0,92 + 1,88 + 1,88 + 0,16 = 5,76 \text{ хв}$$

4 Допоміжний час для операції № 030

$$T_{доп.} = 3 \text{ хв.}$$

5 Допоміжний час для операції № 035

$$T_{доп.} = 3 \text{ хв.}$$

6 Загальний допоміжний час

$$T_{доп.заг.} = 3 + 3 = 6 \text{ хв.}$$

7 Час, на відпочинок та особисті потреби. $T_{відп.о.п.} = 10\%$ від $T_{оп}$

$$T_{відп.о.п.} = (5,76 + 6) \times 0,1 = 1,176 \text{ хв.}$$

8 Штучний час на дві операції

$$T_{шт.} = 5,76 + 6 + 1,176 = 12,94 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.9 Вартість затрат по нормативам

Показники.	Технологічний процес.	
	Варіант 1. Операція 010. Верстат 1283.	Варіант 2. Операція 035. Верстат 1М63.
Машинний час, хв.	2,47	5,76
Штучний час, хв.	3,22	12,94
Розряд робітника.	3	3
Змінність.	2	2
Коефіцієнт машинного часу.	1,1	1,1
Собівартість однієї хвилини роботи.	2,33	2,33
Заробітна плата верстатника згідно з тарифними ставками.	$2,33 \times 3,22/60 = 0,125$	$2,33 \times 12,94/60 = 0,5$
Затрати на утримання та експлуатацію обладнання.	$0,9 \cdot 1,1 = 0,99$	$0,9 \cdot 1,1 = 0,99$
Вартість заготовки, грн.	140,52	120,36
Собівартість обробки.	141,64	121,85

Висновок: Собівартість першого варіанту менше, ніж другого 121,85 < 141,64. Приблизнений розрахунок показує, що перший варіант прийнятий в проєкті, економічно вигідний в $141,64 / 121,85 = 1,163$ раза, або на $141,64 - 121,85 = 19,81$ грн. менше.

2.12 Визначення режимів різання та норм часу на всі інші операції табличним методом

Таблиця 2.10 Зведена відомість режимів різання та норм часу

№ опер.	Назва операції	Модель верстата	T, мм	S мм/обм	V хв	n хв ⁻¹	T ₀ хв	T _{всп.} хв	T _{шт} хв	T _{пз} хв	T _{шк} хв	Розряд роботи
010	Токарно-автоматна	1283	3,5	0,25	145	125	3	0,4	3,74	28	3,88	3
025	Токарно-автоматна	1283	1,5	0,3	145	125	2,48	0,48	3,56	28	3,7	3
030	Радіально-свердлильна	2P53	4,5	0,35	18	500	1,2	1,1	2,5	10	2,55	3
040	Горизонтально-протяжна	7Б55	18	0,08	8		0,65	1,1	2	14	2,07	4
050	Зубофрезерна	5К324	17,6	1,72	53,5	81	12,24	1,28	14,67	42	14,88	4
065	Обкатна	ОВ-400				120	3,55	1	4,85	14	4,92	3
	Разом										$\sum T_{шк} = 32 \text{ хв}$	

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис конструкції пристосування

Пристрій спроектовано для зубофрезерної операції й призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5К324

Пристосування є універсально-переналаджуваним, що важливо для серійного виробництва

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх оброблюючих деталей в даному пристосуванні

Пристосування складається з наступних елементів:

- корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід.
- зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба.
- установочні елементи: кришка.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується шістьма болтами.

Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 60H8$ установлюється на направляючу втулку-центровик, і торцем упирається в торець втулки.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину.

Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

3.2 Визначення похибки базування.

1 Розраховуємо похибку установки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_z)^2 + (\Delta \varepsilon_\delta)^2}$$

де $\Delta \varepsilon_\delta$ – похибка базування.

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення = 0,02 мм.

$\Delta \varepsilon_y$ – похибка установки.

Похибка базування:

$$\Delta E_\delta = \delta_a + \delta_b = 0,04 + (-0,04) = 0,08 \text{ мм.}$$

де δ_a, δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta E_y = \sqrt{0,08^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,068} = 0,0825 \text{ мм.}$$

3.3 Визначення зусиль затискання деталі

$$W = 2 \times F_z \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; \text{ Н}$$

де D – діаметр деталі, $D = 360$ мм.

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 100$ мм.

d – діаметр оправки, $d = 60$ мм.

f – коефіцієнт тертя між шайбою та заготовкою ($f = 0,1 \dots 0,15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

Окружна сила різання F_z розраховується по формулі:

$$F_z = C_F \times m^{1,4} \times S^{0,95} \times t^{1,4} \times V^{-0,28} \times K_o \times K_m \times 9,81 = \\ = 15 \times 4^{1,4} \times 1,7^{0,95} \times 8,8^{1,4} \times 25,2^{-0,28} \times \frac{1}{2,592} \times 1,07 \times 9,81 = 5960 \text{ Н}$$

$$W = 2 \times 5960 \times 1 \times 0,15 \times 0,256 / (0,1 + 0,06) = 880 \text{ Н.}$$

Сила приводу необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{пр.} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η – ККД силового приводу, $\eta = 0,85$.

$$F_{пр.} = 880 / 0,85 = 1036 \text{ Н.}$$

Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{F_z}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{5960}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 173 \text{ мм}$$

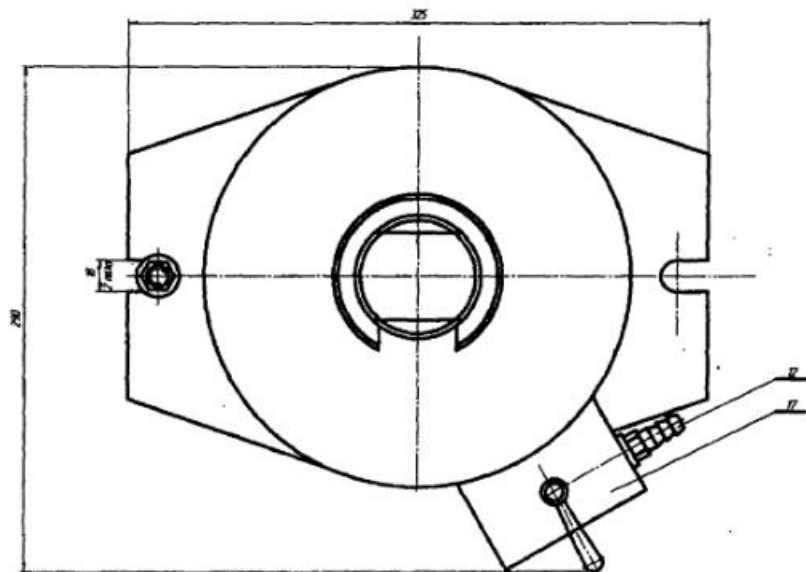
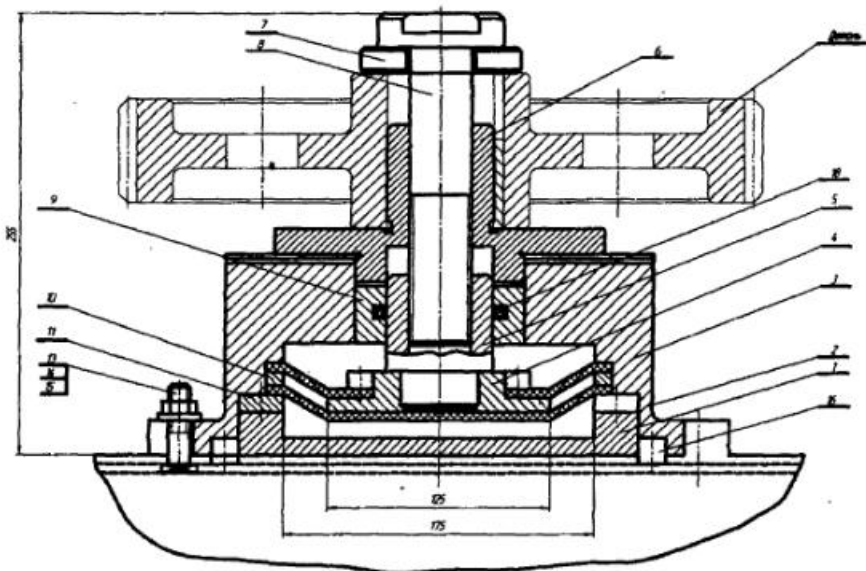
Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери

$$D_{\text{діаф.}} = 175 \text{ мм.}$$

Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр.}} = 0,7 \times 175 = 123 \text{ мм.}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{шт.}} = 125$ мм.



- 1 100 мм - 15
- 2 (см. размеры детали Н - 5560)
- 3 (см. размеры в чертеже П/В - 04)
- 4 (см. размеры детали в чертеже П/В - 04)

№	Исполнитель	Проверенный	Дата	Лист	Кол-во листов
1				11	
Проектирование для изготовления					
№ 11					

3.4 Проектування і розрахунок різьбучого інструмента

Проводимо розрахунки черв'ячної чистової фрези, виходячи із слідуючих вихідних даних деталей "Зубчасте колесо"; $m = 5\text{мм}$, $\alpha_d = 20^\circ$

Рішення:

1 Модуль нормальний $m_n = m = 5\text{мм}$

2 Шаг фрези по нормалі $t_n = \pi \times m_n = 3,1416 \times 5 = 15,708\text{ мм}$.

3 Розрахункова товщина зуба по нормалі $S_n = \frac{t_n}{2} = \frac{15,708}{2} = 7,854\text{ мм}$

4 Висота головки зуба фрези $h'_1 = 1,25 \times m = 1,25 \times 5 = 6,25\text{мм}$

5 Висоти ніжки зуба фрези $h''_1 = h'_1 = 6,25\text{мм}$

6 Повна висота зуба $h_1 = h'_1 + h''_1 = 6,25 + 6,25 = 12,5\text{мм}$

7 Визначаємо радіус закруглення на головці та ніжки зуба:

$$r_1 = r_2 \approx (0,25 \dots 0,3) \times m = 0,25 \times 5 = 1,25\text{ мм}$$

Приймаємо: $r_1 = r_2 = 1\text{мм}$

8 Основні конструктивні розміри фрези приймаємо по ГОСТ 9324-80: зовнішній діаметр фрези $D_{ei} = 100\text{мм}$; діаметр посадочного отвору $d = 32\text{мм}$; діаметр буртика $d_1 = 50\text{мм}$; довжина фрези $L = 100\text{мм}$; ширина буртиків $l = 4\text{мм}$ (тобто робоча довжина фрези – 92мм); число зубів (число стружечних канавок) $Z_0 = 10$.

9 Приймаємо величину затилування $K_3 = 5$ для фрези із зовнішнім діаметром 100мм .

10 Визначаємо діаметр початкової окружності

$$\cos \varphi = D_{ei} - 2h' - 0,2 \times K_3 = 100 - (2 \times 5) - (0,2 \times 5) = 91\text{мм}.$$

11 Визначаємо кут підйому витків фрези на початковій окружності

$$\sin \omega = m_1 \times \frac{\alpha}{d} = 5 \times \frac{1}{91} = 0,0549; \quad \omega = 3^{\circ}09'$$

12 Визначаємо шаг по осі між двома витками

$$t_a = \frac{t_n}{\cos \omega} = \frac{15,708}{\cos 3^{\circ}09'} = \frac{15,708}{0,9985} = 15,73\text{мм}$$

13 Визначаємо хід витків по осі фрези

$$t_x = t_a \times \alpha_3 = 15,73 \times 1 = 15,73\text{мм}$$

14 Приймаємо черв'ячну фрезу правозахідну з гвинтовими канавками

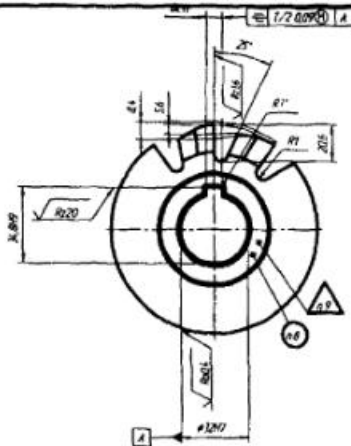
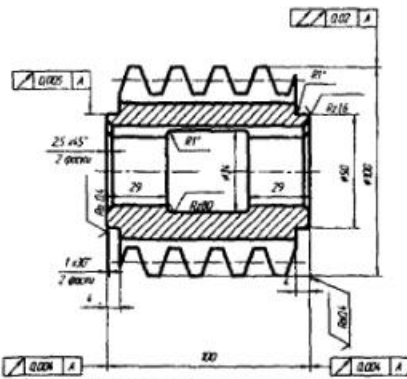
15 Визначимо осьовий шаг гвинтової стружечної канавки:

$$T_{oc.ш.} = t_{oc} \times \text{ctg}^2 \omega = 15,73 \times \text{ctg}^2 3^{\circ}09' = 5193\text{мм}$$

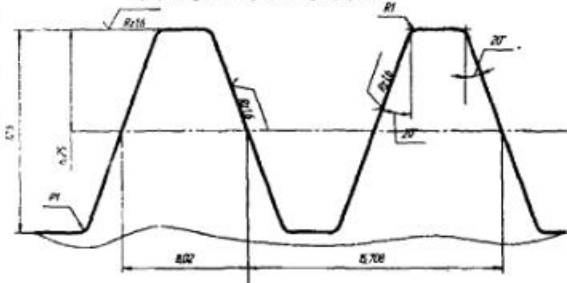
16 Установлюємо кут установки фрези на верстаті

$$\psi = \beta_d \pm \omega = 3^{\circ}09'$$

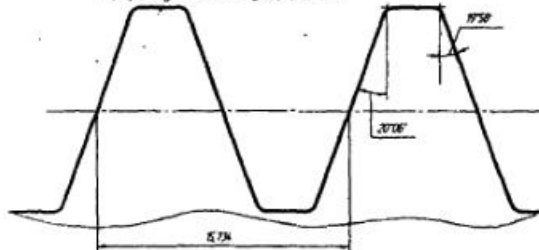
√ Ra 2.5 (✓)



Профиль зубів в нормальному перерізі (S 1)



Профиль зубів в осевому перерізі (S 1)



- 1 НРС 63 66
- 2 Допуск відхилення осьового краю фрези $f_{ax} = \pm 0.01$
- 3 Допуск накопленого відхилення краю на довжині лобок проток крайів $f_{ax} = 0.01$
- 4 Допуск відхилення профіля передньої поверхні $f_s = 0.02$
- 5 Допуск відхилення нахилених пазилих округлого краю стружечних канавок $f_{sk} = 0.04$
- 6 Допуск відхилення нахиллення стружечних канавок $f_{sk} = \pm 0.06$ mm на довжині робочої частини фрези
- 7 Розміри забезпечуються інструментом
- 8 Маркування Т, Ч, М, S, 20°, 3°05'
- 9 Класити І, К
- 10 Інші технічні вимоги по ГОСТ 9324-80 для фрез класу А-А

№ з/п	№ докум.	Підпис	Датум	Фреза черв'ячна модульна	Діаг. Рівні	Висл. Шліфування
Вироб.					Діаг.	Діаг.
Город.						
				(Форм. Р5М5 / ОСТ 15765-83)		

3.5 Проектування і розрахунок вимірювального інструмента

Проведемо розрахунок розмірів калібра-пробки на $\varnothing 60H8$ з полем допуску $H8(+0,046)$. Побудувати схему розміщення полів допусків калібрів для отвору.

Згідно нормативних даних таблиці допусків та відхилень калібрів установлюють значення для визначення виконавчих розмірів калібрів і контр-калібрів:

$$Z=7\text{мкм}; y=5\text{мкм}; H=5\text{мкм}; H_p=3\text{мкм}, \alpha = 0\text{мкм}$$

Рішення:

1 Визначаємо найбільший граничний розмір отвору «Зубчастого колеса»

$$D_{\max} = D_H + ES = 60 + 0,046 = 60,046\text{мм.}$$

2 Визначаємо найменший граничний розмір отвору

$$D_{\min} = D_H + EI = 60 + 0 = 60\text{мм.}$$

3 Визначаємо найбільший розмір прохідного калібра-пробки

$$ПР_{\max} = D_{\min} + z + \frac{H}{2} = 60 + 0,007 + \frac{0,005}{2} = 60,0095\text{мм}$$

Виконавчий розмір прохідної пробки

$$ПР_{\max} = 60,0095_{-0,005}\text{мм}$$

4 Визначаємо найбільший розмір непрохідного калібра-пробки

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 60,046 + \frac{0,005}{2} = 60,0485\text{мм}$$

Виконавчий розмір непрохідної пробки

$$HE_{\max} = 60,0485_{-0,005}\text{мм}$$

5 Визначаємо граничний розмір зношеного калібра-пробки

$$ПР = D_{\min} - y = 60 - 0,005 = 59,995\text{мм}$$

6 Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-ПР_c

$$К-ПР_c = D_{\min} - Z + \frac{H_p}{2} = 60 - 0,007 + \frac{0,003}{2} = 59,9945\text{мм}$$

7 Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-HE_c

$$К-HE_c = D_{\max} + \frac{H_p}{2} = 60,046 + \frac{0,003}{2} = 60,0475\text{мм}$$

8 Визначаємо найбільший розмір контр-калібра К-І_c

$$К-І_c = D_{\min} + y + \frac{H_p}{2} = 60 + 0,005 + \frac{0,003}{2} = 60,0065\text{мм}$$

9 Побудуємо схему розміщення полів допусків калібрів для вала $\varnothing 60H8(+0,046)$.

Граничні відхилення на виконавчий ПР і HE розмірів - 0,005; для К-ПР, К-HE і К-І - 0,003 мм.

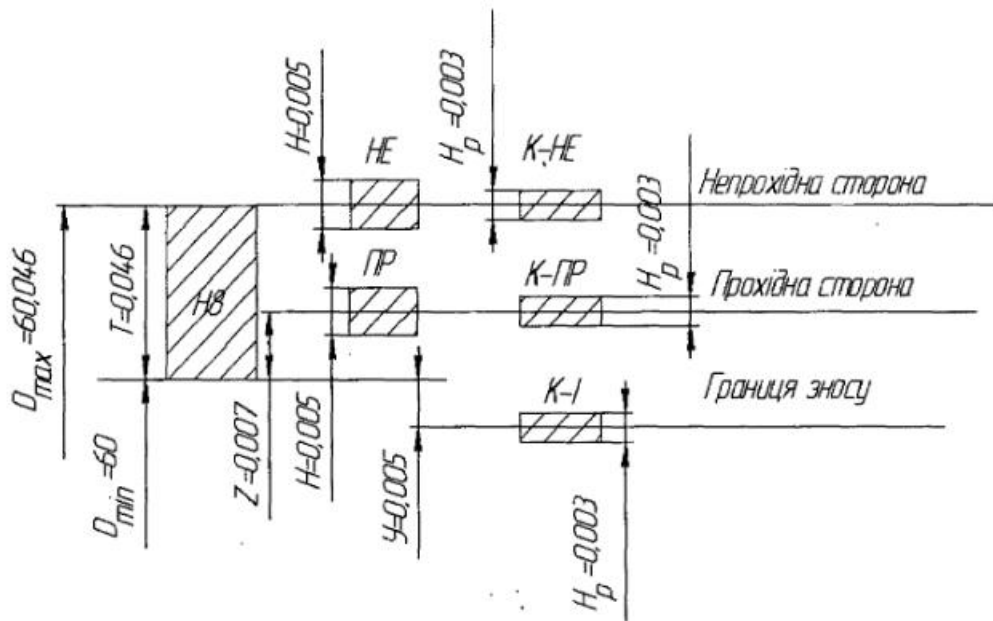


Рисунок 4 Схемa розміщення полей допусків калібру

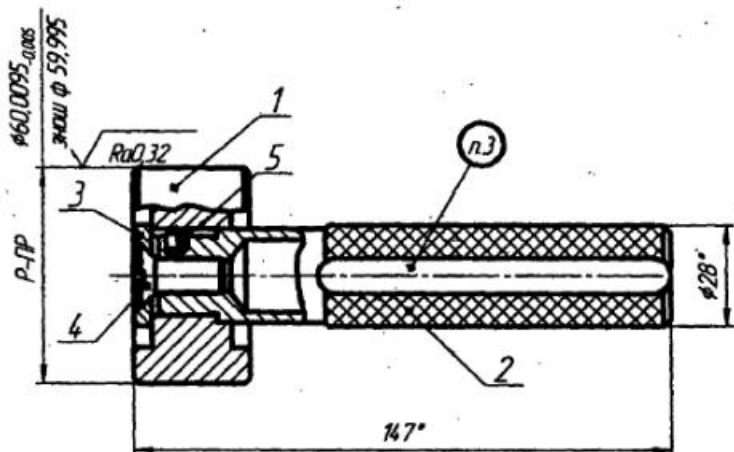
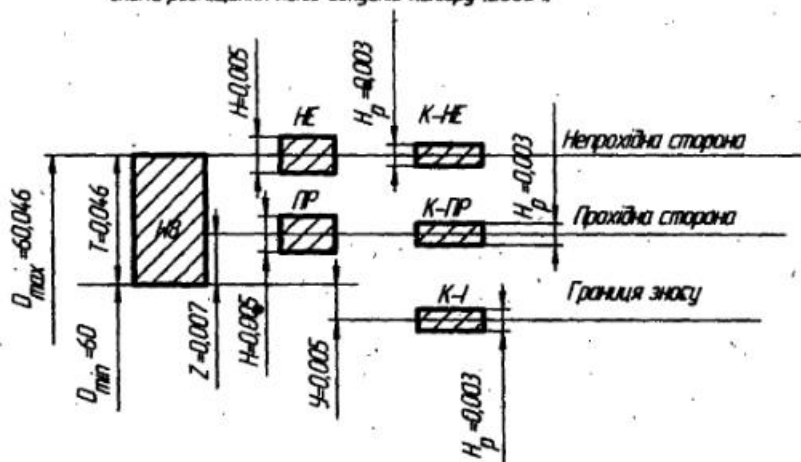


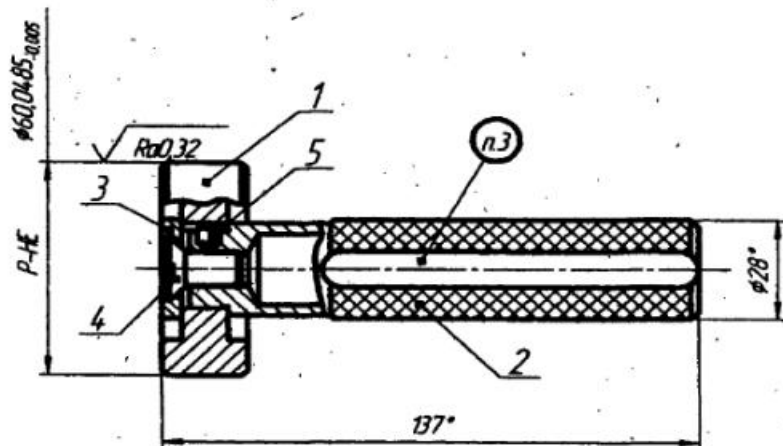
Схема розміщення полів допусків калібру (2000-1)



- 1 * Розмір для довідок
- 2 Технічні вимоги по ГОСТ 2015-69
- 3 Маркірувати ПР №60Н8

	Калібр-продка ПР №60Н8	
	Сталь 10 ГОСТ1050-88	

√ Ra10 (✓)



- 1 * Розмір для довідок
- 2 Технічні виміри по ГОСТ 2015-69
- 3 Маркірувати HE #60HB

Знак	№ докум.	Листів	Кількість	Калібр-градка HE #60HB	11
Матеріал				Сталь 10 ГОСТ1050-88	

4.1 Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя.

Для кожної пари тертя існує цілком певна оптимальна контурна площа контактування, являє собою сукупність п'яти контактів, оптимально розміщених

На оптимальній площі: така система п'яти контактів задається відповідними методами геометричного та міцнісного розрахунків і забезпечується технологічними шляхами на операціях металообробки і обкатки.

Перед введенням в нормальну експлуатацію машина проходить обкатку, призначенням якої є приробка в єдиному комплексі всі пар тертя. Практично в машині до обкатки ряд пар тертя не мають не тільки оптимальних значень параметрів контурної площі контактування і шорсткості, але часто вони взагалі недостатні.

Накладення на машину без обкатки експлуатаційних навантажень неминує приводить до відказу перенапружених пар тертя. Обкаткою реалізують дві цілі: створення оптимальної системи п'яти контактів і отримання оптимальної шорсткості на контакті. І та і інша ціль досягається в процесі виробки при менших ніж номінальні, значеннях навантажень, швидкостей, температур тощо. Мікро і макровиробка протікає на окремих ділянках в режимах напівсухого, граничного і напівв'язкого тертя при наявності продуктів зносу. Отже стенті, як правило, заправляються спеціального циркуляційною системою змащення та фільтрацією. Масло після обкатки зливається і замінюється новим.

Тривалість обкатки залежить від вихідних параметрів пар тертя; точності і шорсткості поверхонь обкат очних режимів, явищ припрацьованих шарів і змащення. Оптимальний варіант обкатки повинен задовольняти вимогам найменшого припрацьованого зносу пар тертя, мінімальних витрат часу та засобів при досягненні оптимальних значень параметрів контурної площі і шорсткості.

Обкатку слід розглядати як одну із найбільш важливих операцій технологічного процесу виготовлення довговічних машин. Центральним моментом обкатки є правильна організація припрацьованого зносу в часі. З цією метою знайшли широке застосування методи полегшуючі та інтенсифікуючі приробку шляхом застосування присадок до масел, створення специфічних припрацьованих прошарок на поверхні остей тертя, оптимізації режимів приробки. Одержані окремі результати, що дозволяють оптимізувати приробку і задавати умови, в котрих повина протікати приробку поверхонь тертя, що не приводять до припрацьованих дефектів і забезпечують високу довговічність. На рухомому контакті двох поверхонь з'являється нестационарна система одиничних фрікційних контактів, що складає фактичну площину контактування. Через кожний із них здійснюється передача від одної поверхні до другої певної частини загального навантаження. Дотичні реактивні сили на

кожному із одночасно присутніх контактів в сумі складають силу тертя для пари тертя можна представити у вигляді суми елементарних сил тертя на кожному мікро виступі, що контактують із спрягаючою нерівністю:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

де T - інтегральна система тертя на контурній площі контактування ;

n - кількість контактуючих мікро виступів;

t_i - елементарна система тертя;

в свою чергу $t_i = t_n \times S_i$,

де t_n - питома сила тертя;

S_i - площа фактичного контакту мікрорельєфу .

Отже, коефіцієнт тертя

$$f = \frac{T}{P} = \frac{\sum_{i=1}^n t_n \times S_i}{P}$$

дорівнює сумі добутків питомого тангенціального опору руху на площу фактичного контакту мікро виступу віднесеного до загального навантаження P пари тертя.

Як видно, величина коефіцієнта тертя різних пар тертя при $P = \text{const}$ залежить від величини питомого тангенціального опору і розміра площадок мікро контактів. Отже при рівних коефіцієнтах тертя питомі сили тертя в різних парах тертя можуть бути не рівні. Постільки пошкодженість поверхонь тертя в процесі виробки головним чином залежить від сил тертя на мікроконтактах, коефіцієнт тертя не може служити надійним критерієм оптимізації режимів виробки. Коефіцієнт тертя пари тертя при одному і тому же навантаженні може бути більшим порівняно з іншою парою не зарахунок підвищення питомої сили тертя, а за рахунок більшої площі фактичного контакту. Вплив площі фактичного контакту підвищується зі збільшенням молекулярних сил взаємодії тіл і з наявністю на контактах притир очного матеріалу.

На основі багаточислених експериментів було встановлено, що оптимальним процес вигладжування мікрорельєфа в період виробки можна рахувати в тому випадку, коли швидкість зменшення шорсткості пропорціональна величині шорсткості в даний момент. Диференціальне рівняння відповідає такому процесу і має вид:

$$\frac{2H}{2N} = -KH,$$

де H - шорсткість поверхні;

N - число циклів навантаження;

K - коефіцієнт пропорціональності

Якщо враховувати, що збільшення площадок контактування мікро виступів протікає в залежності, близького до кривої змінення шорсткості, то неважко бачити, що і питома сила тертя також стане змінюватися по кривій. Тоді при інших рівних умовах існує межа безпечної виробки поверхонь, яка головним чином характеризується часом процесу до досягнення небезпечних рівнів фактичного тиску на мікроконтактах і законом змінення рівня фактичного тиску на цьому проміжку часу:

$$P = F(P_{\phi}, T_n);$$

Якщо на усій ділянці виробки T_n не виникнуть безпечні тиски P_{ϕ} або вона будуть діяти обмежений час, тоді задир, пітінг, тощо будуть виключені і навпаки.

Параметри виробки залежать від степеня металічного контакту поверхонь, котру в загальному випадку можна оцінювати відношенням.

$$K = \frac{\sum R_z}{h_m + \sum h_c}$$

де R_z – величина мікронерівностей;

h_m – товщина шару змащення;

$\sum h_c$ – загальна товщина технологічних шарів виробки на контрольних поверхнях.

Для кожної пари тертя сумарна величина має відповідне значення. Часто воно знаходиться в межах 2 – 10 мкм. Така величина може бути достатньо тільки в тому випадку, якщо виробка не вимагає радикального змінення контурної площі контактування, тобто коли величина лінійного зносу від виробки має порядок величин мікронерівностей.

5.1 Розрахункова частина виробництва

5.1.1 Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження

Тип виробництва встановлюється, виходячи із заданої програми і номенклатури випускаємої продукції, а також її типорозміру за допомогою наступної характеристики.

Вага деталі $m = 28$ кг. Кількість деталей одного найменування й типорозміру оброблюємих за рік. $P_v = 10\,000$ шт.

Виходячи з даної характеристики, по таблиці, приймаємо середньосерійний тип виробництва.

1 Річний приведенний випуск деталей $P_{пр}$ - це умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості всіх деталей, закріплених за дільницею, визначається виходячи із виробленої потужності дільниці та найбільш раціонального використання обладнання по формулі.

$$P_{пр} = \frac{\Phi_g \cdot K_v \cdot 60}{T_{шт} \cdot (1 + \alpha)} = \frac{3836 \times 0,8 \times 60}{2 \times (1 + 0,05)} = 88000 \text{ шт.}$$

Приймаємо $P_{пр} = 88000$ шт.

Де Φ_g - дійсний (ефективний) річний фонд часу праці одного верстата, год.

K_v - коефіцієнт використання верстату, (приймається рівним 0,8-0,85, що характеризує досить повне використання обладнання і наявність необхідного резерву часу).

$T_{шт}$ - норма кількості часу на ведучій операції для деталей-представника.

α - коефіцієнт допустимих збитків на переналагодження. Приймаємо для середньо-серійного виробництва, 0,05-0,08.

2 Ефективний річний фонд часу одного верстата визначається за формулою:

$$\Phi_g = [(D_k - D_v - D_{св}) \cdot Z \cdot t_{зм} - D_{п.с.в.} \cdot t_{см.}] \cdot K_p$$

де Z - кількість змін, (2).

$t_{см.}$ - продовження зміни, (8г.).

D_k - кількість календарних днів, (365).

D_v - кількість вихідних днів, (104).

$D_{св.}$ - кількість святкових днів, (8).

$D_{п.с.в.}$ - кількість передсвяткових днів, (5).

K_p - коефіцієнт враховуючий час перебування верстата в ремонті, (0,95).

$$\Phi_g = [(365 - 104 - 8) \cdot 2 \cdot 8 - 5 \cdot 2] \cdot 0,95 = 3836 \text{ (н-г)}$$

3 Трудомісткість обробки річного приведенного випуску деталей визначається за формулою:

$$T_{труд} = \frac{t_{шк} \times P}{60}, \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 010} = \frac{3,88 \cdot 88000}{60} = 5690 \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 025} = \frac{3,7 \cdot 88000}{60} = 5428 \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 030} = \frac{2,55 \cdot 88000}{60} = 3739 \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 040} = \frac{2,07 \cdot 88000}{60} = 3037 \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 050} = \frac{14,88 \cdot 88000}{60} = 21829 \text{ н-г}$$

$$T_{\text{труд } 060} = \frac{4,92 \cdot 88000}{60} = 7216 \text{ н-г}$$

де Пр - випуск деталей, приведений

Тшк - штучно-калькуляційний час, год.

Розрахунки зводимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 Трудомісткість випуску деталей

№ опер.	Номер операції	Тшк, хв	Т _{труд} (н-г)
010	Токарно-автоматна, (чорнова)	3,88	5690
025	Токарно-автоматна, (чистова)	3,7	5428
030	Радіально-свердлильна	2,55	3739
040	Горизонтально-протяжна	2,07	3037
050	Зубофрезерна.	14,88	21829
065	Обкатна	4,92	7216
	Всього:	32	46939

Розрахунок кількості верстатів V_p на кожній операції визначається виходячи із трудомісткості обробки річного приведеного випуску деталей, по формулі:

$$V_p = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_d \times K_{\text{вн}}}$$

де $T_{\text{пр}}$ - трудомісткість обробки річного приведеного випуску деталей на відповідній операції, (н-г).

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт використання норм для технічно обґрунтованих норм прикріплення робітника до виконання завдань, дозволяє довести $K_{\text{вн}}$.

$$V_{p10} = \frac{5690}{3836 \times 1} = 1,48$$

приймаємо $V_{p10} = 2$ верстат

$$V_{p15} = \frac{5428}{3836 \times 1} = 1,42 \quad \text{приймаємо } V_{p15} = 2 \text{ верстат}$$

$$V_{p30} = \frac{3739}{3836 \times 1} = 0,928 \quad \text{приймаємо } V_{p30} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p40} = \frac{3077}{3836 \times 1} = 0,792 \quad \text{приймаємо } V_{p40} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p50} = \frac{21829}{3836 \times 1} = 5,69 \quad \text{приймаємо } V_{p50} = 1 \text{ верстат}$$

$$V_{p65} = \frac{7216}{3836 \times 1} = 1,88 \quad \text{приймаємо } V_{p65} = 2 \text{ верстат}$$

Розрахунки зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Трудомісткість приведенного випуску деталей

№ операції	Найменування операції	Vp.	Vпр.	Kз
010	Токарно-автоматна (чорнова)	1,48	2	0,74
025	Токарно-автоматна (чистова)	1,42	2	0,71
030	Радіально-свердлильна	0,928	1	0,928
040	Горизонтально-протяжна	0,792	1	0,792
050	Зубофрезерна	5,69	6	0,948
065	Зубообкатна	1,88	2	0,94
Всього:		12,19	14	0,87

Коефіцієнт завантаження даного типу верстатів.

$$K_{z010} = V_{p010} / V_{пр} = 1,48 / 2 = 0,74$$

$$K_{z025} = V_{p025} / V_{пр} = 1,42 / 2 = 0,71$$

$$K_{z030} = V_{p030} / V_{пр} = 0,928 / 1 = 0,928$$

$$K_{z040} = V_{p040} / V_{пр} = 0,792 / 1 = 0,792$$

$$K_{z050} = V_{p050} / V_{пр} = 5,69 / 6 = 0,927$$

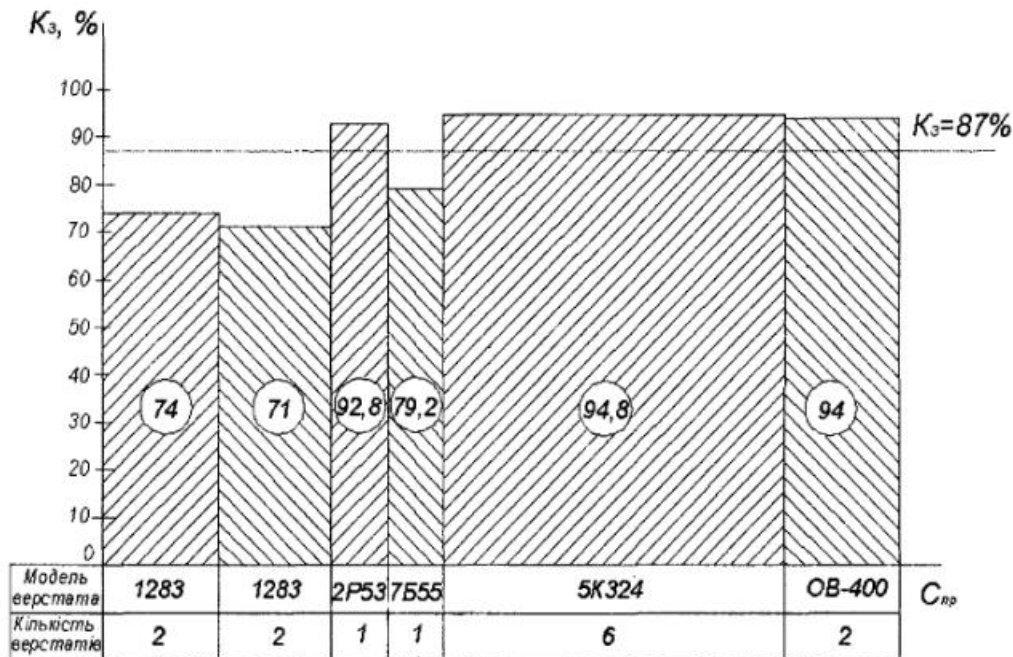
$$K_{z065} = V_{p065} / V_{пр} = 1,88 / 2 = 0,94$$

Середній коефіцієнт використання верстатів по дільниці визначається по формулі:

$$\overline{K}_{зсер} = \Sigma V_{p} / \Sigma V_{пр} = 12,19 / 14 = 0,87$$

$$\overline{K}_{зсер} = 0,87 \text{ або } 87\%, \text{ що для умов середньосерійного і великосерійного}$$

виробництва цілком можливо. Креслимо графік завантаження.



Графік завантаження обладнання

Виконані розрахунки оформлюємо за формулою, зазначеній в таблиці 5.3

Таблиця 5.3. Розрахунок необхідної кількості верстатів і коефіцієнтів їх використання

№ опер	Назва операції	Модель верстата	T _{тр} (н-г)	Вр.	Впр.	К _з
010	Токарно-автоматна	1283	5690	1,48	2	0,74
025	Токарно-автоматна	1283	5428	1,42	2	0,71
030	Радіально-свердлильна	2P53	3739	0,928	1	0,928
040	Горизонтально-протяжна	7B55	3037	0,792	1	0,792
050	Зубофрезерна	5K324	21829	5,69	6	0,948
065	Зубообкатна	OB-400	7216	1,88	2	0,94
Всього:			46939	12,19	14	0,87

Таблиця 5.4 Характеристика верстатного парку

Модель верстату	Габаритні розміри	Прийнята кількість верстатів	Потужність, кВт		Прийнята вартість обладнання		Балансова вартість верстату
			один	Всього	один	Всього	
1283	3252 x 3065	2	20	40	200	400	440
1283	3252 x 3065	2	20	40	200	400	440
2P53	2585 x 1930	1	5,5	5,5	54	54	59,4
7B55	6340 x 2090	1	18	18	90	90	99
5K324	2500 x 1440	6	10	60	70	420	462
OB-400	1500 x 1000	2	1,5	3	40	80	88
Всього:		14		166,5			1588

Вартість транспортних засобів (пластинчастих транспортерів) – 1...2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Втр.зас.} = 1588 \times 0,01 = 15,9 \text{ тис.грн.}$$

Вартість всієї оснастки на механічну обробку деталі „Зубчасте колесо” – 0,1...0,2% від балансової вартості обладнання.

$$\text{Восн.} = 1588 \times 0,001 = 1,6 \text{ тис.грн.}$$

Середня потужність одиниці обладнання визначається за формулою:

$$P_{\text{ср.}} = \Sigma P / \Sigma V_{\text{пр}}, \text{кВт.}$$

де ΣP – сума потужностей всього обладнання на проектуючій дільниці

$\Sigma V_{\text{пр}}$ – сума прийнятої кількості верстатів для кожної операції.

$$P_{\text{ср.}} = 166,5 / 14 = 12 \text{ кВт.}$$

5.1.2 Розрахунок виробничої площі дільниці та вартість основних фондів

В склад виробничої площі включається площа, зайнята обладнанням, проходами, проїздами, конвейерами тощо.

Металоріжучі верстати дільниці або відділень механічного цеху можуть бути розташовані за ходом послідовного виконання технологічних операцій

(предметна спеціалізація дільниці) або за подібними моделями (групами) верстатів (технологічна спеціалізація).

На практиці частіше зустрічається змішаний спосіб утворення дільниці.

На вибір варіантів розташування дільниць впливають умови роботи та технологічні особливості використовуваних верстатів.

Виходячи з цього недоцільно розміщувати поруч дільниці та лінії виготовлення деталей високої точності і відносно малої точності форми та розта-

шування поверхонь в зв'язку з неминучим впливом вібрації цього обладнання на точність виготовлення відповідних деталей.

Недопустиме змішане розміщення дільниці абразивної обробки та складання.

Загальну площу S_d дільниці визначають за показником $S_{\text{пит}}$ загальної площі, яка припадає на один верстат або одне робоче місце:

$$S_{\text{пит.д}} = S_{\text{пит.}} \times V_{\text{пр}}, \text{ м}^2$$

де $S_{\text{пит.}}$ — питомий показник площі на один верстат (для малих верстатів вагою до 5000 кг — 10 — 15 м², для середніх вагою до 10000 кг — 16 — 25 м², для великих вагою до 25000 кг — 26 — 45 м², для особливо великих вагою до 120000 кг — 50 — 150 м² на один верстат.

З практичної точки зору на дільниці (цеху) розміщуються обладнання різних габаритних розмірів, тому для оцінки потрібної площі зручніше користуватися питомими показниками $S_{\text{пит.д}}$ для механічних дільниць (цехів); узагальнених за діючими базовими заводами або раніше виконаних проектів. Показник питомої загальної площі, враховуючи також площу для збереження між операційних

та магістральних проїздів, тощо

$$S_{\text{лит.заг.}} = 1,3 \times S_{\text{пит.д.}}$$

Наприклад: Питома площа для середніх верстатів на один верстат дорівнює

$$S_{\text{пит.д.}} = 18...22 \text{ м}^2$$

Виробнича площа дільниці $S_{\text{в.п.д.}} = 20 \times 14 = 280 \text{ м}^2$

Загальна площа дільниці $S_{\text{з.п.д.}} = 1,3 \times 280 = 364 \text{ м}^2$

Ширину прольоту приймаємо $B = 12 \text{ м}$ (12000 мм), а довжину прольоту

$$L = \frac{S}{B}; L = \frac{364}{12} = 30,33 \text{ приймаємо} = 30,33 \text{ м} (30330 \text{ мм}).$$

Крок колон $v = 6 \text{ м}$ (6000 мм)

За нормативами:

Висота будівлі $h = 8,4 \text{ м}$ (8400 мм)

Об'єм будівлі

$$V_{\text{буд.}} = h \times S_{\text{з.п.д.}} \times 1,15 = 8,4 \times 364 \times 1,25 = 3822 \text{ м}^3$$

Вартість основних фондів

$$B_{\text{ОВФ}} = B_{\text{буд.}} + B_{\text{б.об.}} + B_{\text{тр.зас.}}$$

де $\text{Ц}_{\text{буд.}} = 38... 58 \text{ грн.}$ — ціна 1 м³ виробничої будівлі (дивись преїскурант, висотою 8-ми метрів) з крановим навантаженням та залізобетонними конструкціями.

$B_{\text{б.об.}} = 1588 \text{ тис.грн.}$ балансова вартість обладнання.

Вартість будівлі дільниці

$$B_{\text{буд.}} = \text{Ц}_{\text{буд.}} \times V_{\text{буд.}} = 50 \times 3822 = 191,1 \text{ тис.грн.}$$

Вартість транспортних засобів (1... 2% від $B_{\text{об.}}$)

$$V_{\text{тр.зас.}} = 1588 \times 0,01 = 15,9 \text{ тис.грн.}$$

Вартість основних фондів

$$V_{(\text{ОВФ})} = 1588 + 191,1 + 15,9 = 1795 \text{ тис. грн}$$

5.1.3 Визначення чисельності працюючих на дільниці (цеху)

В здійсненні виробничого процесу беруть участь слідуючі категорії працюючих: основні та допоміжні робочі, інженерно-технічні працівники (ІТП), молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

Розрахунок чисельності працюючих виконується за категоріями. Вихідними даними для розрахунку являються: виробнича програма, трудомісткість виробів, штатний розпис, норми обслуговування, бюджет робочого часу.

5.1.3.1 Визначення чисельності основних робочих

В механічних цехах (дільницях) до основних робочих відносяться робочі слідуючі професій: верстатники, оператори верстатів з ЧПК та наладчики автоматичних ліній, слюсарі механоскладальних робіт, мийники деталей.

Визначення споживчої чисельності основних робочих ведуть за кожною професією роздільно.

Для дільниць серійного виробництва споживча кількість виробничих робочих визначають за формулою:

$$P_{\text{верст.сп.}} = \frac{T_{\text{труд}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_{\text{в.н.}} \times N_{\text{о}}} \text{ , чол.}$$

де $T_{\text{труд}}$ – річна трудомісткість робіт за видами обробки, нормо-годин.

$T_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляційний час на обробку даної операції, хв.

$\Pi_{\text{з}}$ – річна програма запуску деталей, шт.

$\Pi_{\text{пр}}$ – річна приведена програма деталей, шт

$\Phi_{\text{д}}$ – річний ефективний фонд часу роботи одного робочого, години.

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм робочими на дільниці (1... 1,2).

$N_{\text{о}}$ – для зубофрезерної операції 2...3 верстата для кожного верстатника

Ефективний річний фонд робочого часу верстатника за п'ятиденну неділю можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times K_{\text{н}} = [(365 - 104 - 8) \times 8 - 5 \times 2] \times 0,91 = 1833 \text{ н-г}$$

Трудомісткість робіт верстатника визначається за формулою:

$$T_{\text{труд}} = \frac{T_{\text{шк}} \times \Pi_{\text{пр}}}{60} \text{ год}$$

Визначаємо чисельність верстатників за формулою:

$$P_{\text{верст.сп } 010} = \frac{5690}{1833 \times 1 \times 1} = 3,1 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 010} = 4 \text{ робітника}$$

$$P_{\text{верст.сп } 025} = \frac{5428}{1833 \times 1 \times 1} = 2,96 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 025} = 3 \text{ робітника}$$

$$P_{\text{верст.сп } 030} = \frac{3739}{1833 \times 1,1 \times 1} = 1,854 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 030} = 2 \text{ робітника}$$

$$P_{\text{верст.сп } 040} = \frac{3037}{1833 \times 1 \times 1} = 1,66 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 040} = 2 \text{ робітника}$$

$$P_{\text{верст.сп } 050} = \frac{21829}{1833 \times 1,1 \times 2} = 5,41 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 050} = 6 \text{ робітників}$$

$$P_{\text{верст.сп } 065} = \frac{7216}{1833 \times 1,1 \times 2} = 1,79 \text{ приймаємо } P_{\text{в.пр } 065} = 2 \text{ робітника}$$

Коефіцієнт завантаження верстатника

$$K_3 = P_{\text{в.сп}} / P_{\text{в.пр}}$$

Таблиця 5.5 Зведена відомість чисельності верстатників на проектуючій ділянці

№ опер	Професія	Розряд роботи	T _{труд.н.} ГОД	P _{верст.сп.}	P _{верст. пр.}	K ₃
010	Токар-автоматчик	3	5690	3,1	4	0,775
025	Токар-автоматчик	3	5428	2,96	3	0,987
030	Свердловщик	3	3739	1,854	2	0,927
040	Протяжник	4	3037	1,66	2	0,83
050	Зубо-фрезеровщик	4	21829	5,41	6	0,902
065	Зубообкатник	4	7216	1,79	2	0,895
Разом			46939	16,77	19	0,883

Середній коефіцієнт завантаження верстатників:

$$K_{3,\text{ср.в.}} = \frac{P_{\text{верст.сп.}}}{P_{\text{верст.пр.}}} = \frac{16,77}{19} = 0,883$$

5.1.3.2 Визначення чисельності допоміжних працівників, інженерно-технічних працівників (ІТП) та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)

Допоміжні працівники виробництва, які обслуговують основне виробництво (наладчики, бригадири, кладівники та роздавачі інструментів, слюсарі для ремонту верстатів та оснастки, електромонтери, бракувальники (контролери) та інші).

Чисельність допоміжних працівників зайнятих на проектуючій дільниці розраховується у відсоткових відносинах від числа основних робочих дільниці:

для серійного виробництва – 15... 25%;

для масового виробництва – 30... 50% (крім наладчиків).

Від загального числа допоміжних працівників 60-70% - робочі, які обслуговують обладнання.

Чисельність допоміжних працівників для приведеного прикладу дорівнює:

$$P_{\text{доп.роб.}} = (15... 25\%) \text{ від } P_{\text{верст.}}$$

$$P_{\text{доп.роб.}} = 0,25 \times 19 = 4,75 \text{ чол.} \quad \text{Приймаємо } P_{\text{доп.роб.}} = 5 \text{ чол.}$$

Таблиця 5.6 Відомість допоміжних робітників

Назва професії	Кількість	Розряд
Бригадир	1	5
Контролер	2	4
Слюсар по ремонту	2	4
Всього	5	

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП) приймають в слідую чому співвідношенні від числа робочих (виробничих та допоміжних) дорівнює – 10... 15% від загального числа основних та допоміжних робітників:

$$P_{\text{ІТП}} = 0,12 \times (19 + 5) = 2,88 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{\text{ІТП}} = 3 \text{ чол.}$

Таблиця 5.7 Відомість інженерно-технічних працівників (ІТП)

Назва професії	Кількість	Посадовий оклад
Начальник дільниці	1	700...860
Змінний майстер	1	500...650
Технолог-нормувальник	1	450...550
Всього	3	

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приймаємо 2...4% від основних та допоміжних працівників.

$$P_{\text{МОП}} = 0,03 \times 24 = 0,72$$

Приймаємо $P_{\text{МОП}} = 1$ чел.

Таблиця 5.8 Відомість молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)

Назва професії	Кількість	Посадовий оклад, грн.
МОП транспортувальник	1	530...600
Разом	1	

Примітка: тарифні посадові оклади та часові тарифні ставки верстатників використовуються на базовому заводі.

Результати розрахунку чисельності робітників зводимо в зведену відомість.

Таблиця 5.9 Зведена відомість працюючих на виробничій ділянці

Категорія працюючих	Чисельність працюючих	Питома вага, %
Основні робітники (верстатники та слюсарі)	19	67,86
Допоміжні працівники	5	17,86
Інженерно-технічні працівники	3	10,71
Молодший обслуговуючий персонал	1	3,57
Разом	28	100

5.1.4 Визначасмо середній тарифно-кваліфікаційний розряд та середню годинну тарифну ставку основних робочих

Таблиця 5.10 Зведена відомість основних робочих (верстатників) та визначення середнього тарифно-кваліфікаційного розряду.

Назва професії	Загальна кількість робочих	Кількість робочих по розрядам	
		3	4
Токар-автоматчик	4	4	--
Токар-автоматчик	3	3	--
Свердловщик	2	2	--
Протяжник	2	--	2
Зубофрезеровщик	6	--	6
Зубообкатник	2	--	2
Разом	19	9	10
Загальна кількість людинорозрядів	67	27	40

Середній тарифно-кваліфікаційний розряд

$$P_{c.p.} = \frac{67}{19} = 3,526$$

Середня годинна тарифна ставка

$$ГТС_{c.p.} = ГТС_3 + (ГТС_4 - ГТС_3) \times P_{c.p.} = 2,33 + (2,59 - 2,33) \times 0,526 = 2,467 \text{ грн.}$$

де $P_{c.p.}$ – число, що знаходиться після коми середнього тарифно-кваліфікаційного розряду.

ГТС₃, ГТС₄ – годинна тарифна ставка 3-го розряду – 2,33 грн. і 4-го розряду – 2,59 грн. за 1 годину, взяті на заводі в 2005 році.

5.2 Організаційна частина виробництва

5.2.1 Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на механічній дільниці

Планування дільниці - це план розташування виробничого обладнання (верстатів, підйомно-транспортного обладнання тощо) робочих місць, проїздів, переходів і т.д.

Технологічне планування дільниці виконується при проектуванні дільниці або перебудови технологічного процесу на базовому заводі та залежить від величини заводу, характеру виробництва, особливостей та об'єму виробничого завдання габаритних розмірів та ваги оброблюваних заготовок.

При плануванні дільниці слід дотримуватись наступних основних вимог:

а) розміщення обладнання на дільниці повинно залежати від послідовності виготовлення деталей відносно технологічного процесу;

б) планування за типами виробів, коли на дільниці виготовляються деталі які постійно закріплені за нею (вали, шпинделі, шестірні, зубчасті колеса, втулки, муфти тощо). В цьому випадку верстати розміщують за типами або за ходом технологічних операцій. Цей спосіб планування обладнання з розміщенням верстатів за типами або за послідовністю технологічного процесу – являється найбільш вигідним для механічної дільниці серійного виробництва і застосовується в плануванні частіше інших;

в) планування верстатів необхідно ув'язувати із застосуванням підйомно-транспортного обладнання. В плануваннях передбачають короткі шляхи переміщення заготовок, деталей в процесі виробництва включаючи кільцеві, зворотні петлеподібні рухи. Вантажопотоки не повинні перехрещуватися між собою, а також не пересікати та не перекривати основні проїзди та переходи, які призначені для руху людей;

г) розміщення обладнання, проїздів та переходів на планувальній дільниці повинно гарантувати зручність та безпеку праці; можливість монтажу та ремонту обладнання; зручність подавання заготовок та інструментів; зручність прибирання відходів;

д) планування повинно бути „гнучким”, тобто необхідно передбачити можливість змінити верстати при зміні технологічного процесу;

При визначенні відстані між верстатами, від верстата до стіни та колон будівлі потрібно враховувати наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухомих частин, відчиняючих дверок та постійних огорожень верстатів;

б) при різних розмірах двох поруч розміщених верстатів відстань між ними приймається за більшим із цих верстатів;

в) при обслуговуванні верстатів мостовими кранами або кран-балками відстань від стін та колон до верстатів приймають враховуючи можливість обслуговування верстатів при крайньому положенні гака крану.

При виборі ширини проїздів між рядами верстатів необхідно мати на увазі наступне:

а) відстань беруть від зовнішніх габаритних розмірів верстатів, включаючи крайні положення рухомих частин, відчиняючих дверок та постійних огорожень верстатів;

б) розмір транспортуваних деталей або тари з деталями – це розмір в напрямленні, перпендикулярному до проїзду;

в) ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами дана з врахуванням можливості їх повороту на 90° .

При плануванні дільниці повинні бути передбачені місця для майстра, технолога, контролера площею не менше 6 м^2 кожне. Слюсарні верстаки та контрольні плити можуть бути розміщені на механічній дільниці (за технологічним процесом).

Відстань між верстатами та елементами будівлі для різних варіантів розміщення обладнання, а також ширину проїздів в залежності від різних видів транспорту регламентують нормами технологічного проектування.

На потоково-конвеєрних лініях верстати розміщують за ходом технологічного процесу, по прямій лінії вздовж верстатів розміщують рольганг, конвеєр, сходи, сковзали та інші транспортні устаткування. Необхідно вказати передачу деталей від транспортера до верстата.

На початку лінії необхідно передбачити площадки для зберігання заготовок, в кінці – площадки для накопичення оброблених деталей.

Потрібно передбачити на лінії необхідні робочі місця для контрольних операцій, слюсарних робіт та поточного ремонту обладнання.

Потрібно забезпечити зручні підходи до всіх робочих місць для обслуговування лінії та ремонту обладнання, можливість багатоверстатного обслуговування при найбільш коротких та зручних переходах від одного верстата до другого.

На плануванні лінії, крім обладнання, повинні бути нанесені транспортні засоби, інструментальні тумбочки, тара для заготовок та готових деталей, верстаки, стелажі та інша оргнастка.

Організація робочих місць

Робоче місце – це обмежена зона виробничої площі, яка призначена для виконання операцій одним працівником та оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці: технологічним, допоміжним та підйомно-транспортним обладнанням, технологічною оснасткою та інструментом, організаційною оснасткою тощо.

Головним завданням при проектуванні організації робочого місця являється створення такої конструкції оргоснастки та такого розміщення обладнання, заготовок, готових деталей та оснастки, при яких відсутні нерациональні рухи та прийоми (повороти, згинання, присідання тощо).

Планування робочого місця повинно передбачити вірне розміщення органів управління верстатом, предметів та засобів праці як по горизонталі, так і по вертикалі. Оптимальну відстань до органів управління верстатом при роботі токаря середнього росту (дивись на рисунках).

В умовах серійного виробництва, кількість операцій, які виконують на робочому місці, скорочуються, приймається спеціальний інструмент та оснастка, змінюється планування та оснащення робочого місця. Найбільш значне змінення в організації робочих місць робиться під впливом механізації та автоматизації виробництва, що забезпечує швидку перебудову виробництва щодо випуску нових виробів в рахунок гнучкості виробничої системи, а також збільшує коефіцієнт завантаження верстатів та покращує соціальні умови праці.

5.2.2 Організація транспортування виробів на дільниці

Ціль організації транспортування деталей на дільниці – це скорочення тривалості виробничого циклу при широкому застосуванні механізованих та автоматизованих транспортних засобів. Вибір транспортних засобів залежить від характеру оброблюваних на дільниці заготовок; маси та габаритів заготовок або розміру транспортної партії, типу виробництва, конструкції будівлі. Транспортування деталей від прольоту в проліт від одного верстату до іншого може бути виконана слідуючими способами:

- а) електричними візками або електрокарами;
- б) кран-балками, маніпуляторами, монорейками з електросталлю, які можуть бути прямими, кільцевими з вантажністю 0,25... 3 т.;
- в) жолобами, лотками, схилами, сковзалами для передавання деталей від верстата до верстата самопливом під дією сили тяжіння;
- г) роликowymi, стрічковими, пластинчастими та підвісними конвеєрами, які мають ширину стрічки 200... 600 мм та швидкість 6... 30 м/хв;
- д) мостовими кранами, якщо на дільниці виготовляються важкі деталі, їх вантажність 5, 10, 15 та 20 т.;
- е) промисловими роботами, які застосовують для установки, знімання та передачі заготовки від одного верстата до іншого.

5.2.3 Організація інструментального господарства

Інструментальне господарство на дільниці, що проектується, призначається для зберігання, видавання та заточування інструменту, а також для виготовлення пристосування. Необхідно зробити короткий опис головних задач організації інструментального господарства, рекомендуючи систему забезпечення робочих місць інструментом.

Враховуючи, що витрата на інструмент складає 25% від загальної суми затрат на виготовлення виробів, необхідно розрахувати споживання ріжучого інструмента на задану річну програму випуску деталей.

Річне споживання ріжучого інструменту з кожного виду та розміру в штуках визначається за формулою:

$$I_p = \frac{\sum T_m \times \Pi_{np}}{T_p \times (1 - K_b)}, \text{ шт.} \quad I_p = \frac{5,48 \times 88000}{660 \times 0,8} = 913 \text{ різців}$$

де $\sum T_m$ – сумарний машинний час на обробку всіх операцій даним інструментом, в годинах;

Π_{np} – річна приведена програма випуску деталей, шт.;

T_p – час роботи даного інструменту (сумарна стійкість), хв.

$K_{н.з.}$ – коефіцієнт випадкового зменшення інструменту через поломки (0,05 - 0,3).

Для визначення розрахункової стійкості інструменту використовується формула:

$$T_p = T \times \left(\frac{L}{l} + 1 \right) = 60 \times \left(\frac{10}{1} + 1 \right) = 660 \text{ хв}$$

де T – стійкість інструменту між двома переточками в хв.;

L – величина робочої частини інструменту, яка підлягає переточці в мм, для пластини токарного різця (10-15 мм);

l – величина шару, який знімається при кожній переточці в мм (0,1-0,25 мм).

Річне споживання вимірювального інструменту (шт.) кожного виду та розміру визначається за формулою:

$$I_B = \frac{\sum n \times \Pi_{np}}{i_b \times z_k \times K_B}, \text{ шт.} \quad I_B = \frac{6 \times 88000}{600 \times 5 \times 3} = 59 \text{ калібрів}$$

де $\sum n$ – сума вимірювань на одну заготовку даним вимірювальним інструментом на всіх технологічних операціях;

Π_{np} – річна програма випуску деталей, шт.

i_b – кількість вимірювань, що викликають знос прохідної сторони калібру

на 1 мкм (для гладких скоб та пробок $i_b = 600$, для різьбових скоб $i_b = 500$, для різьбових пробок $i_b = 300$, для конусних пробок $i_b = 1200$).

z_k – допустимий знос калібру або поле допуску на знос калібру (вибирається за стандартами на допуски калібрів, мкм);

$K_{в.р.} = 2... 3$ – коефіцієнт, що враховує відновлення розміру та ремонт регулюючих калібрів.

5.2.4 Організація технічного контролю

Технічний контроль – одна із функцій комплексної системи управління якості виробів, яка здійснюється на машинобудівних заводах відділом технічного контролю, який являється самостійним структурним підрозділом заводу та підкоряється директорові.

У механічних і складальних цехах розташовуються контрольні відділення, що є частинами (відділеннями) загальнозаводського відділу технічного контролю (ВТК).

Задачі технічного контролю – виявлення якості матеріалу, перевірка розмірів, геометричної форми і якості обробленої поверхні деталей. За допомогою контролю в складальних цехах установлюють правильність з'єднання і взаємодія деталей і вузлів, якість зборки всієї машини і перевіряють відповідність цих з'єднань технічним умовам приймання.

Вимоги, пропоновані при контролі, повинні відповідати технічним умовам, установленим на приймання матеріалів, напівфабрикатів, готових деталей, вузло-вих з'єднань і зібраної машини.

Правильність розмірів деталей після обробки перевіряється вимірювальними інструментами загального призначення, калібрами, приладами, пристосуваннями.

Для перевірки контуру деталей, у яких профільна поверхня для виконання його робочих функцій повинна бути досить точної (наприклад, кулачки розподільних валів, профільні поверхні ріжучого інструменту), застосовуються шаблони, а для дрібних деталей – проектори, що дають збільшення профілю в 10-50 разів.

У цеховому контрольному відділенні якість матеріалу виробу перевіряється тільки шляхом зовнішнього огляду; повне ж дослідження матеріалу і заготовель (аналіз хімічного складу, дослідження металографічних властивостей, іспит механічних властивостей, рентгенівське дослідження) ведеться в заводській лабораторії, що є складовою частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. Зовнішній огляд виявляє відсутність або наявність зовнішніх дефектів матеріалу й обробки: тріщин, розшарувань, воловин, зовнішніх раковин, задирок, ум'ятин, подряпин і т.п. Для виявлення цих дефектів деталей уважно оглядають з усіх боків за допомогою лупи або мікроскопа, а також і неозброєним оком, якщо це допускається технічними умовами. Якість обробленої поверхні деталей у відношенні чистоти обробки (ступеня шорсткості) перевіряється в цехових умовах переважно по сталонах, а в лабораторних умовах – профілометрами, профілографами й іншими відповідними приладами.

Правильність розмірів деталей, отриманих при обробці, у цехових контрольних відділах перевіряють: в одиничному виробництві –

вимірювальними інструментами загального призначення (штангенциркулями, кронциркулями, мікрометрами, нутромерами, глибиномірами, штихмасами, індикаторами, вимірювальними плитками, приладами); у серійному і масовому виробництві - головним чином за допомогою граничних калібрів, а також вимірювальних приладів, вимірювальних пристосувань, автоматичних вимірювальних пристроїв.

Усі граничні калібри, з якими приходиться мати справу у виробництві, по призначенню варто підрозділити на:

- 7) виробничі (робочі і бракувальні);
- 8) приймальні (для приймання виробів замовником);
- 9) контрольні (службовці для контролю виробничих і прийомних калібрів).

Усі калібри, що знаходяться у виробництві, щоб гарантувати одержання по них деталей належних розмірів, необхідно періодично (перевіряти у встановлений термін. Тривалість періодів між перевітками буває різною в залежності від того, наскільки часто користуються даними калібрами. Тому всі калібри розбиваються по частоті вживання їх на групи і для кожної групи призначається термін періодичної перевірки.

Для перевірки засобів виміру в механічних, інструментальних і інших цехах створюються контрольні-перевірочні пункти, що роблять у встановлений термін перевірку усіх вимірювальних інструментів, приладів і пристосувань, застосовуваних у цеху, що обслуговується. Цехові контрольні-перевірочні пункти підкоряні начальнику центральної вимірювальної лабораторії (ЦВЛ).

Центральна вимірювальна лабораторія, що повинна бути на кожному машинобудівному заводі, входить до складу загальнозаводського відділу технічного контролю; її функції, що відносяться до постановки вимірювальної техніки на заводі, різноманітні, до числа їхньої відносяться: розробка методів контролю засобів виміру, що застосовуються на заводі; керівництво роботою контрольних-перевірочних пунктів; юстировка, перевірка й атестація вимірювальних приладів заводу; надання допомоги цехам по розробці ними методів виміру виробів, що випускаються; перевірка складних засобів виміру, що не можуть бути перевірені на контрольних-перевірочних пунктах; дослідження причин виникнення браку через неточність розмірів і т.д.

Контроль у залежності від форми організації роботи, виду і характеру контрольних операцій проектується для виконання:

- а) безпосередньо на робочому місці на верстаті або біля верстата, на автоматичних верстатних лініях, на складальному місці, на складальних поточкових лініях (конвеєрах);
- б) на спеціальних контрольних пунктах;
- в) у контрольному відділенні цеху.

Контроль, виконуваний у цехах, проектується наступних видів:

а) летучий, б) проміжний, в) остаточний; крім того, по ступені охоплення продукції, що перевіряється, контроль може бути суцільний і вибірковий.

Летучий контроль виконується у формі періодичних перевірок деталей у процесі їхнього виготовлення для попередження масового браку. Найбільш ефективним методом летучого контролю є статистичний контроль, застосований у серійному і масовому виробництві. Летучому контролю піддаються перші деталі, оброблені після налагодження або переналагодження верстата, а інші деталі – після визначених операцій. Результати контрольних вимірів деталей відзначаються в картках установлені форми або на графіку статистичного контролю. У випадку виявлення відхилення від розмірів, що допускаються, або наближення розмірів до границь відхилень, що допускаються, контролер сповіщає про це майстрові, що повинний ужити необхідних заходів до усунення виявлених відступів. Після усунення дефектів і перевірки знову оброблених деталей контролер дає висновок про можливість продовжувати їхню обробку.

Проміжний контроль виробляється між операціями, коли деталь пройшла одну операцію і повинна надійти на наступну; цей вид контролю називається також межопераційним. Місце виконання самого процесу перевірки залежить від форми організації роботи, а також від розміру і ваги деталей.

При одиничному і серійному виробництві деталі, як правило, після проміжних операцій направляються для перевірки на контрольні площадки, причому в першому випадку деталі направляються одиничними екземплярами, у другому випадку - партіями; деталі великих розмірів перевіряються безпосередньо у верстатів. При поточно-серійному і поточно-масовому виробництві перевірка деталей завжди виробляється у верстатів (або між верстатами). Контрольні площадки для міжопераційного контролю при плануванні устаткування по типовій ознаці розташовуються наприкінці кожної групи верстатів даного найменування. При розташуванні верстатів один по одному технологічних операцій контрольні площадки розташовуються у верстатів, що виконують ті операції, після яких виробляється контроль.

Остаточний контроль виробляється після закінчення всіх операцій, тобто після повної обробки деталі. Перевірку виконують, як правило, у контрольному відділенні, куди ці деталі надходять після останньої операції. Великі і важкі деталі перевіряються безпосередньо у верстатів або на верстаті. Остаточний контроль передбачає перевірку розмірів і формової форми, перевірку якості обробленої поверхні й у деяких випадках інші властивостей деталі.

Остаточному і проміжному контролю можуть піддаватися або всі деталі (суцільний контроль), або частина їх на вибір (вбірковий контроль). Вбірковому контролю піддається установлений відсоток деталей. У випадку виявлення при цьому контролі відхилень від розмірів, що допускаються,

при обробці в потокових лініях усі наступні деталі піддаються суцільному контролю, надалі до усунення виявлених відхилень. Найбільш складні і відповідальні деталі іноді піддають повторному вибірковому контролю з метою додаткової перевірки якості деталей і роботи контролерів.

У складальних цехах контролю піддаються окремі з'єднання, вузли, механізми і цілі машини. Обов'язковій перевірці підлягають усі відповідальні з'єднання і вузли і ті складальні операції, при виконанні яких можливі неправильність, неточність сполученні і взаємному розташуванні деталей, що з'єднуються.

Менш відповідальні операції піддаються летучому контролю, тобто перевіряються періодично.

Похибки, що виникають при виконанні зборки деталей у різні з'єднання, можуть відбуватися по різних причинах, до числа яких відносяться:

- а) установлення неправильних конструктивних зазорів;
- б) неточне регулювання взаємного положення деталей, що з'єднуються;
- в) перекося деталей, що утворюються через неправильну посадку деталей при їхньому сполученні;
- г) наявність залишкових деформацій, викликаних силами, прикладеними для з'єднання деталей;
- д) скривлення й інші деформації й ушкодження деталей, що виникли при їх переверненні і переміщенні в процесі зборки і при транспортуванні;
- е) пружні деформації базової (основний) деталі об'єкта, що збирається, виниклі при її закріпленні;
- ж) деформації деталей через зміну внутрішніх напружень.

Допуски на обробку і посадки для деталей, що сполучаються, регламентовані загальносоюзними стандартами, сукупність яких складає єдину обов'язкову державну систему; тому контрольному відділенню необхідно мати всі основні дані для кожної деталі і вузла з указівкою допусків, обраних посадок (зазорів і натягів) і їх обґрунтуванням, а також із указівкою способу обробки, що забезпечує заданий допуск і посадку.

Для перевірки розмірів деталей контрольне відділення, крім калібрів, загальних вимірювальних інструментів і приладів, повинне мати у своєму розпорядженні спеціальні пристосування, що полегшують і прискорюють перевірку деталей. У складальних цехах широко застосовуються пристосування для перевірки окремих з'єднань і зібраних вузлів, що спрощують виконання контрольних операцій, підвищують точність перевірки, зменшують час, необхідне на перевірку. До числа таких пристосувань відносяться, наприклад, пристосування для перевірки перпендикулярності осей, правильності розташування частин у зібраному вузлі або машині; пристосування до вимірювальних інструментів, що допускають можливість промірів у важкодоступних місцях; пристосування для регулювання і т.д.

У крупносерійному і масовому виробництві для забезпечення взаємозамінності і проведення точних вимірів необхідно застосовувати по можливості найбільш продуктивні контрольні пристосування і прилади. Для вибіркової перевірки деталей при налагодженні операцій використовують налагоджувальні контрольні пристосування, постачені вимірювальними голівками з індикаторами і міліметрами. Для суцільної перевірки деталей застосовуються прийомні контрольні пристосування, постачені вимірювальними голівками світлофорного типу, що світловими сигналами указують улучення розмірів деталі в допуск або вихід з нього. Ці пристосування застосовні для високопродуктивних технологічних процесів потокових ліній, тому що велика пропускна здатність пристосувань може відповідати темпові роботи цих ліній.

Найбільш ефективні автоматичні верстатні контрольні пристрої, що вимірюють деталі в процесі обробки їх на верстатах. Завдяки цим пристосуванням підвищується продуктивність верстатів, тому що виключається необхідність зупинки їх для проміру деталей і представляється можливість одночасного обслуговування декількох верстатів, постачених автоматичними пристроями для виміру.

В автоматичних потокових лініях, де деталі надходять на перевірку безупинно, час на контрольні операції, включені в лінію, повинне відповідати тактові роботи даної лінії; це досягається за рахунок застосування контроль-но-сортувальних автоматів, що включаються в автоматичну лінію верстатів і роблять вимір деталей і сортування їхній по розмірних групах без участі людини.

Доцільно пристрій контрольних пунктів між верстатами; при наявності їх усувається необхідність транспортування деталей у контрольне відділення, розташоване наприкінці лінії верстатів, і назад до верстатів. Особливо необхідний пристрій контрольних пунктів при масовому і серійному виробництві, коли верстати розставлені в порядку технологічних операцій і робота йде по потоковому принципі. Контрольні пункти розташовуються не після кожної операції, а тільки у верстатів, що виконують основні технологічні операції.

Для контролю окремих з'єднань і механізмів необхідно встановлювати столи біля робочих місць збирачів; при зборці на конвеєрах необхідно між робітниками місцями збирачів залишати місця для виконання контрольних операцій.

Для найбільш раціонального виконання контролю варто розробляти його технологічний процес. При наявності розробленого процесу контролю контролери (або бракувальники) будуть виконувати перевірку деталей не за своїм розсудом або особистою практикою, а за встановленим планом контрольних операцій, обумовленими методами й інструментами й у належній стадії обробки.

Розробка технологічного процесу контролю оформляється у виді карт, що повинні містити:

1) план контрольних операцій, у якому повинні бути приведені порядок операцій, опис операцій і метод їхнього виконання;

2) ескіз, що ілюструє процес виконання контрольної операції та зображуючи положення деталі, що перевіряється, і вимірювального інструмента при перевірці даного розміру;

3) указівка, які поверхні і розміри й у яких місцях перевіряються в даній операції і які допускаються відхилення від номінальних розмірів;

4) указівка, яким вимірювальним інструментом треба користуватися для виконання контрольної операції, його найменування, тип, номер;

5) указівка, яке пристосування потрібно для виробництва виміру, його найменування, номер;

6) вид контролю відповідно до зазначеного вище класифікації;

7) указівка, у якій стадії виготовлення даної партії деталей виконується контроль, і яка кількість деталей з партії контролюється;

8) місце виконання контрольних операцій;

9) норма часу на виконання даної контрольної операції даної деталі;

10) кваліфікація виконавця контрольної операції.

В усіх випадках контрольні операції необхідно включати в технологічну карту обробки деталей і зборки вузла і виробу. При докладній розробці процесу

контролю карту контролю варто додавати до технологічної карти обробки деталі.

Розташовуючи зведеннями, зазначеними в карті контролю, можна підрахувати необхідне для виконання контрольних операцій усіх деталей по пунктів і річній програмі кількість вимірів, кількість інструмента і пристосувань, загальну витрату часу, кількість контролерів, а звідси – необхідні площі для контрольних відділення.

Докладний розрахунок потрібної кількості працівників контролю, виконуваний на основі технологічних карт контролю, вимагає значного часу і тому його роблять у рідких випадках. Звичайно розрахунок ведеться укрупнено по практично встановленому процентному відношенню кількості контролерів і бракувальників до кількості робітників-верстатників, причому величина відсотка приймається в залежності від виду виробництва й обсягу контрольних робіт.

При серійному виробництві кількість контролерів і бракувальників складає приблизно 5-7% від числа верстатників, при масовому виробництві – 12-15%, а іноді і вище, наприклад у виробництві шарикопідшипників доходить до 20-25%. Застосування найбільш продуктивних контрольних-вимірювальних приладів і пристосувань, контрольних-сортувальних напівавтоматів і автоматів, автоматичних контрольних пристроїв для контролю в процесі обробки, безсумнівно, зменшує потреба в працівниках контролю, і тому зазначені вище зразкового процентного співвідношення підлягають відповідному коректуванню.

Площі контрольних пунктів і контрольного відділення можна визначити на підставі планування всіх робочих місць працівників контролю, необхідного устаткування й інвентарю. Для виміру виробів у контрольному відділенні повинні бути перевірочні плити з усіма необхідними приналежностями, а також столи для контролерів (бракувальників), на яких вони роблять огляд, виміри і сортування деталей.

Для збереження вимірювальних інструментів і приладів у контрольному Відділенні встановлюють столи і засклені шафи. Для тимчасового гранування деталей у процесі контролю влаштовуються стелажі, розділені на гнізда для визначених деталей, спеціальні столи, стійки, підставки. Робочі місця контролерів повинні мати гарну освітленість, раціональне планування робочого інвентарю, зручне розташування. У контрольному відділенні повинна підтримуватися нормальна температура (20° С).

Спрощено площа контрольного відділення визначають виходячи з числа контрольних працівників, що розташовуються на даній площі, вважаючи при цьому на одну людину 5-6м² і роблячи надбавку для розташування інвентарю, устаткування і проходів шляхом множення величини загальної площі на коефіцієнт 1,5-1,75. Розміри контрольних площадок можна приймати рівними 2×2 або 2,5×2,5. Часто площа контрольного відділення визначають укрупнено по процентному відношенню до верстатної площі. Звичайно площа контрольного відділення складає 3-5% від площі верстатного відділення.

Контрольне відділення розташовується в механічному цеху по шляху руху деталей у складальний цех, перед проміжним складом.

5.3 Економічна частина виробництва

5.3.1 Визначаємо фонд заробітної плати виробничих працівників

Фонд заробітної плати верстатників містить в собі тарифний фонд, доплачування за роботу в нічний час, святкові та вихідні дні за прогресивними розцінками, виплату пільгових годин (Кдоп), премії за результатами роботи (Кпр).

2 Основна заробітна плата верстатників визначається за формулою:

$$ЗП_{o(в)} = T_{\text{труд}} \times C_r = 46939 \times 2,467 = 115800 \text{ грн}$$

Зарплата одного верстатника

$$ЗП_{o(в)} = ЗП_{o(в)} / 12 \times P_v = 115800 / 12 \times 19 = 508 \text{ грн.}$$

2 Додаткова заробітна плата верстатників складає 10% від $ЗП_{o(в)}$

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_o \times 0,1 = 115800 \times 0,1 = 11580 \text{ грн}$$

3 З врахуванням преміальних доплат $ЗП$ верстатника складає

$$\Phi ЗП_v = (ЗП_o + ЗП_{\text{доп}}) \times 1,45 = (115800 + 11580) \times 1,45 = 184701 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{o(в)} = \Phi ЗП_v / 12 \times P_v = 184701 / 12 \times 19 = 810 \text{ грн}$$

5.3.2 Визначення фонду заробітної плати допоміжних робочих, ІТП, ОКП та МОП

Розрахунки визначаються на основі тарифних ставок, посадових окладів і прийнятої кількості працюючих.

Обслуговування окремої дільниці механічного цеху проводиться загально

цеховим персоналом. В цьому випадку річна заробітна плата в гривнях допоміжних робочих, ІТП, ОКП і МОП, визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{доп.р.} = 12 \times P_{доп.} \times ЗПо \times Кпр \times 1,25 = 12 \times 5 \times 508 \times 1,3 \times 1,25 = 49530 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{ІТП.р.} = 12 \times P_{ІТП.} \times ЗПо \times Кпр \times 1,4 = 12 \times 3 \times 508 \times 1,5 \times 1,4 = 38405 \text{ грн}$$

$$\Phi ЗП_{МОП.р.} = 12 \times P_{МОП} \times ЗПо \times Кпр \times 1,1 = 12 \times 1 \times 508 \times 1,3 \times 1,1 = 8717 \text{ грн}$$

Сумарна річна зарплата допоміжних робочих, ІТП і МОП.

$$\sum \Phi ЗП_{д.р. доп, ІТП, МОП} = 49530 + 38405 + 8717 = 96652 \text{ грн.}$$

де $P_{доп.}$; $P_{ІТП.}$; $P_{МОП}$ - розрахункова кількість персоналу;

$ЗПо$ - середньомісячна заробітна плата даної категорії працівників;

$Кпр$ - коефіцієнт преміювання із фонду матеріального стимулювання, складається з премії за положенням, яке розраховується в частинах річного фонду заробітної плати і складає для допоміжних робочих $0,2 \div 0,3$, для ІТП – $0,3 \div 0,5$, для МОП – $0,10 \div 0,20$; премія за підсумками за рік, рівний 10-денному заробітку працівників за категоріями.

Загальний фонд оплати праці на дільниці складає:

$$\Phi ОП = \Phi ЗП_{ВЕРСТ} + \sum \Phi ЗП_{др. доп, ІТП, МОП} = 184701 + 96652 = 281353 \text{ грн.}$$

Середня зарплата по дільниці складає:

$$ЗП_{д} = \frac{\Phi ОП}{12 \times P_{цех}} = \frac{281353}{12 \times 28} = 837 \text{ грн.}$$

Відрахування до фонду соцстрахування (52% від ФОП):

$$Вс.с = \Phi ОП \times 0,52 = 281353 \times 0,52 = 146304 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок собівартості деталі

Собівартість деталі – це виражені в грошовій формі витрати підприємства для виробництва та збуту виробів.

Калькуляція – процес розрахунку собівартості на одиницю виробів, а оформлений розрахунок цих витрат виробництва називають калькуляцією.

Таблиця 5.10 Відомість калькуляції цехової собівартості

Стаття затрат	Розрахунок	Значення, грн	
		Завод	Проект
1	2	3	4
1 Сировина та матеріали 1.1 Ціна заготовки	$C_3 = C \times M_3$ $B_{м(пр)} = 3 \times 40,12 = 120,36$ $B_{м(з)} = 2,4 \times 58,55 = 140,52$	140,52	120,36
1.2 Зворотні відходи	$B_{відх} = (M_3 - M_4) \times C_{відх}$ $B_{відх(пр)} = (40,12 - 28) \times 0,9 = 10,91$ $B_{відх(з)} = (58,55 - 28) \times 0,9 = 27,5$	27,5	10,91
1.3 Транспортні заготівельні витрати	$P_{тр} = B_3 \times K_{тр}$ $P_{тр(пр)} = 120,36 \times 0,1 = 12,04$ $P_{тр(з)} = 140,52 \times 0,1 = 14,05$	14,05	12,04
РАЗОМ	$B_m = B_3 + P_{тр} - B_{відх}$ $B_{м(пр)} = 120,36 + 12,04 - 10,91 = 121,49$ $B_{м(з)} = 140,52 + 14,05 - 27,5 = 127,07$	127,07	121,49
2 Основна заробітна плата	$ЗП_0 = C_r \times T_{шк} / 60$ $ЗП_0(пр) = 2,467 \times 32 / 60 = 1,316$ $ЗП_0(з) = 2,467 \times 60 / 60 = 2,467$	2,467	1,316
3 Додаткова зарплата (21%) КПЗдод = 10...21%	$ЗП_д = ЗП_0 \times K_д$ $ЗП_д(пр) = 1,316 \times 0,1 = 0,132$ $ЗП_д(з) = 2,467 \times 0,1 = 0,247$	0,247	0,132
4 Відрахування на соціальне страхування (52%)	$B_{с.с.} = (ЗП_0 + ЗП_д) \times K_{с.с.}$ $B_{с.с.(пр)} = (1,316 + 0,132) \times 0,52 = 0,753$ $B_{с.с.(з)} = (2,467 + 0,247) \times 0,52 = 1,41$	1,41	0,753
5 ВВЕОзав = (180%) Витрати на вміст та експлуатацію обладнання ВВЕОпр = (200%)	$P_{об} = ЗП_0 \times K_{об}$ $P_{об(пр)} = 1,316 \times 2 = 2,632$ $P_{об(з)} = 2,467 \times 1,8 = 4,44$	4,44	2,632
6 Цехові витрати Кц.в.(зав.) = (50%) = 0,5 Кц.в.(пр) = (30%) = 0,3	$P_{ц} = ЗП_0 \times K_{ц}$ $P_{ц(пр)} = 1,316 \times 0,3 = 0,392$ $P_{ц(з)} = 2,467 \times 0,5 = 1,234$	1,234	0,392
Разом „Цехова собівартість”	$C_{цех} = B_m + ЗП_0 + ЗП_д + B_{с.с.} + P_{об} + P_{ц}$ $C_{ц(пр)} = 121,49 + 1,316 + 0,132 + 0,753 + 2,632 + 0,392 = 126,72$ $C_{ц(з)} = 127,07 + 2,467 + 0,247 + 1,41 + 4,44 + 1,234 = 136,87$	136,87	126,72

Собівартість випуску розраховується за формулою:

$$C_{вип} = C_{цех} \times P_{вип} = 126,72 \times 88000 = 11151 \text{ тис.грн.}$$

5.3.4 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються за формулою:

$$\Delta K = (K_{н.обл.} + K_{дем.} + K_{осн.} + K_{техпр.} - Л) \times K_{інв.}, \text{ тис.грн}$$

де $K_{н.обл.}$ – капітальні вкладення на нове обладнання;

$K_{\text{дем.}}$ – капітальні вкладення на демонтаж старого і монтаж нового обладнання (0,05...0,1) від залишкової вартості обладнання;

$K_{\text{осн}}$ – капітальні вкладення на оснастку = 2000 грн;

$K_{\text{техпр.}}$ – капітальні вкладення на технологічний процес = 0,1 тис. грн;

L – ліквідаційна вартість обладнання

$K_{\text{ін.в.}}$ – інші непередбачені витрати (5...10% від ΔK)

$$1 \quad K_{\text{н.обл.}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{бал}} \times P_{\text{обл}} \times K_{\text{тзв}} \times K_{\text{м}} =$$

$$= (200 \times 4) + (90 \times 1) \times 1,05 \times 1,07 = 1000 \text{ тис. грн.}$$

де $V_{\text{бал}}$ – балансова вартість нового встановленого обладнання

$$2 \quad K_{\text{дем}} = \sum_{s=1}^n V_{\text{зал}} \times V_{\text{обл}} \times K_{\text{тзв}} \times K_{\text{м}} = (40 \times 8) + (80 \times 2) \times (0,1 + 0,6) = 336 \text{ тис. грн.}$$

де $K_{\text{зал}}$ – коефіцієнт залишкової вартості старого обладнання (60...70% від первісної вартості обладнання)

$K_{\text{д}}$ – коефіцієнт демонтажу та монтажу старого обладнання = 0,05...0,1 від залишкової вартості обладнання

$$3 \quad K_{\text{з.т.д.}} = V_{\text{тр.зас}} = 15,9 \text{ тис. грн.}$$

$$4 \quad K_{\text{осн}} = V_{\text{б.обл.}} \times 0,001 = 1588 \times 0,001 = 1,6 \text{ тис. грн.}$$

$$5 \quad K_{\text{техн.}} = V_{\text{техн.}} \times C_{\text{оп}} = 0,049 \times 10 = 0,49 \text{ тис. грн.}$$

$$6 \quad L = K_{\text{дем}} = 336 \text{ тис. грн.}$$

Якщо зношене обладнання не списують і потім не здають в металобрухт, а продають іншому виробництву або організації, тоді ліквідаційна вартість обладнання буде дорівнювати залишковій вартості. ($L = K_{\text{дем}}$)

Отже капітальні вкладення будуть дорівнювати:

$$\Delta K = (1000 + 336 + 15,9 + 1,6 + 0,49 - 336) \times 1,07 = 1089 \text{ тис. грн.}$$

5.3.5 Техніко-економічні показники дільниці

Щодо зрівняння рівня виробництва в цехах або на дільниці необхідно мати комплекс: підсумкових даних, характеризуючи економічну сторону роботи спроектованої студентом дільниці.

Розрахунок собівартості одиниці виготовлюваної деталі на проектуючій дільниці необхідно порівнювати із заводською собівартістю деталі, яка виготовляється на базовому заводі.

Результати порівняння занести в відповідні графи таблиці 5.11

Таблиця 5.11 Комплекс техніко-економічних показників

Назва	Одиниця виміру	Числові значення
Випуск виробів		
Річний об'єм випуску заданих виробів:	шт.	88000
за трудомісткістю	н-г	49939
за цеховою собівартістю	тис.грн.	11151
Труд і кадри		
Загальна кількість працівників		
в тому числі:		
основних робітників	чол	19
допоміжних робітників	чол	5
ІТП	чол	3
МОП	чол	1
Середній тарифний розряд основних робочих		3,526
Цехова собівартість деталі	грн	126,72
Трудомісткість виготовлення деталі	хв	32
Фонд заробітної плати на дільниці	грн	281353
Середньорічна заробітна плата одного робітника	грн	810
Обладнання та виробнича площа		
Кількість обладнання	шт.	14
Балансова вартість обладнання	тис.грн.	1588
Балансова вартість ОВФ	тис.грн.	1795
Підсумкова потужність обладнання	кВт	166,5
Середня одинична потужність обладнання:	кВт	12
Середнє завантаження обладнання	%	87
Виробнича площа дільниці	м ²	364
Виробнича площа на одиницю обладнання	м ²	20
Показники економічної ефективності		
Ріст продуктивності праці	%	94,7
Зниження собівартості деталі	%	7,4
Зниження трудомісткості на 1 деталь	%	46,66
Додаткові капітальні вкладення	тис.грн.	1089
Умовна річна економія	тис.грн.	893
Термін окупності	років	1,22
Економія верстатників	чол.	18
Річний економічний ефект	тис.грн.	730

5.3.6 Результативна частина економічного розподілу

Важливою частиною розрахунків економічної ефективності є визначення собівартості виробів. Розрахунок собівартості за порівнювальними варіантами (проектні та заводські дані) ведеться за змінювальними статтями витрат або на одиницю виробів або на річний об'єм випуску. При цьому для зрівнювання показників об'єми річного випуску виробів повинні бути прийняті однаковими.

Розрахунок виконується на річний випуск деталей в кількості 88000 штук.

1 Умовно-річна економія.

$$E_{y.p.} = (C_1 - C_2) \cdot \Pi_{np}, \text{ тис. грн};$$

$$E_{y.p.} = (136,87 - 126,72) \cdot 88000 = 893 \text{ тис. грн.}$$

2 Розрахунковий коефіцієнт ефективності додаткових капітальних вкладень визначається за формулою:

$$K_{\text{эф.р.}} = \frac{E_{y.p.}}{\Delta K} = \frac{893}{1088} = 0,82$$

3 Розрахунковий термін окупності проекту (виготовлення продукції)

$$T_{\text{ок.р.}} = \frac{1}{K_{\text{эф.р.}}} = \frac{1}{0,82} = 1,22 \text{ роки}$$

4 Річний економічний ефект складає:

$$E_p = E_{y.p.} - K_{\text{н.эф.р.}} \times \Delta K, \text{ тис. грн};$$

$$E_p = 893 - 0,15 \times 1088 = 730 \text{ тис. грн};$$

5 НЧП (нормативно-чиста продукція) – один із основних оціночних показників госпрозрахункової діяльності виробництва матеріальних витрат і амортизації ОВФ, тобто включає зарплату працюючих, прибуток виробництва і відрахування на соціальне страхування.

$$\text{НЧП} = \text{ФОП}_{\text{заг.}} \cdot K_{\text{с.стр.}} \cdot K_b + (C_{\text{п.в.}} \cdot K_{\text{пр}}), \text{ тис. грн.};$$

де $K_{\text{с.стр.}}$ – середній коефіцієнт на страхування, $K_{\text{с.стр.}} = 1,52$;

K_b – коефіцієнт винагороди, $K_b = 1,4$;

$C_{\text{п.в.}}$ – собівартість випуску продукції, тис. грн.;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт прибутку, $K_{\text{пр}} = 0,18 \dots 0,25$.

$$\text{НЧП} = 281,353 \times 1,52 \times 1,4 + (11151 \times 0,2) = 2829 \text{ тис. грн.};$$

6 Продуктивність верстатника за трудомісткістю.

$$\Pi_{\text{верст}} = \frac{T_{\text{труд}}}{P_{\text{верст}}}, \text{ н. год.}$$

$$П_{\text{верст}} = \frac{46939}{19} = 2470 \text{ н. год.}$$

7 Питома вага матеріальних витрат в собівартості деталі.

$$M = \frac{B_{\text{мг}}}{C_{\text{цех}}} \cdot 100\% = \frac{28}{126,72} \cdot 100\% = 22,1 \%$$

8 Продуктивність верстатника за НЧП.

$$П_{\text{нчп. верст.}} = \frac{\text{НЧП}}{P_{\text{верст}}}, \text{ тис. грн.}$$

$$П_{\text{нчп. верст.}} = \frac{2829}{19} = 149 \text{ тис. грн.}$$

9 Економія верстатників складає:

$$\Delta P_{\text{верст.}} = \frac{(T_{\text{шт}} - T_{\text{шт.н.пр}}) \times П_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{н}} \cdot 60}, \text{ верст.}$$

$$\Delta P_{\text{верст.}} = \frac{(60 - 32) \times 88000}{1833 \cdot 1,2 \cdot 60} = 18 \text{ верст.}$$

Приймаємо $\Delta P_{\text{верст.}} = 18 \text{ чол.}$

10 Приріст продуктивності праці складає:

$$П_{\text{пр}} = \frac{\Delta P_{\text{верст}}}{P_{\text{верст.з.}} - \Delta P_{\text{верст}}} \cdot 100\%,$$

де $P_{\text{верст.з.}}$ – кількість верстатників на базовому заводі, $P_{\text{верст.з.}} = 37 \text{ чол.}$

$$П_{\text{пр}} = \frac{18}{37 - 18} \cdot 100\% = 94,7 \%$$

11 Зміна обладнання дозволяє знизити цехову собівартість деталі на:

$$\Delta C_{\text{ц}} = \frac{C_{\text{ц.з.}} - C_{\text{ц.пр}}}{C_{\text{ц.з.}}} \cdot 100\% = \frac{136,87 - 126,72}{136,87} \cdot 100\% = 7,4\%$$

12 Зниження трудомісткості буде:

$$\Delta T = \frac{T_{\text{шк.з.}} - T_{\text{шк.пр}}}{T_{\text{шк.з.}}} \cdot 100\% = \frac{60 - 32}{60} \cdot 100\% = 46,66 \%$$

ВИСНОВОК: Впровадження в виробництво проектуемого процесу, економічно вигідно, тобто розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (0,82) більше нормативного (0,15), а розрахунковий термін окупаємості капітальних вкладень (1,22 роки) менше нормативного (6,7 років).

6.1 Виробнича санітарія та гігієна праці

Людина, що працює, проводить на виробництві значний частину свого життя. Тому для її нормального життєдіяльності в умовах виробництва треба створити санітарні умови, якіб дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігаючи своє здоров'я. Для цього треба, щоб енергетичні витрати при праці комплексувалася відпочинком та умовами оточуючого середовища. Ці умови створюються для працюючого:

- зручного робочого місця;
- чистого повітря, необхідного для нормальної життєдіяльності;
- захисту від дії шкідливих речовин та випромінювань, що можуть потрапити в робочу зону;
- нормованої освітленості; захисту від шуму та вібрацій;
- засобами безпеки при роботі з травмонебезпечним обладнанням; робочим одягом та різними засобами індивідуального захисту (за необхідності);
- побутовими приміщеннями та спеціальними службами, що призначені створювати безпечні та нормальні санітарні умови праці;
- методичного обслуговування та санітарно – профілактичними заходами, що призначені для збереження здоров'я.

Санітарними нормами та нормами безпеки передбачено величини виробничих приміщень.

Параметри повітря у виробничих приміщеннях повинні відповідати стандартам нормам та гостам ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Санітарні вимоги до забруднення повітря робочої зони, випромінювань, освітленості, забезпечення спецодягом та засобами індивідуального захисту, забезпечення побутовими приміщеннями та спеціальними службами, що створюють нормальні умови для праці та інші відомості наводяться в нормативних документах ГОСТах, ДНАОПах, санітарних нормах, будівельних нормах та правилах та інших документах, що обов'язкові для виконання всіма підприємствами, установами та організаціями України.

Відповідальність за санітарний стан підприємства несе директор, за санітарний стан цехів, відділів - начальник цеху, зміни - майстер зміни, за санітарний стан робочого місця, обладнання - робітник.

Всі робітники проходять навчання зі складанням іспитів із санітарного мінімуму із занесенням результатів до санітарного журналу чи книжки.

6.2 Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці

Організація раціонального освітлення робочих місць – одне з основних питань охорони праці. При незадовільному освітленні різко знижується продуктивність праці, можливі нещасні випадки, поява короткозорості, швидка стомлюваність.

У залежності від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів: природне, штучне та сполучене.

Освітлення характеризується кількісними і якісними показниками.

До кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість.

Світловий потік – це частина променистого потоку, що сприймається зором людини як світло (вимірюється в люменах — лм).

Сила світла – величина, що оцінює просторову щільність світлового потоку і представляє собою відношення світлового потоку до тілесного кута, у межах якого світловий потік поширюється.

Освітленість – поверхнева щільність світлового потоку, являє собою відношення світлового потоку, що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента.

Яскравість поверхні – відношення сили світла, випромінюваного в розглянутому напрямку, до площі світної поверхні.

До основних якісних показників висвітлення відносяться: фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник засліпленості і дискомфорту, коефіцієнт пульсації.

Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта, на якій він розглядається.

Видимість – здатність ока людини сприймати об'єкт при освітленості від 0,1 до 100 000 лк.

Показник засліпленості – критерії оцінки сліпучої дії, створюваного освітлювальною установкою.

Основна задача освітлення на виробництві – створення найкращих умов для бачення. Цю задачу можливо вирішити тільки освітлювальною системою, що відповідає наступним вимогам:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характерові зорової роботи, що визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення – найменшим розміром розглянутого об'єкта (при роботі з приладами – товщина лінії градировки шкали, при креслярських роботах – товщина самої тонкої лінії на кресленні і т.п.); фоном та контраст об'єкта з фоном;

- необхідно забезпечити досить рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також у межах навколишнього простору;

- на робочій поверхні не повинні бути різкі тіні;

- у поле зору не повинне бути прямий і відбитий блиску (підвищеної яскравості світних поверхонь, що викликає осліплення);

- величина освітленості повинна бути постійної в часі;

- варто вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний спектральний склад світла;

- всі елементи освітлювальних установок повинні бути довговічними, електро- і пожежонебезпечними;

- установка повинна бути зручної і простій в експлуатації, відповідати вимогам естетики.

Приклад 6.1. Визначення виробничого освітлення на підприємстві:

Вихідні дані:

Географічна широта – 48° північної ширини.

Напруга у сітці місцевого призначення 360В, а загального освітлення – 220В.

Розряд роботи – III.

Під розряд – “а”.

Розряд роботи відмінності – від 0,5-1.

Фон – темний.

Контраст – малий.

Освітлення – однакове.

Освітлення $E=150$ лк при комбінованому освітленні, $E=150$ лк при загальному освітленні.

Провідники демонтують у спеціальний короб.

Коефіцієнт запасу $K=1,3$ при лампах накаливання.

Коефіцієнт нерівномірності $t=0,82$.

Найвигідніша відстань між світильниками $h=6$ м до висоти підвісу.

$\frac{L}{H}=1$ для прольотів.

Відстань крайніх ламп від стінок $L=0,5 \cdot H=0,5 \cdot 22=11$

Кількість світильників для загального та місцевого освітлення

$$n = \frac{S}{L} = \frac{364}{11} = 33 \text{ світильників}$$

S – загальна площа, m^2

Розрахунок освітлення установа

$$E_d = \frac{E_{\text{кал}} \cdot S \cdot K \cdot z}{n \cdot \eta}, \text{ лк}$$

де K – коефіцієнт запасу, $K=1,3$.

η – коефіцієнт використання світлового потоку залежить від показника приміщень.

$$E_d = \frac{150 \times 364 \times 1,3 \times 0,85}{33 \times 27} = 68 \text{ лк}$$

Показник приміщення

$$\psi = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)},$$

де a – довжина приміщення

b – ширина приміщення

H – висота підвісу світильника

$$\psi = \frac{12 \cdot 24}{6 \cdot (12 + 24)} = 1,33$$

Відстань між рядами світильників по відношенню до висоти їх підвісу приймається у межах 1,5...2. При розміщенні світильників треба враховувати конструктивні особливості будинку. При напрузі 220В та світловому потоці до 1000м приймають міцність 500кВт. До світильників прямого світла треба перш за все віднести світильники типу “Універсал”, “Глибоковипромінювач”.

Вентиляція передбачається природна через фрамуги світлових прорізів та механічна витяжна вентиляція за допомогою вентиляційної установки. Проводимо розрахунок механічної вентиляції за об'ємом виробничого приміщення

$V = 4641$ м, коефіцієнта кратності повітрообміну $K = 1,2$ і напору вентилятора $H = 5,0$ МПа.

Продуктивність вентилятора

$$Q_v = k \times V = 1,2 \times 3822 = 4587 \text{ м}^3/\text{годину}$$

За продуктивністю і напором приймаємо вентилятор загального призначення радіальний типу В - Ц4 -70 N 6,3 з продуктивністю $Q_v = 7500 \text{ м}^3/\text{год}$, напором $H_v = 5,0$ МПа і коефіцієнтом корисної дії $\eta_k = 0,8$

Знаходимо потужність двигуна:

$$P = K_z \times \frac{Q_v \times H_v}{3600 \times 102 \times \eta_k \times \eta_n} = \frac{4587 \times 5,0}{3600 \times 102 \times 0,8 \times 0,95} = 1,34 \text{ кВт}$$

де K_z - коефіцієнт запасу потужності двигуна;

η_n - коефіцієнт корисної дії передачі.

Приймаємо електродвигун типу 4А100L6 потужністю $P = 2,2$ кВт та числом обертів $n = 960 \text{ хв}^{-1}$.

6.3 Захист від шуму та виробничих вібрацій

Науково-технічний прогрес у всіх галузях промисловості і на транспорті супроводжується розробкою і широким упровадженням різноманітного устаткування, верстатів і транспортних засобів. Ріст потужностей сучасного устаткування, машин, побутової техніки, швидкий розвиток усіх видів транспорту привели до того, що людина на виробництві й у побуті постійно піддається впливові шуму високої інтенсивності. Шум впливає на весь організм і в першу чергу на центральну нервову і серцево-судинну системи. Тривалий

високої інтенсивного шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Шум на виробництві несприятливо впливає на працюючого: послабляє увагу, прискорює стомлення, сповільнює швидкість психічних реакцій, утрудняє своєчасну реакцію на небезпеку. Усе це знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку. Тому питання боротьби із шумом у даний час мають велике значення у всіх областях техніки.

Шумом прийнято називати всякий небажаний для людини звук, що заважає сприйняттю корисних сигналів. Шум являє собою безладне сполучення звуків різної інтенсивності та частоти. Шум буває: механічного походження, що виникає унаслідок вібрації поверхонь машин і устаткування, а також одиночних або періодичних ударів у зборі деталей і конструкцій; аеродинамічного походження (при витіканні стиснутого повітря або газу); гідромеханічного походження (при витіканні рідин); повітряний, що поширюється в повітряному середовищі; електромагнітного походження, що виникає внаслідок коливань елементів електромеханічних пристроїв під впливом перемінних магнітних сил.

Основними джерелами шуму електричної і радіоелектронної апаратури є: трансформаторне устаткування (силові трансформатори, трансформатори ланцюгів керування, трансформатори струму, дроселі насичення, що згладжують і компенсують реактори, індуктивні нагромаджувачі й ін.); устаткування систем охолодження (вентилятори, насоси, електродвигуни); захисні оболонки.

Однієї з головних причин виникнення шуму трансформаторів є магнітострикція (зміна розмірів пластин сердечників) під впливом магнітного потоку. Шум трансформаторів має основну частоту, рівну подвоєній частоті живильної мережі. На шум трансформаторів впливає ряд факторів: магнітна індукція, габаритні розміри, технологія і якість виготовлення магнітопроводів.

6.3.1. Методи боротьби із шумом

Для зниження шуму можна застосовувати наступні методи:

- зменшення шуму в джерелі поліпшенням конструкцій машин за рахунок точності виготовлення вузлів і ін.;
- зменшення механічного шуму шляхом удосконалювання технологічних процесів і устаткування (балансування обертових елементів машин, застосування пластмасових шестірень замість сталевих і ін.);
- раціональне планування підприємств і цехів (дотримання розривів не менш 100 м від будинку з гучною технологією й ін.);
- зміна напрямку випромінювання шуму в протилежну сторону від робочого місця або житлового будинку);
- акустична обробка приміщенні – зменшення енергії відбитих хвиль збільшенням еквівалентної площі звукопоглинання (розміщення на внутрі-

шніх поверхнях приміщення звукоовбирних облицювань, установка в приміщенні штучних звукопогинань);

- зменшення шуму на шляху його поширення шляхом установки звукоізолюючого огороження (перешкоди) у виді стін, перегородок, кожухів, кабін (огороження можуть бути одношарові і багатшарові);

- застосування глушителів шуму для зменшення шуму різних аеродинамічних установок.

Часто неекономічно, а іноді практично неможливо зменшити шум до припустимих величин на деяких виробництвах (клепка, обрубання, штампування, зачищення, іспит двигунів внутрішнього згоряння й ін.). У цих випадках засобу індивідуального захисту є основними мірами, що запобігають професійні захворювання працюючих.

До засобів індивідуального захисту (протишумам) відносять вкладиші, навушники і шоломи.

У промисловості і на транспорті широке застосування одержали машини й устаткування, що створюють вібрацію, що впливає несприятливо на людину. Це насамперед усі транспортні засоби, ручні машини (електричною і пневматичні, особливо зі зворотно-ударною віддачею), машини в будівництві і на заводах будівельної індустрії (віброплощадки, бункера з електровібраторами, бетоноукладачі, бетоносмесители, дозатори й ін.). Для сучасного машинобудування характерне збільшення швидкості робочих органів і агрегатів різного роду устаткування, верстатів і ручних машин. Зрівноважування при цьому обертових і поступальних мас стає скрутним. У результаті виникають коливання, у ряді випадків їм супроводжують шкідливі виробничі фактори, що створюють несприятливі умови праці, наприклад вібрація, що супроводжує роботу технічного устаткування, механізованого інструмента. і засобів транспорту. Шкідливі наслідки вібрації зростають зі збільшенням бистроходності машин і механізмів, оскільки енергія коливального процесу зростає пропорційно квадратові частоти коливань (або частоти обертання вала машини).

З фізичної точки зору між шумом і вібрацією принципової різниці немає. Різниця має місце лише в сприйнятті: вібрація сприймається вестибулярним апаратом і органами дотику, а шум – органом слуху.

Вібрація являє собою процес поширення механічних коливань у твердому тілі. Коливання механічних тіл з частотою нижче 20 Гц сприймаються організмом як вібрація, а коливання з частотою вище 20 Гц – одночасно і як вібрація, і як звук. Отже, вібрація – це механічні коливання матеріальних крапок або тіл. У виробничих умовах спостерігаються вібрації з частотою 35-250 Гц (ручний інструмент). Джерелами вібрацій є різні технологічні процеси, механізми, машини і їхні робочі органи. Коливання, поширюючи по елементах конструкцій, прискорюють їхнє руйнування, а також впливають на працюючого.

6.3.2. Методи зниження вібрацій машин і устаткування

Ослаблення вібрацій досягають наступними конструктивними і технологічними мірами:

- зрівноважуванням, балансуванням обертових частин для забезпечення плавності роботи машини;
- усуненням дефектів і розхитаності окремих частин;
- використанням динамічних гасителів вібрацій;
- пружною підвіскою агрегатів і амортизацією (включенням проміжних пристроїв між машиною і підставою). Амортизатори виконують у виді сталевих пружин, ресор, прокладок з гуми і т.п.

Робота з ручним інструментом ударної дії (пневмомолотками, трамбуваннями й ін.) і зворотно-поступальної дії (бурильними і відбійними молотками і т.п.) супроводжується вібрацією. Негативний вплив вібрацій підсилюється наявністю шуму й охолодженням рук струменем холодного повітря, що виривається з інструмента.

Основні заходи для зниження і повного усунення дії вібрацій на працюючих – впровадження автоматизованих і високомеханізованих виробництв, дистанційного керування цехами і ділянками.

Основні міри боротьби з вібрацією:

- удосконалювання конструкцій машин і технологічних процесів (заміна кулачкових і кривошипних механізмів рівномірно обертовими, гідроприводами);
- відбудування від режиму резонансу (зміною маси або твердості системи);
- вібродемпфірування (вібропоглинання) – використання конструкційних матеріалів з великим внутрішнім тертям; нанесення на віброуючі поверхні шаруючі упругов'язких матеріалів, що володіють великими втратами на внутрішнє тертя (пластмаси, дерево, гума). Ефективне застосування покриттів із шару вязкоупругого матеріалу – пластмаси, руберойду, бітуму, гуми;
- віброізоляція за допомогою пристрою амортизаторів, тобто введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку;
- динамічне гасіння вібрації – збільшення реактивного опору коливальних систем шляхом установки динамічного виброгасителя;
- зміна конструктивних елементів машин і будівельних конструкцій за рахунок збільшення твердості системи (уведення ребер жорсткості);
- активна віброзащита – уведення додаткового джерела енергії, що здійснює зворотний зв'язок від ізолюючого об'єкта до системи віброізоляції.

При роботі з ручним інструментом (електричним, пневматичним) застосовують засобу індивідуального захисту рук від впливу вібрацій (рукавиці, рукавички). З огляду на несприятливий вплив холоду на розвиток віброзахворювань, при роботі в зимовий час робітників треба забезпечувати теплими рукавицями. Застосовують також антивібраційні пояси, подушки, прокладки, віброгасячі коврики, віброгасяще взуття.

З метою профілактики віброзахворювань для працюючих з вібруючим устаткуванням рекомендується спеціальний режим праці. Так, сумарний час у контакті з вібрацією не повинне перевищувати 2/3 робочої зміни. При такому режимі праці рекомендується встановлювати обідня перерва не менш 40хв і дві регламентовані перерви (20хв через 1-2ч послі початку зміни і 30хв через 2ч послі обідньої перерви). При роботі з вібруючим устаткуванням рекомендується включати в робочий цикл технологічні операції, не зв'язані з впливом вібрації. Робітники, у яких виявлено віброзахворювання, повинні бути переведені на роботу, не зв'язану з вібрацією, значною м'язовою напругою й охолодженням рук. Руки варто берегти від холоду. Корисні теплі ванночки для рук. Рекомендується пристрій приміщень для гідропродур.

6.3.3. Заходи щодо боротьби з пилом на виробництві та її вибраним впливом на організм чоловіка повинні вироблятися за такими напрямками:

- корисна раціоналізація техпроцеса що повністю ліквідує появу пилу;
- максимальна герметизація обладнання, транспорту і таке інше;
- механізація різних процесів дроблення, розлому, просіву, фасовки, навантаження та інше;
- заміна робіт із застосуванням сухих матеріалів роботами із застосуванням вологих матеріалів;
- улаштування спеціальних пиловідсмоктувачів біля місць які утворюють пил;
- систематичне прибирання приміщень вологим способом;
- створення на заводі умов для виконання працівниками засобів особистої гігієни.

Проектуюча дільниця в основному не зв'язана з видаленням шкідливих для здоров'я робочих газів. Воздухообмін в цеху, в літній час передбачається природний потік повітря через вікна. Взимку передбачена вентиляція.

При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тиску який утворює вентилятор. Кількість повітря, відсмоктуючого із під укряття визначають за формулою:

$$а) \text{ при улаштуванні кожуха } Q_{\text{кож}} = 3600 \cdot V_{\text{ц}} \cdot \Sigma F \cdot L, \text{ м}^3/\text{год}$$

де L – коефіцієнт запасу враховуючий неміцність ($L = 1,1 \div 1,5$)

ΣF – сумарна площа робочих оглядових отворів, через які можуть бути виділення шкідливих речовин в атмосфері цеху. $\Sigma F = 0,067 \text{ м}^2$

$V_{\text{ц}}$ – швидкість всмоктуючого повітря $V_{\text{ц}} = 0,5 \text{ м/с}$

$$Q_{\text{цех}} = 3600 \cdot 0,5 \cdot 0,007 \cdot 1,1 = 144 \text{ м}^3/\text{год}$$

6.4 Розрахунок захисного заземлення на дільниці

Захисному заземленню підлягають :

- електроустановками напругою 380 В більше зміненого струму і 440 В і більше постійного струму незалежно від категорії приміщень (умов) щодо безпеки електротравм;
- електроустановки напругою більше 42 В зміненого струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщенням;
- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Відповідно до зазначеного заземлюються:

- неструмовідні електричних машин, апаратів, трансформаторів;
- каркаси розподіляючих щитів, шарф, щитів управління, а також їх зміни частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більше 110 В постійного струму.
- Металоконструкції виробничого обладнання, на якому споживачі електроенергії;

Не заземлюються не струмові частини електроустановок, розміщених на заземлених металоконструкціях, за умови надійного контакту між ними, за винятком електростанцій, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою проходженню струму замикання на землю.

Відповідне до чинних нормативів, величини опору заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В не повинна перевищувати:

- 10 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) 100 кВА і менше;
- 4 Ом сумарній потужності генераторів (трансформаторів) більш 100 кВА.

Опір заземлюючого пристрою електроустановок, що живляться від мережі напругою більше 1000 В, повинен бути:

- не більше 0,5 Ом в мережах з ефективно заземленою нейтраллю;
- в мережах, ізольованих від землі, не більше визначеного з виразу $125/I_{\Sigma}$, і приймається розрахунковим, але не більше 10 Ом.

Конструктивно захисне заземлення включає заземлюючий пристрій і провідник, що з'єднує заземлюючий пристрій обладнання, яке заземлюється – заземлюючих провідник.

Для заземлюючих провідників використовують неізольовані мідні провідники поперечним перерізом не менше 4мм^2 або сталеві струмопроводи діаметром 5...10 мм. Заземлюючі провідники між собою і з заземлювачами з'єднуються зварюванням, а з обладнанням, що заземлюються – зварюванням або за допомогою гвинтового з'єднання з застосування антикорозійних захо-

дів. У виробничих приміщеннях приєднується до внутрішньої магістралі заземлення індивідуально шляхом паралельних приєднань.

Заземлюючі пристрої можуть бути природні і штучними. Як природні заземлюючі пристрої використовують прокладані в землі трубопроводи, оболонки кабелів, арматура будівельних конструкцій, що має контакт із землею тощо. Штучні заземлюючі пристрої – це спеціально закладені в землю металоконструкції, призначені для захисного заземлення. Штучним заземлювачами можуть бути металеві, вертикально закладені в ґрунт електроди (стержні, труби, кутова сталь тощо), з'єднання між собою за допомогою зварки з'єднувальню смугою, смугова і листовая сталь і т. ін.

Закладені в ґрунт вертикальні електроди, з'єднані металевою смугою в загальну мережу, використовуються, переважно, для цехових заземлюючих пристроїв при значній кількості електро установок, що заземлюються, заземлюючих пристроїв ВРП тощо. У цьому випадку, заземлюючий пристрій виконується у вигляді контурного або виносного заземлення.

У випадку контурного заземлення в приміщенні відкрито, по будівельних конструкціях, споруджуються внутрішній контур заземлення 4, з яким за допомогою з'єднувальних провідників 2 з'єднуються неструмовідні елементи обладнання 3, що заземлюються. Зовні приміщення в ґрунті на глибині 0,7...1,0м споруджується контурний заземлюючий пристрій 1 (вертикальні електроди, з'єднані горизонтальним електродом).

Внутрішня магістраль заземлення і заземлюючий пристрій з'єднуються між собою за допомогою за допомогою зварювання не менше ніж удвох місцях.

При виносному заземленні заземлюючий пристрій 1 споруджується поза приміщеннями, а внутрішні магістралі заземлення окремих приміщень приєднується до заземлюючого пристрою заземлюючими провідниками.

Смугова сталь використовується, переважно, для спорудження групових заземлювачів для заземлення будівельних мобільних приміщень та інших групових електроустановок, а листовая – як індивідуальні заземлюючі пристрої.

При виборі типу заземлюючого пристрою (природний, штучний) і його конструктивних параметрів (розміри елементів, їх кількість, взаємні розміщення і т. ін.) необхідно дотримуватись вимог

$$R_{зз} \leq R_{\partial}$$

де $R_{зз}$ і R_{∂} – відповідно, фактичній і допустимій опір заземлюючого пристрою, Ом;

при можливості використання природних заземлювачів за умови

$$R_n \leq R_{\partial}$$

де R_n – опір природного заземлюючого пристрою, Ом, штучні заземлюючі пристрої не споруджуються.

На кожний діючий заземлюючий пристрій повинен бути паспорт, в якому приводиться його схема, дані про результати перевірок стану заземлюючого пристрою, проведені ремонтні роботи і конструктивні зміни.

Опір захисного заземлення струму розтікання контролюється в терміни встановлені чинними нормативами з веденням відповідної документації: на вугледобувних шахтах кожні 6 місяців; цехові заземлюючі пристрої – кожні 12 місяців; заземлюючі пристрої підстанцій – раз у 3 роки.

Наприклад: Обладнання дільниці живиться струмом напругою 380 В., сіль загального освітлення - 220 В, місцевого - 36 В. Внутрішній контур заземлення, до якого підключаються корпуси обладнання, укріплюються на стінах приміщення на 20 см від підлоги. Зовнішній контур розміщується на глибині 0,7 м з винесеним розміщенням заземлювачів. Застосовано до силової сіті з ізолюваною нейтраллю виконуємо розрахунок захисного заземлення.

Приймаємо: максимально допустиме за ПУЕ (правилами устаткування електроустановок) опір заземлюючого контуру $R_3 = 4 \text{ Ом}$; заземлювачі із кутової рівнобічної сталі номер 5, довжина заземлювачів 2,8 м; контур зовнішній виконується сталюю стрічкою перетином 4×40 питомий опір ґрунту $\rho = 1,8 \times 10^4 \text{ Ом см}$.

Еквівалентний діаметр кутової сталі
 $d_{к.с.} = 0,95 \times b = 0,95 \times 5 = 4,75 \text{ см}$.

де b - ширина сторін кутової сталі, см.

За номограмою знаходимо опір одиничного заземлювача. Він складає $R_0 = 66 \text{ Ом}$.

Потрібна кількість заземлювачів

$$m = \frac{R_0 \times \eta_c}{R \times \eta_e} = \frac{66 \times 1,1}{4 \times 0,9} = 20,2 \text{ шт.}$$

де η_c - коефіцієнт сезонності;

η_e - коефіцієнт екранування заземлювачів. Приймаємо до встановлення 20 заземлювачів. Довжина з'єднувальної смуги

$$L_c = 1,05 \times a \times m = 1,05 \times 2 \times 20 = 42 \text{ м}$$

де a - відстань між сусідніми заземлювачами, м.

За графіком знаходимо опір з'єднувальної смуги. Він складає $R_e = 4,5 \text{ Ом}$. Знаходимо результативний опір проектуючого захисного заземлення.

$$R_{зр} = \frac{1}{\frac{\eta_{ев}}{R_c} + \frac{m \times \eta_з}{R_0}} = \frac{1}{\frac{0,6}{4,5} + \frac{20 \times 0,9}{66}} = 2,4 \text{ Ом}$$

де R_c - опір з'єднувальної смуги, Ом;

R_0 - опір одиничного заземлювача, Ом;

m - кількість заземлювачів, шт;

$\eta_з$ - коефіцієнт екранування заземлювачів (0,7 - 0,9);

$\eta_{ев}$ - коефіцієнт взаємного екранування між заземлювачами та з'єднувальною смугою (0,6... 0,8).

Розраховане заземлення задовольняє вимогам, тому що $R_{зр} < R_3$ (2,4 < 4,0)

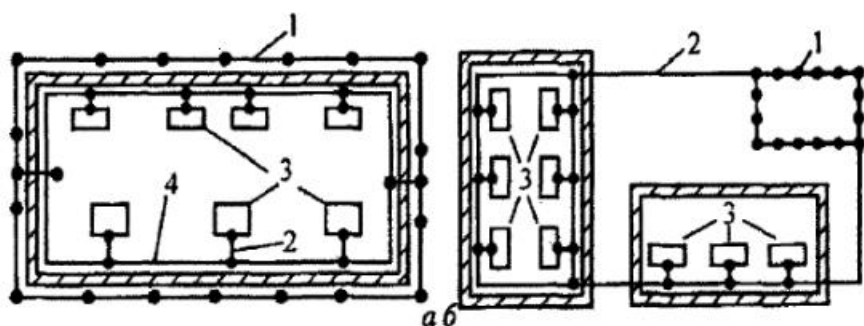


Рисунок 6.1. Корпусне (а) і виносне (б) заземлення: 1 – заземлюючі пристрої; 2 – заземлюючі провідники; 3 – обладнання, що заземлюється; 4 – внутрішня магістраль (контур) заземлення.

6.5 Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці

Пожежна безпека починається на стадії проектування підприємства, будівлі, споруди, планування технологічного процесу, встановлення обладнання, тобто враховується інженерно-технологічними заходами, які представлені в проектах при розробці проектної документації на будівництво, і вимагає суворого виконання протипожежних вимог в процесі експлуатації.

Пожежна безпека підприємства - це такий стан промислового об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека промислових підприємств складається із системи запобігання пожежам та системі пожежного захисту.

Система запобігання пожежам - це комплекс організаційних і технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожежі, на запобігання утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища шляхом регламентації вмісту горючих газів, парів та пилу у повітрі, а також виключення можливості виникнення джерел запалювання або вибуху; забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електроустаткування, систем вентиляції, зберігання сировини та інших матеріалів.

Запобігання пожежам сприяє герметизація виробничого обладнання, заміна горючих речовин на негорючі, які застосовуються в технологічних процесах, обмеження обсягів речовин, що застосовуються і зберігаються; контроль за концентрацією речовин у повітрі в приміщеннях і технологічному обладнанні; застосування робочої і аварійної вентиляції; відведення, горючого середовища в спеціальні пристрої і безпечні місця; застосування інгібіруючих і флегматизуючих домішок; вибір безпечних швидкісних режимів руху середовища та ін.

Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях, в системах вентиляції, повітряного опалення і кондиціонування повітря.

Заходи пожежної безпеки на підприємствах за призначенням поділяються на чотири групи:

1. Заходи, які забезпечують пожежну безпеку технологічного процесу і обладнання, зберігання сировини і готової продукції.

2. Будівельно-технічні заходи, які направлені на виключення причин виникнення пожеж і на створення стійкості огорожуючих конструкцій і будівель; на запобігання можливості поширення пожеж і вибуху.

3. Організаційні заходи, які забезпечують організацію пожежної охорони, навчання працюючих методам щодо запобігання пожежам і щодо застосування первинних засобів гасіння пожеж.

4. Заходи до ефективного вибору засобів гасіння пожеж, обладнання пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, створення запасу засобів гасіння.

Пожежна безпека підприємства забезпечується ще на стадії проектування і розробки генерального плану відповідно до вимог санітарно-гігієнічних і протипожежних правил (СН 245-71) і будівельних норм і правил (СНиП II-89-80). При проектуванні, будівництві і експлуатації підприємства необхідно виконувати такі профілактичні вимоги: розташування на території промислових і допоміжних будівель і споруд відповідно до технологічного процесу; кабельних і повітряних електричних ліній; газових і водопровідних комунікацій; складів палива; автомобільних і залізничних шляхів; майданів для вантажно-розвантажувальних робіт; емностей для води; засобів для пожежегасіння і пожежного знаряддя; підтримання належного порядку і чистоти на території.

Важливими пожежопрофілактичними вимогами є зонування території підприємства за функціональними ознаками будівель і споруд. Це групування і розташування їх приймається згідно з призначенням, ступенем вогнестійкості, вибуховою і пожежною небезпекою розміщених в них виробництв, згідно з наявністю шкідливих речовин та характерних шкідливих виробничих факторів фізичного, хімічного і біологічного походження, небезпекою їх розповсюдження в залежності від напряму діючих на території вітрів та інших факторів. При зонуванні будівель і споруд промислового підприємства виділяють будівлі і споруди передзаводські, виробничі, складські і будівлі підсобного призначення. У передзаводських зонах розташовують адміністративні, культурно-побутові господарські приміщення. Підсобні будівлі і споруди, такі як майстерні, рекомендується розміщати окремо від основних виробничих будівель. Групи будівель з підвищеною вибухопожежною небезпекою розташовують на території з підвітряного боку від виробничої зони. Водопровідні, каналізаційні та інші інженерні споруди, а також водоймища для гасіння пожежі мають бути в окремих технічних смугах.

Важливими пожежопрофілактичними вимогами є також дотримання протипожежних санітарно-захисних розривів між виробничими будівлями, спорудами, закритими складами та допоміжними будівлями. Призначені такі

розриви для обмеження можливості поширення пожежі, тобто переходу її з однієї будівлі на іншу.

Автомобільні шляхи і проїзди на території підприємства повинні забезпечувати під'їзд пожежних машин до водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожежі, а також до будівель, споруд з однієї сторони по всій довжині при ширині будівлі або споруди до 18м; із двох сторін - при ширині більше 180м. Заборонено використовувати автомобільні шляхи, проїзди та під'їзди не за призначенням.

Важливою вимогою пожежної безпеки є підтримання належної чистоти території. Коло будівель і споруд, а також вздовж шляхів на відстані не більше 100м один від одного встановлюються сміттєзбірники з кришками. До всіх будівель і споруд забезпечується вільний підхід.

Територія підприємств освітлюється в нічний час. По периметру підприємства - охоронне освітлення, а в'їзди, прохідні, дороги і проїзди, місця для вантажно-розвантажувальних робіт, мости, переїзди і переходи через залізничні шляхи, естакади, галереї, водоймища повинні бути оснащені світловими покажчиками і в нічний час освітлюватися.

Важливим заходом пожежної безпеки на території підприємства є дотримання правил проведення робіт із відкритим вогнем, які необхідно виконувати в спеціально відведених місцях.

При роботі на відкритих майданчиках куріння дозволяється тільки у спеціально відведених і обладнаних місцях, які позначаються відповідним написом.

На підприємствах забороняється куріння на всій території. Відповідні написи вивішуються на прохідних і в'їзних воротах і на самій території.

Заходи протипожежного захисту в системах вентиляції і кондиціонування повітря здійснюються з метою попередження можливості появи вибухонебезпечних концентрацій газо-, паро- і пилоповітряних речовин, як за об'ємом всього приміщення, так і за об'ємом тої чи іншої його частини.

Для того щоб передбачити взаємодію на людей небезпечних факторів пожежу, при проектуванні будівель, повинна бути передбачена можливість швидкої евакуації людей із будівель. Час евакуації визначається відстанню від робочого місця до виходу зовні. Максимальна відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу нормується в залежності від категорії виробництва, степеню вогнестійкості будівель і не перевищує 100м. Число евакуаційних виходів повинно бути, як правило не менше двох. Виходи можуть бути евакуаційними, якщо вони ведуть: із приміщень першого поверху, зовні і через вестибюль, коридор тощо.

Для потреб пожежегасіння визначеним загальні потреби води

$$Q_p = Q_n + Q_{\text{в}} \cdot \frac{1}{c}$$

де Q_n – максимально вимогливі витрати води на зовнішнє пожежегасіння ви

бирають згідно нормативів $Q_n = 20 \frac{1}{c}$;

Q_p – максимально вимогливі витрати води на внутрішнє пожевогасіння

$$Q_p = 20 + 20 = 40 \text{ л/с}$$

6.6 Охорона навколишнього середовища на виробництві

1. Економічні методи управління процесом природокористування та охорони навколишнього середовища.

Багаторічна енергетично сировинна спеціалізація, а також низький технологічний рівень промисловості України поставили її в число країн з найбільш високими абсолютним обсягом утворення та накопичення відходів. Обсяг утворення відходів. Обсяг утворення відходів у 2006 році становить 826-900 млн. тонн.

Скорочення обсягів виробництва, яке спостерігалися у більшості галузей економіки протягом 1996-2000 років, суттєво не позначилися на загальній ситуації щодо утворення відходів.

Економічний механізм охорони навколишнього природного середовища містить цілий ряд інструментів впливу на матеріальні інтереси підприємств та окремих працівників.

Лімітування природокористування – дієвий механізму охорони навколишнього природного середовища. Довгий час природокористування в країні було безкоштовним, тобто підприємства використовувати воду, землю та природні ресурси, а також забруднювали навколишнє природне середовище безкоштовно. Така безвідповідальність зумовлювала нерациональне використання природних ресурсів.

На підприємстві функціонує відділ охорони навколишнього середовища, основною задачею якого є регулювання відносин в області охорони навколишнього середовища, основною задачею якого є регулювання відносин в області охорони навколишнього середовища між цехами і підрозділами комбінату, забезпечення екологічної безпеки працівників і жителів міста.

Каналізаційна мережа підприємства приєднання до загальноміської каналізації. При наявності власних споруд, стічні води підлягають очищенню відповідно до вимог Санін 4630-88. Якість та очищення стічних вод періодично (не рідше одного разу на місяць) і контролюється територіальними органами санітарно – епідеміологічної служби. Будівлі очисних споруд для стічного води мають фрауги та жалюзі для природного провітрювання або відповідну механічну вентиляцію. Ширина робочих проходів між очисними спорудами та будівлею повинна бути не меншою ніж 0,8 м.

Для збирання твердих відходів і сміття стоять сталеві бачки з накривками або металеві контейнери, установлені на асфальтній або бетонній основі. Смітис-приймачі та площадки біля них щоденно очищається та дезінфікується 20%-ним розчином свіжегашеного вапна. 10%-ним розчином хлорного вапна або іншими рівноцінними дезінфікуючими засобами. Смітєприймачі

віддалені від виробничих і складських приміщень на відстань не менше ніж 30 м.

Зроби за забруднення навколишнього природного середовища на ЗАТ «Пєрвомайський МКК» скадали: 6992,10 грн.

Збори за викиди пересувними джерелами забруднення склали:

$$Z_{\text{вт}} = M_i \times H_{\text{зб}} \times K_{\text{нас.}} \times K_{\text{ф.}}$$

де $Z_{\text{вт}}$ - сума збору;

M_i - кількість використаного палива і-го виду;

$H_{\text{зб}}$ - норматив збору за тону і-го виду палива;

$K_{\text{нас.}}$ - коригуючий коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту;

$K_{\text{ф.}}$ - коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

$Z_{\text{вт}}$ - для техніки, яка працює на бензині – 369,07 грн.

$Z_{\text{вт}}$ - для техніки, яка працює на дизпалеві – 3039,81 грн.

Підприємство нараховує збори за розміщення відходів, він складає – 54469,80 грн.

2. Заходи щодо раціонального використання природних ресурсів.

На початок 90-х років була запроваджена платність природокористування, що передбачає плату за практично всі природні ресурси, за забруднення природного середовища, розташування в ньому відходів виробництва та інші види впливів.

Важливим економічним методом управління є правильне застосування матеріального стимулювання – забезпечення зацікавленості, вигідності для підприємства та його працівників природоохоронної діяльності.

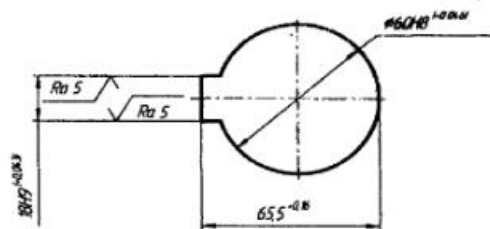
Основними принципами охорони навколишнього середовища є:

- обов'язковість дотримання технологічних інструкцій, екологічних стандартів, нормативів і лімітів усіма працівниками заводу;
- характер заходів, що випереджає, з охорони навколишнього середовища;
- обов'язковість екологічної експертизи на знову споруджувані і реконструйовані об'єкти;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких вплив на стан навколишнього середовища, формівання в працівників заводу екологічного світогляду;
- сполучення мір стимулювання і відповідальності в справі охорони навколишнього середовища.

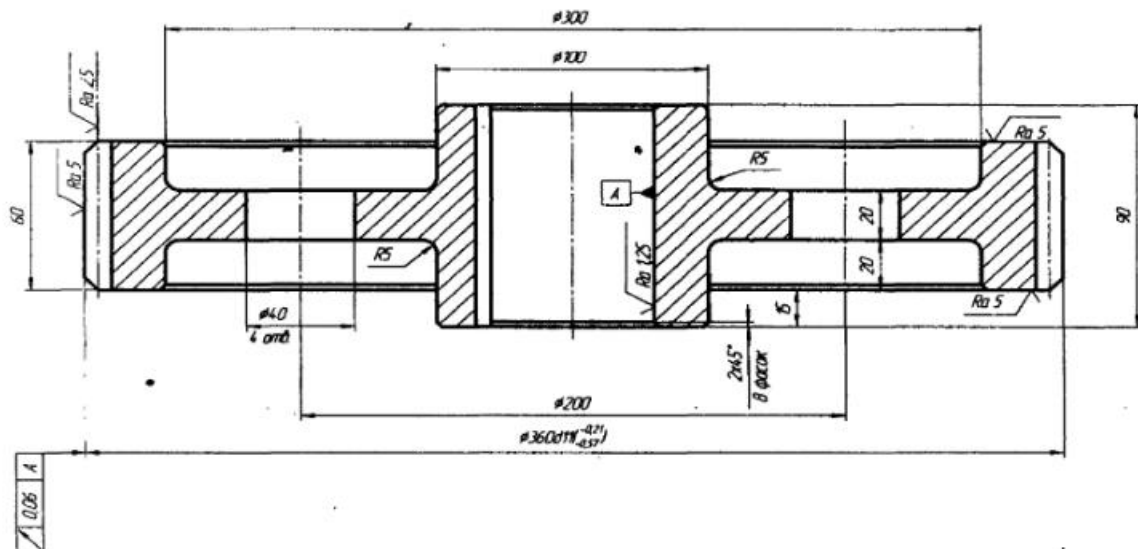
- 1 Аграновский А.Л., Ланда В.М. Проектирование технологических процессов с использованием оргавтоматов. – К.: Техника 1985-96с.
- 2 Гавриш А.П., Ефремов А.И. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства. – К.: Техника 1982. – 215с.
- 3 Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М., “Організація та планування виробництва в курсових та практичних роботах”. – Миколаїв 2005. – 260с.
- 4 Гришкевич А.В., Цымбал И.Л. Проектирование операций механической обработки. – Харьков Высш. шк. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1985 – 144с.
- 5 Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М.: Высш. шк. 1976 – 526с.
- 6 Ковшов А.Н. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1987 – 320с.
- 7 Кобевник В.Ф. Охрана труда. Киев. Высш. шк., 1990 – 291с.
- 8 Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1990 – 288с.
- 9 Обработка металлов резаньем : Справочник технолога, Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988 – 736с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. – М.: ЦБНТ, 1980 – 32с.
- 11 Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова. – М.: Машиностроение, 1977 – 412с.
- 12 Отделочные операций в машиностроении : Справочник. Под общ. ред. П.А. Руденко. – К.: Техника, 1990 – 150с.
- 13 Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам. Под общ.ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроения, 1988 – 288с.
- 14 Руденко П.О., Харламов Ю.О., Шустик О.Г. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Высш. шк. Главное издательство, 1991 – 242с.
- 15 Соловьев С.Н. „Основы технологии судового машиностроения”. – Л.: Судостроение, 1983 – 357с.
- 16 Справочник технолога-машиностроителя: 2 тома. Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К.Мешерякова. – М.: Машиностроение, 1985 – Т1.- 656с.; Т2. – 496с.
- 17 Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. – М.: Изд-во стандартов, 1987 – 256с.
- 18 Топчиев В.А. “Методические указания для курсового проектирования по технологии машиностроения” часть 1 и 2, Днепропетровск, 1991 – 120с.

ЕСКІЗИ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ДО ДИПЛОМ- НОГО ПРОЕКТУВАННЯ

√ Ra 12.5 (✓)

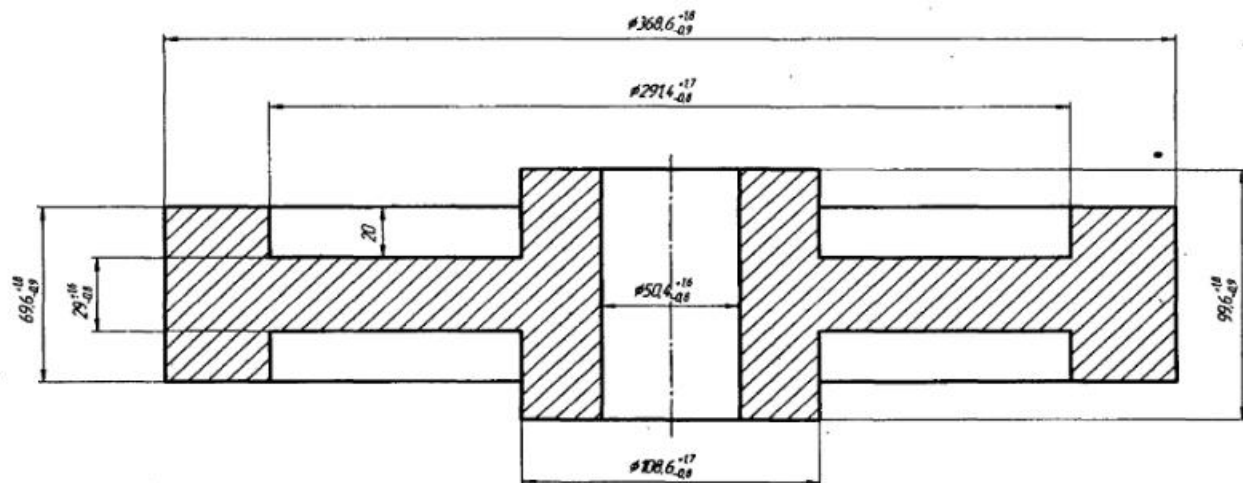


Модуль	m	5
Число зубцов	Z _г	70
Класс точности по ГОСТ 1643-80	X	0
Система нормал ГОСТ 1643-80	-	B-7-6-B
Угол наклона инструмента	α	20°
Внешний диаметр	d _г	350



- 1 НВ 212 269
- 2 H₁₄, h₁₄, $\alpha = \frac{17}{2}$
- 3 Зубы HRC 25 30

№	Изм.	№ Изм.	Исполн.	Провер.	Дата	Лист	Измен.
						26	11
Колесо зубчатое							
Материал						Сталь 40X ГОСТ 4543-70	



- 1 НВ 230-250
- 2 Любая марка Т
- 3 Небольшая разность закруглений R4 5мм
- 4 Значения по линейной разности отклонения 0,6мм

№	Дата	Исполн.	Место
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

Заводская-участковая

254 11

Описание № 001 Типовое описание
 Описание Типовый 8-й универсальный металлообработчик 0001
 Описание универс. 3-х универсальный станок

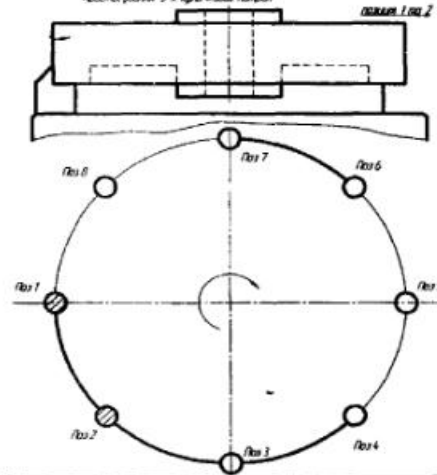


РИС. 2

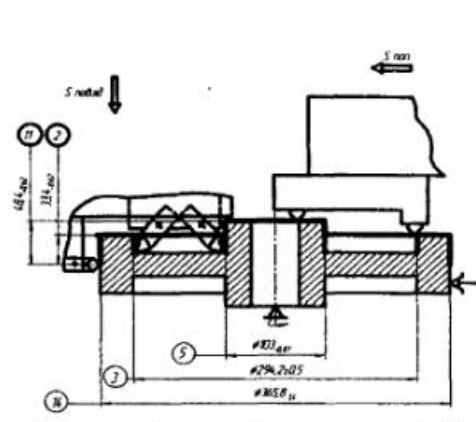
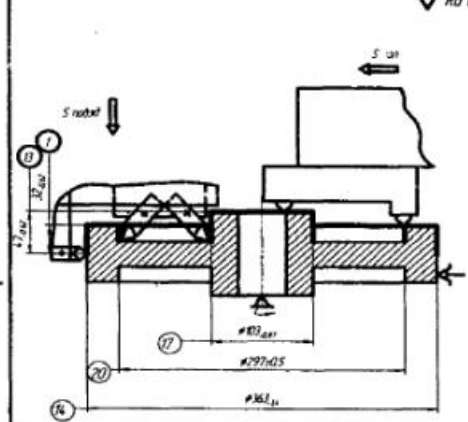


РИС. 4

√ Ra 6,3



Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2,8	0,25	М5	05	3
Размеры ПРМД	2,8	0,25	М5	05	3

Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2,8	0,25	М5	05	3
Размеры ПРМД	2,8	0,25	М5	05	3

РИС. 5

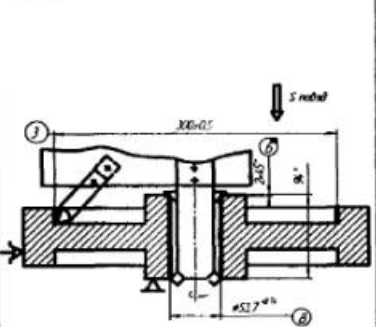


РИС. 6

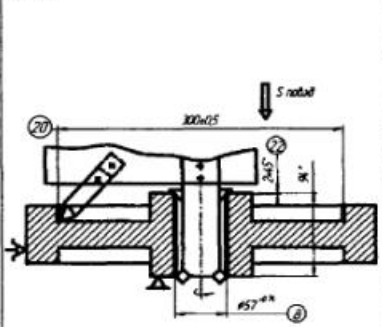


РИС. 7

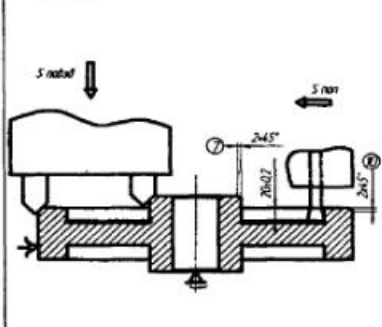
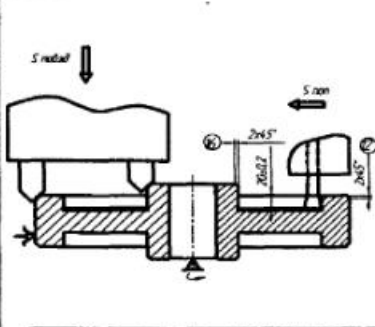


РИС. 8



Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2	0,25	М5	05	3

Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2	0,25	М5	05	3

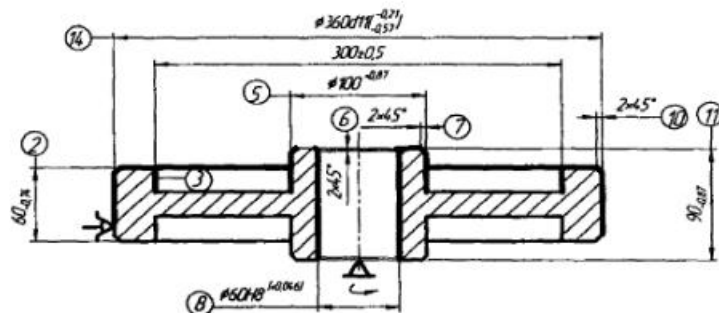
Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2	0,2	М5	05	3
Размеры ПРМД	2	0,2	М5	05	3

Размеры инструмента	l, мм	S, мм/об	V _н , м/об	п.об./об	f, мм
Размеры ПРМД	2	0,2	М5	05	3
Размеры ПРМД	2	0,2	М5	05	3

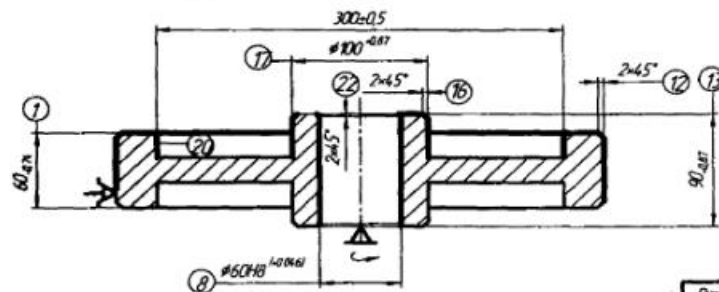
ТЕХНИЧЕСКАЯ
 ИЛЛЮСТРАЦИЯ

Операция № 025 Токарно-автоматична
 Обработка Токарки 8-ми шпильки на станке 1283
 Принадлежности 3-х кулачков патрон

позиция 1



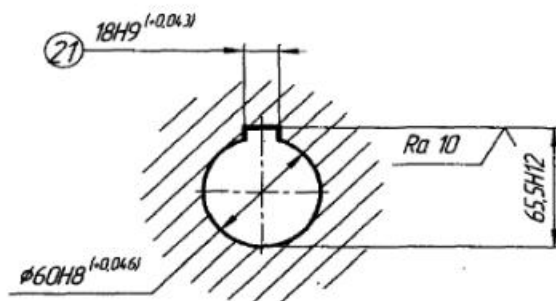
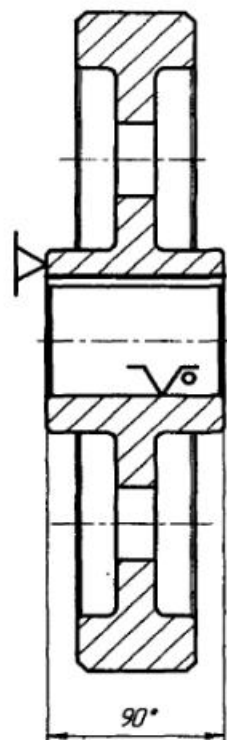
позиция 2



Резицкий инструмент	l, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T, хв
Проводный ТSK10	2	0,25	165	125	3
Резецный ТSK10	2	0,25	165	125	3
Прорезной ТSK10	2	0,2	165	125	3

№ п/п	№ детали	№ чертежа	Дата	Исполн.	Провер.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Операция № 040 Горизонтально-протяжка
 Обладнання: Горизонтально-протяжний верстат моделі 7655
 Пристосування: Адаптер



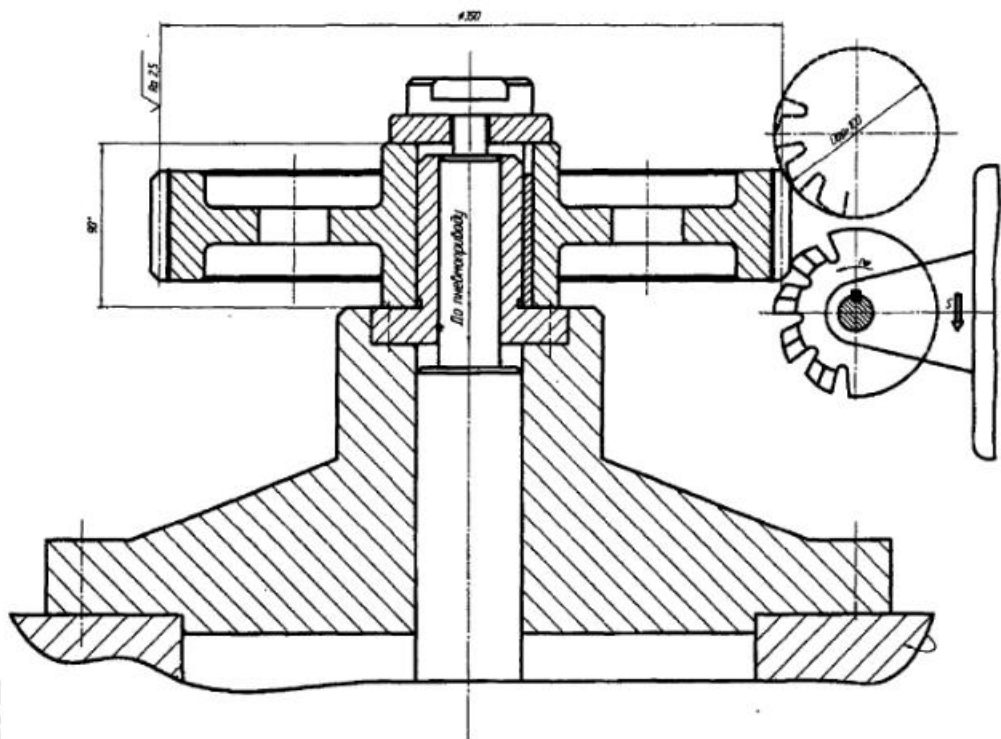
* Розмір для довідок

Річний інструмент	t, мм	S _{пр} /об	V _м /хб	T _а /хб	T _{доп} /хб	T _{штк} /хб	T _{штк} /хб
Штанка протяжки Р6Н5	18	0,08	8	0,65	11	2	2,07
Зв. лист	№ докум.	Габар.	Лист		Лист	Маса	Максимум
Розроб.							11
Перев.							
Т. констр.							
Норматив							
Затв.							

Операция № 050 Зубофрезерно
 Обладнання: Зубофрезерний верстат моделі 5К324
 Пристосування: Оправка шпінгова з пневмоприводом

√ R_z 16 (✓)

Радіус	а ₁	5
Частота зубів	f _z	20
Скорості різання шпінгова	v	0
Скорості різання 191 641-65	-	8-7-6-8
Відхил. при різанні	β	20°

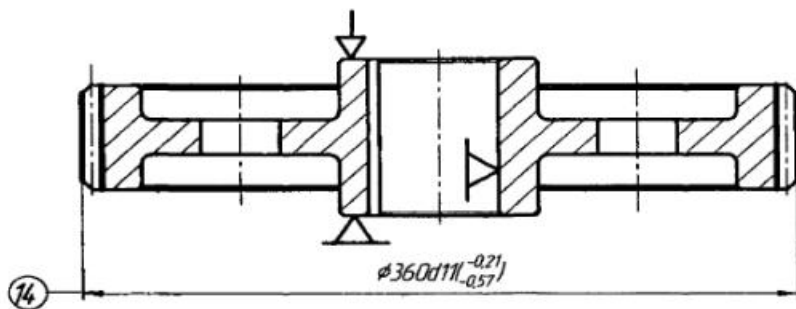


* Розрив для деталей

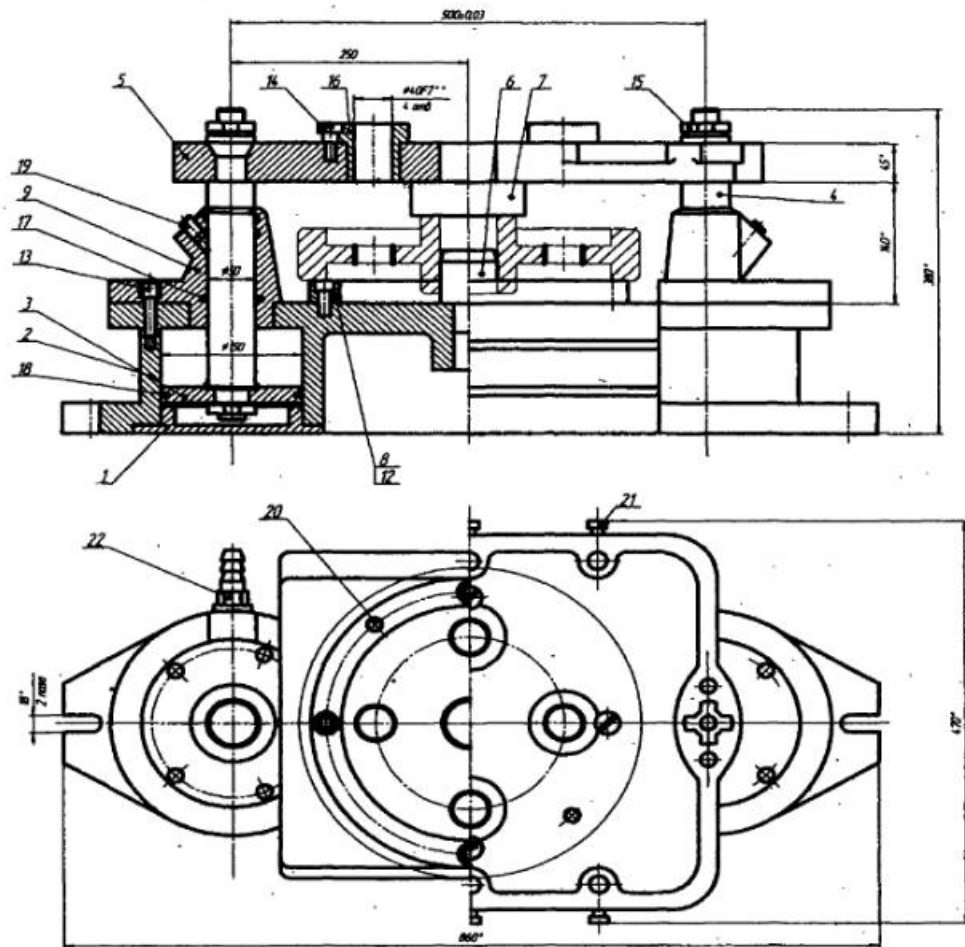
№ документа	Вер.	Вид	Вид	В.ч.	В.ч.	В.ч.	В.ч.	В.ч.
17.6	1.72	525	81	0.24	1.28	0.67	0.01	
Технологічна							11	
накладка								

Операция № 065 Обкатка
 Оборудование: Обкатный верста модели ОВ-400
 Пристосування: 3-х кулачковий патрон

Модуль	m	5
Число зуб'їв	z_2	70
Коефіцієнт зміщення білого контуру	X	0
Ступінь точності ГОСТ 1643-80	-	В-7-6-В
Профіль кута інструмента	α	20°
Відвальний діаметр	d_2	350

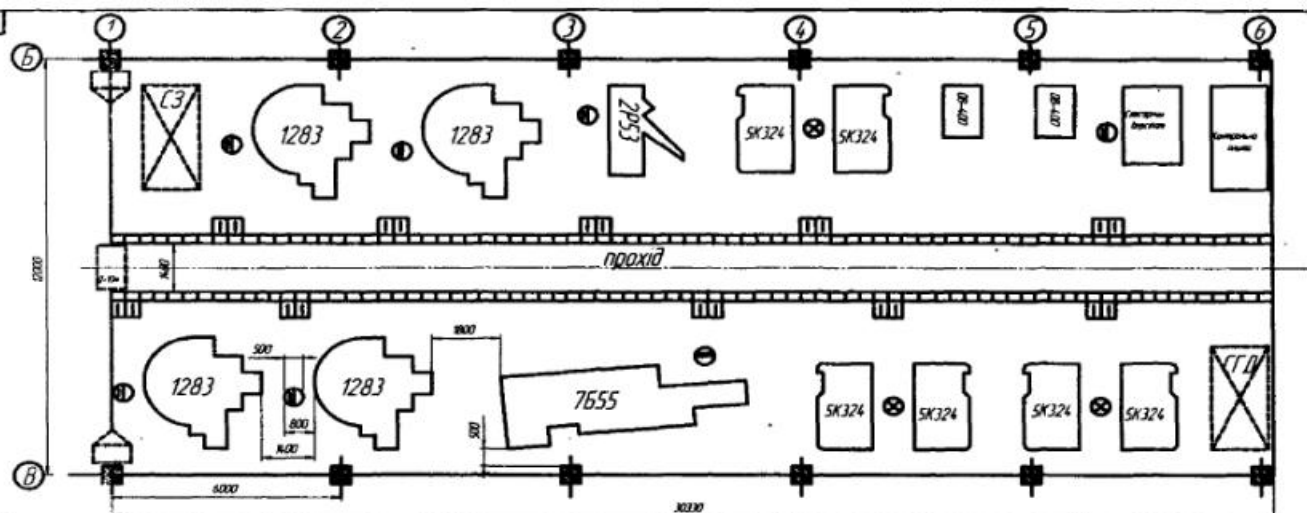


Зміст	№ докум.	Підпис	Дата	Лист	Кільк.	Масштаб
Розроб						1:1
Перев.						
Інж.контр.						
Н.контр.						
Зам.						

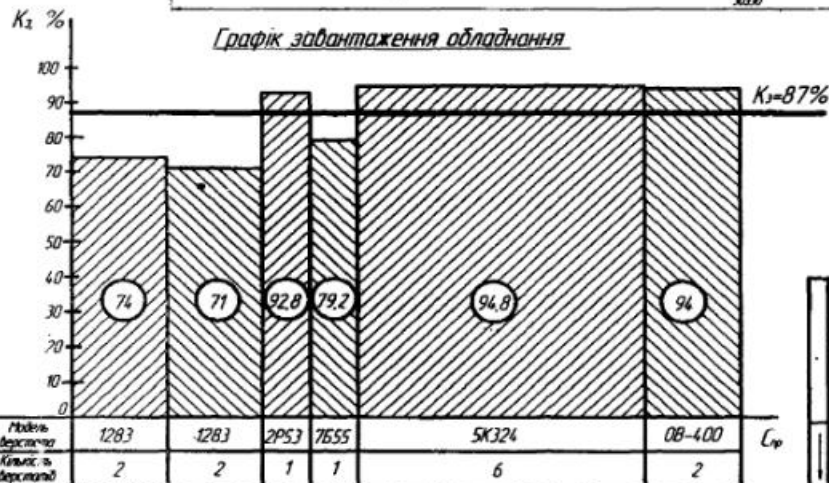


- 1 - Плечи для болтов
 2 - Плечи для шпиралей
 3 - Части, не входящие в состав изделия по ГОСТ 2137-79

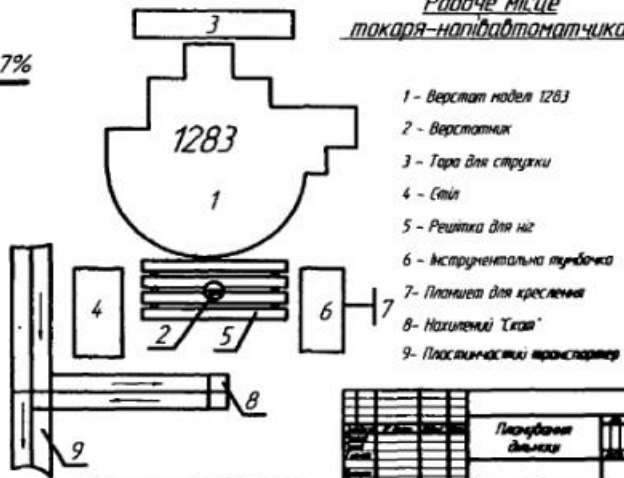
Исполнитель		Проверенный	
Подпись		Подпись	
Дата		Дата	
Место		Место	
№		№	
Лист		Лист	
12		12	



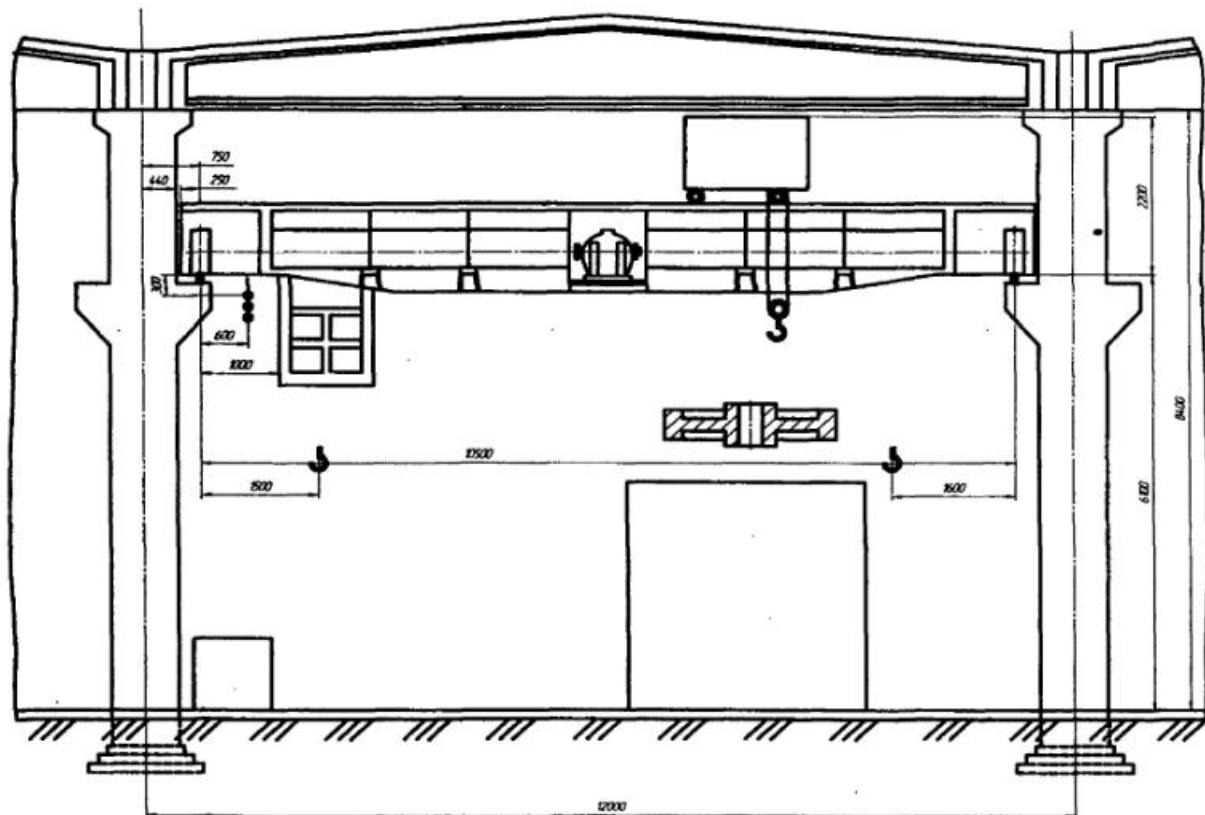
Графік завантаження обладнання



Робоче місце токаря-напівавтоматчика



Позначення	Кількість	Примітки



№	Конт. №	Лист	№
1		1	1
Поперечний переріз			1:1

ЧАСТИНА ДРУГА

ДОДАТКИ

Додаток 1. Перелік основних міждержавних стандартів ЄСТД.....	550
Додаток 2. Коди характеристик технологічних документів за класифіка- тором 1175016.....	552
Додаток 3. Коди на ріжучі та вимірювальні інструменти, і технологічну оснастку за класифікатором	553
Додаток 4. Коди операцій і відповідно їм коди технологічного обладнання	555
Додаток 5. Назва технологічних операцій і переходів операції обробки різнанням (ГОСТ 3.1702-79).....	558
Додаток 6. Слюсарні і слюсарно-складальні операції (ГОСТ 3.1702-79) ...	560
Додаток 7. Ключові слова технологічних переходів і їх умовні коди (ГОСТ 3.1702-79 і ГОСТ 3.1202-79).....	560
Додаток 8. Ключові слова технологічних переходів складання	562
Додаток 9. Коди основних видів заготовок (вбірково)	563
Додаток 10. Коди професій робітників	564
Додаток 11. Додаткова інформація, що використовується у формуваннях проходів при обробці різанням	565
Додаток 12. Оброблювані поверхні і конструктивні елементи при обробці різанням та складані	566
Додаток 13. Додаткова інформація, що використовується у формуваннях слюсарних переходів	567
Додаток 14. Питома вага деяких матеріалів	567
Додаток 15. Хімічний склад сталі вуглецевої звичайної якості загального призначення ГОСТ 380-80	568
Додаток 16. Характеристики механічних властивостей сталі групи А в гарячому стані	569
Додаток 17. Хімічний склад сталі вуглецевої якісної конструкційної та твердість після прокатування та кування	570
Додаток 18. Характеристика механічних властивостей сталі категорії щодо розтягування та удару	571
Додаток 19. Хімічний склад % сталі для холодної штамповки	572
Додаток 20. Характеристика механічних властивостей низьколегованої сталі	572
Додатку 21. Хімічний склад (%) та твердість конструкційної сталі ГОСТ 4543-82	573
Додаток 22. Хімічний склад конструкційної легованої сталі	576
Додаток 23. Механічні властивості сталі	576
Додаток 24. Токарні багатшпindelьні вертикальні напівавтомати	579
Додаток 25. Токарно-карусельні верстати	580
Додаток 26. Токарно-гвинторізні і токарні верстати.....	

Додаток 27. Токарні багаторізцеві копіювальні напівавтомати	583
Додаток 28. Вертикально-сверлильні верстати.....	586
Додаток 29. Радіально-свердлильні верстати.....	588
Додаток 30. Координатно-розточні і координатно-шліфувальні верстати...589	
Додаток 31. Свердлильно-фрезерно-розточні верстати.....	591
Додаток 32. Круглошліфувальні верстати.....	592
Додаток 33. Безцентрово-шліфувальні напівавтомати.....	596
Додаток 34. Внутрішньошліфувальні верстати.....	597
Додаток 35. Плоскошліфувальні верстати з круглим столом.....	598
Додаток 36. Плоскошліфувальні верстати з прямокутним столом.....	599
Додаток 37. Зубодовбальні напівавтомати.....	600
Додаток 38. Зубооброблюючі напівавтомати для прямозубих конічних коліс.....	601
Додаток 39. Зубодовбальні напівавтомати для конічних коліс з круговими зуб'ями.....	602
Додаток 40. Зубошевінгувальні і зубохонінгувальні напівавтомати для циліндричних коліс.....	603
Додаток 41. Зубошліфувальні верстати і напівавтомати для напівциліндричних коліс.....	604
Додаток 42. Різьбо - і черв'ячно - шліфувальні верстати.....	605
Додаток 43. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати.....	606
Додаток 44. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати.....	607
Додаток 45. Вертикально-фрезерні консольні верстати.....	608
Додаток 46. Вертикально-фрезерні консольні верстати.....	609
Додаток 47. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом.....	610
Додаток 48. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом.....	611
Додаток 49. Фрезерні широко універсальні (інструментальні) верстати.....	612
Додаток 50. Горизонтально-фрезерні універсальні і широко універсальні консольні верстати.....	613
Додаток 51. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати.....	615
Додаток 52. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати.....	616
Додаток 53. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові поздовжньо-стругальні верстати.....	617
Додаток 54. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові поздовжньо-стругальні і стругально-фрезерні верстати.....	618
Додаток 55. Поперечно-стругальні верстати.....	619
Додаток 56. Поперечно-стругальні верстати.....	620
Додаток 57. Довбальні верстати.....	621
Додаток 58. Протяжні і відрізні верстати, горизонтальні протяжні напівавтомати для внутрішнього протягування.....	622

Додаток 59. Вертикальні протяжні напівавтомати внутрішнього і зовнішнього протягування.....	623
Додаток 60. Вертикальні протяжні напівавтомати внутрішнього і зовнішнього протягування.....	623
Додаток 61. Абразивно-відрізні і круглопилкові верстати і автомати.....	624
Додаток 62. Граничні відхилення отворів та валів для номінальних розмірів від 1 до 500 відносно ГОСТу 25347-82 з полями допусків, яким віддають перевагу в машинобудуванні.....	625
Додаток 63. Припуск на чистове точіння валів після чорнового точіння....	631
Додаток 64. Припуски на шліфування валів.....	631
Додаток 65. Припуск на шліфування торців шийок валів.....	632
Додаток 66. Припуск на хонінгування отворів.....	633
Додаток 67. Припуск на безцентрове шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь (на діаметр).....	633
Додаток 68. Припуски на шліфування отворів (на діаметр).....	634
Додаток 69. Припуск на шліфування торців шийок валів, мм.....	634
Додаток 70. Припуск на чистову обробку зубчастих коліс.....	635
Додаток 71. Припуски на чистову обробку шліців.....	635
Додаток 72. Припуски на тонке (алмазне) розточування отворів.....	635
Додаток 73. Діаметри стержнів під накатування метричної різьби (за ГОСТ 19256-73).....	636
Додаток 74. Розміри шліцьових отворів що протягуються з прямоточним профілем за ГОСТ 25969-83, ГОСТ 15974-83.....	638
Додаток 75. Припуски точні (ПТ) і припуски точні збільшені (ЗПТ) на обробку отворів.....	639
Додаток 76. Діаметри стержнів під нарізування метричної різьби (за ГОСТ 19258-73).....	640
Додаток 77. Розміри протягуючих отворів (за ГОСТ 20364-74, ГОСТ 20365-74).....	641
Додаток 78. Припуски на обробку прошитих або одержаних литвом отворів за 7-м та 8-м квалітетами.....	642
Додаток 79. Припуски на обробку отворів в цільному матеріалі за 9-м та 11-м квалітетами.....	643
Додаток 80. Припуски на обробку прошитих або одержаних литвом отворів за 9-м та 11-м квалітетами.....	644
Додаток 81. Припуск на чистову обробку зуба циліндричних зубчастих коліс.....	646
Додаток 82. Довідникові таблиці для вибору режимів різання.....	647
Додаток 83. Вибір режимів різання при точінні.....	649
Додаток 84. Вибір режимів різання при свердленні, розсвердленні, зенкеруванні та розвертанні.....	659

Додаток 85. Значення коефіцієнтів і показників степені у формулах крутячого моменту та осьової сили при свердленні, розсвердлюванні і зенкеруванні.....	660
Додаток 86. Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими, циліндричними і дисковими фрезами із твердого сплаву.....	661
Додаток 87. Подачі при чорному фрезеруванні торцевими, циліндричними і дисковими із швидкоріжучої сталі.....	661
Додаток 88. Подачі при фрезеруванні сталейних заготовок різними фрезами із швидкоріжучої сталі.....	662
Додаток 89. Подачі при фрезеруванні твердосплавними кінцевими фрезами плоскостей та уступів сталейних заготовок.....	663
Додаток 90. Подачі, S мм/об, при чистговому фрезеруванні плоскостей і уступів торцевими, дисковими і циліндричними фрезами.....	663
Додаток 91. Подачі при фрезеруванні сталейних заготовок шпоночними фрезами із швидкоріжучої сталі.....	664
Додаток 92. Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулі швидкості різання при фрезеруванні.....	665
Додаток 93. Середнє значення періоду стійкості T фрез.....	670
Додаток 94. Значення коефіцієнта C_p і показників степені в формулі округленої сили P_z при фрезеруванні.....	670
Додаток 95. Відносні значення складових сили різання при фрезеруванні.....	671
Додаток 96. Подача при розрізуванні металу дисковими та стрічковими пилами і абразивними кругами.....	672
Додаток 97. Швидкість різання m/xv (м/с) металу дисковими пилами, ножівками, стрічковими пилами та абразивними кругами.....	672
Додаток 98. Число робочих ходів при нарізанні метричної та трапецеїдальної різьби по сталі різьбовими різцями з пластинами із твердого сплаву Т15К6 і по чавуну – з пластинами із твердого сплаву ВК6.....	673
Додаток 99. Число робочих ходів при нарізуванні метричної і трапецеїдальної різьби різцями із швидкоріжучої сталі.....	673
Додаток 100. Подачі при вихровому нарізанні метричної та трапецеїдальної різьби різцями з пластини із твердого сплаву Т15К6 на сталейних деталях.....	674
Додаток 101. Подачі S_z , на один зуб гребінчастої різьбової фрези.....	674
Додаток 102. Значення коефіцієнтів та показників степені в формулах швидкості різання для різьбових інструментів.....	675
Додаток 103. Поправочні коефіцієнти та швидкість різання і крутячий момент для гайкорізів, плашок та різьбових головок.....	676
Додаток 104. Значення коефіцієнтів та показників степені в формулах силових залежностей при нарізанні різьби.....	676

Додаток 105. Швидкості різання, м/хв, для протяжок із швидкоріжучої сталі Р6М5.....	677
Додаток 106. Групи швидкості різання при протягуванні сталі та чавуну...	677
Додаток 107. Сила різання Р,Н на 1мм довжини леза зуба протяжки.....	678
Додаток 108. Параметри різання при різних видах шліфування, шліфування, заточки і доводки.....	679
Додаток 109. Значення коефіцієнта та показників степені в формулах потужності при шліфуванні.....	681
Додаток 110. Подача S мм/об при точінні та розточуванні деталей із конструкційних сталей і чавуну.....	682
Додаток 111. Подача S мм/об при розточуванні деталей різцями круглого перетину.....	682
Додаток 112. Подача S мм/об в залежності від вимагаючих параметрів шорсткості.....	682
Додаток 113. Швидкість різання V м/хв при обробці деталей із сталі та чавуну.....	683
Додаток 114. Подача S мм/об при токарній обробці різцями із твердого сплаву.....	683
Додаток 115. Режим різання при обробці пазів і канавок на токарних верстатах.....	684
Додаток 116. Режим різання при свердленні і розвертанні отворів на токарних верстатах.....	684
Додаток 117. Швидкість різання V м/хв при точінні і розточуванні деталей із сталі 45/44...46 HRC/ лезовим інструментом із ельбора-Р.....	685
Додаток 118. Швидкість різання /м/хв./ при точінні лезовим інструментом із ельбора- Р.....	685
Додаток 119. Подача S мм/об при точінні лезовим інструментом із ельбора- Р.....	686
Додаток 120. Режими різання при свердлінні отворів.....	686
Додаток 121. Режими різання при розсвердлюванні отворів.....	686
Додаток 122. Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами Т15К6 в деталях із сталі $\sigma_{то} = 600...800$ Мпа.....	687
Додаток 123. Режим різання при зенкеруванні на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах.....	687
Додаток 124. Режим різання при зенкеруванні на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах.....	688
Додаток 125. Швидкість різання V_s м/хв при чорновому розточенні.....	689
Додаток 126. Поправочні коефіцієнти K_s для коригування табличних значень подач.....	689
Додаток 127. Поправочні коефіцієнти для коригування швидкості різання.....	690
Додаток 128. Подача S мм/об в залежності від параметрів шорсткості поверхні.....	690

Додаток 129. Швидкість різання V м/хв при чистовому розточуванні.....	690
Додаток 130. Режими різання в залежності від параметрів шорсткості поверхні.....	691
Додаток 131. Режими обробки при точінні різьби різцями.....	691
Додаток 132. Режими обробки при точінні різьби гайкорізами.....	692
Додаток 133. Режими різання при фрезеруванні пазів кінцевими фрезами із Р 18.....	692
Додаток 134. Режими різання при чорновому фрезеруванні торцьовими твердосплавними фрезами.....	693
Додаток 135. Подача в залежності від параметрів шорсткості при чистовому фрезеруванні торцьовими твердосплавними фрезами.....	693
Додаток 136. Режими різання при чорновому фрезеруванні площини та уступів дисковими фрезами.....	693
Додаток 137. Подача S , мм/об в залежності від вимагаючих нормативів шорсткості при чистовому фрезеруванні площин та уступів дисковими фрезами.....	694
Додаток 138. Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами із швидкоріжучої сталі Р18 в деталях із чавуну /143...229 НВ/.....	694
Додаток 139. Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами Т15К6 в деталях із сталі $\sigma_{то} = 600...800$ МПа.....	694
Додаток 140. Допоміжний час на токарні верстати.....	695
Додаток 141. Допоміжний час на токарні верстати.....	697
Додаток 142. Вибір допоміжного часу на токарні та свердлильні верстати.....	702
Додаток 143. Допоміжний час на свердлильні та фрезерні верстати.....	704
Додаток 144. Допоміжний час на контрольні вимірювання.....	707
Додаток 145. Час на організаційне обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби.....	711
Додаток 146. Підготовчо-заклучний час при роботі на верстатах токарної групи.....	712
Додаток 147. Час на організаційне обслуговування робочого місця в умовах багатOVERSTATного обслуговування.....	723
Додаток 148. Підготовчо-заклучний час при роботі на верстатах токарної групи.....	724
Додаток 149. Оптові ціни на якісну сталь (за преїскурантом № 01 – 03 з І / І – 2000 р.).....	725
Додаток 150. Оптові ціни на відливки, поковки і гарячі штамповки в грн. за тону (за преїскурантом №25-01 з І/І-2000 р.).....	728
Додаток 151. Заготівельні ціни на лом та відходи металів в грн. за тону..	734
Додаток 152. Оптові ціни на окремі види обладнання, які застосовуються у машинобудівних виробництвах.....	734

Додаток 153. Норми амортизаційних відрахувань по основним фондам.....	735
Додаток 154. Годинні тарифні ставки для робітників промислових підприємств, грош, ^{од} / _{од}	735
Додаток 155. Норми обслуговування допоміжних робітників.....	736
Додаток 156. Норми обслуговування ІТП, ОКП та МОП.....	737
Додаток 157. Організація робочого місця слюсара – випробувальника....	738
Додаток 158. Темплети на технологічне обладнання.....	739
Додаток 159. Норми відстані між обладнанням та елементами будівлі.....	761
Список рекомендованої літератури.....	764

Додаток 1. Перелік основних міждержавних стандартів ЄСТД.

ГОСТ 3.1001-81	ЄСТД. Загальні положення.
ГОСТ 3.1102-81	Стадії розробки та види документів.
ГОСТ 3.1103-82	Основні надписи.
ГОСТ 3.1104-81	Загальні вимоги до форм, бланків і документів.
ГОСТ 3.1105-84	Форма і правила оформлення документів загальною призначення.
ГОСТ 3.1107-81	Опори, затискачі й установочні пристрої. Графічні позначення.
ГОСТ 3.1109-82	Терміни і визначення основних понять.
ГОСТ 3.1115-79	Правила оформлення документів, що застосовуються при ремонті виробів.
ГОСТ 3.1116-79	Нормоконтроль технологічної документації.
ГОСТ 3.1118-82	Форми і правила оформлення маршрутних карт.
ГОСТ 3.1119-83	Загальні вимоги до комплектності та оформлення комплектів документів на одиничні технологічні процеси.
ГОСТ 3.1120-83	Загальні правила відображення й оформлення вимог безпеки праці в технологічній документації.
ГОСТ 3.1121-84	Загальні вимоги до комплектності та оформлення комплектів документів на типові і групові технологічні процеси.
ГОСТ 3.1123-84	Форми і правила оформлення технологічних документів, що застосовуються при нормуванні витрат матеріалів.
ГОСТ 3.1122-84	Форми і правила оформлення документів спеціального призначення. Відомості технологічні.
ГОСТ 3.1125-88	Правила графічного виконання елементів ливарних форм і виливків.
ГОСТ 3.1126-88	Правила виконання графічних документів на поковки.
ГОСТ 3.1201-85	Система позначення технологічної документації.
ГОСТ 3.1404-86	Форми і правила оформлення документів на технологічні процеси і операції різанням.
ГОСТ 3.1405-86	Форми і правила документів на технологічні процеси термічної обробки.
ГОСТ 3.1407-85	Форми і вимоги до заповнення та оформлення документів на технологічні процеси, спеціалізовані за методами складання.
ГОСТ 3.1408-85	Форми і правила оформлення документів на технологічні процеси одержання покриття.

- ГОСТ 3.1409-86 Форми і вимоги до заповнення та оформлення документів на технологічні процеси виготовлення виробів з пластмас і гуми.
- ГОСТ 3.1412-87 Вимоги до оформлення документів на технологічні процеси виготовлення виробів методом порошкової металургії.
- ГОСТ 3.1502-85 Форми і правила оформлення документів на технологічний контроль.
- ГОСТ 3.1507-84 Правила оформлення документів на випробування.
- ГОСТ 3.1702-79 Правила запису операцій і переходів. Обробка різанням.
- ГОСТ 3.1703-79 Правила запису операцій і переходів. Слюсарні, слюсарно-складальні роботи.

Додаток 2. Коди характеристик технологічних документів за класифікатором 1175016.

Характеристика технологічного процесу	Код
1. Вид технологічного документу	
Комплект технологічних документів	01
Маршрутна карта	10
Карта ескізів	20
Технологічна інструкція	25
Комплектуюча карта	30
Відомість документів	40
Відомість оснастки	42
Карта технологічного процесу	50
Операційна карта	60
2. Вид технологічного процесу за методом його організації	
Без вказівки	0
Одиничний процес (операція)	1
Типовий процес (операція)	2
Груповий метод обробки	3
3. Вид технологічного процесу за методом його виконання	
Без вказівок виду процесу	00
Технологічний процес виготовлення	01
Ремонт	02
Технічний контроль	03
Переміщення	04
Складування	05
Обрізування заготовок	06
Литво	10
Кування	20
Механічна обробка	40
Обробка на багатошпіндельних автоматах	41
Обробка на одношпіндельних автоматах	43
Групова наладка на автоматах	45
Обробка на верстатах з ЧПК	46
Термічна обробка	50
Термічна обробка з нагрівом ТВЧ	51
Нанесення захисного покриття	70
Електрохімічна обробка	72
Електрофізична обробка	75
Слюсарні, слюсарно-складальні роботи	88
Зварювання	90
Стискове контактне зварювання	94
Зварювання за допомогою тертя	96

Додаток 3. Коди на ріжучі та вимірювальні інструменти, і технологічну оснастку за класифікатором

Назва оснастки	Код
1	2
Свердла спіральні загального призначення з	
циліндричним хвостовиком швидкорізальні	391210
Свердла спіральні загального призначення з	
конічним хвостовиком швидкорізальні	391267
Свердла твердосплавні	391303
Свердла для верстатів з ЧПК і автоматичних ліній	391290
Мітчики із вуглецевої сталі, ручні	391330
Мітчики твердосплавні	391350
Мітчики для верстатів з ЧПК	391391
Плашки різьбонарізні круглі	391510
Зенкери швидкорізальні	391610
Зенкери твердосплавні	391620
Зенківки конічні	391630
Зенкери і зенківки для верстатів з ЧПК	391690
Розвертки ручні	391710
Розвертки машинні швидкорізальні	391720
Розвертки машинні твердосплавні	391740
Розвертки для верстатів з ЧПК	391790
Фрези твердосплавні	391801
Фрези швидкорізальні	391802
Фрези зуборізні і нарізні	391810
Фрези кінцеві	391820
Фрези насадкові	391830
Фрези для верстатів з ЧПК	391890
Різці твердосплавні	392101
Різці з механічним кріпленням пластин	392104
Різці швидкорізальні	392110
Пилки круглі сегментні	392210
Протяжки	392302
Довбачі зуборізні	392410
Шевери дискові	392430
Головки зуборізні для конічних коліс	392460
Гребінки зуборізні	392480
Головки, плашки і ролики різьбонакатувальні	392500
Головки різьбонарізні	392514
Полотна ножовочні ручні і машинні	392540
Панілки і бор фрези	392900

1	2
Калібри гладкі і скоби	393120
Калібри для конусів Морзе	393131
Калібри для метричної різьби (пробки, кільця)	393140
Міри довжини кінцеві площинопаралельні	393200
Штангенциркулі	393311
Штангенрейсмуси	393320
Мікрометри гладкі	393410
Мікрометри	393420
Глибиноміри мікрометричні	393440
Внутроміри мікрометричні	393450
Лінійки лекальні	393510
Плити розмічальні і перевірні	393550
Індикатори важільно-пружинні	394130
Прилади вимірювальні універсальні	394300
Прилади активного контролю	394630
Прилади для розмірного налагодження поза верстатом	
різального інструменту для верстатів з ЧПК	394650
Патрони токарні	396110
Лещата машинні	396131
Головки ділильні універсальні	396141
Столи поворотні	396151
Пристрої універсальні збірні переналагоджувані	396181
Ключі гайкові, торцеві, трубні, спеціальні	392650
Інструмент допоміжний для верстатів з ЧПК	392810
Центри обертів	392841
Інструмент алмазний шліфувальний на органічній зв'язці	397110
Те ж на металевій зв'язці	397152
Те ж на керамічній зв'язці	397130

Додаток 4. Коди операцій і відповідно їм коди технологічного обладнання .

Назва операції	Код	Код обладнання	Примітки
1	2	3	4
Агрегатна	4101	381881	Горизонтальні однобічні
		381884	Горизонтальні ба- гатобічні
		381885	Вертикальні одностоечні
		381887	Вертикальні багатостоечні
Алмазно-розточувальна	4224	38126X	
Барабанно-фрезерна	4265	38167X	
Безцентро-шліфувальна	4134	381314	
Вертикально-протяжна	4182	381753	Для внутрішнього протягування
		381754	Для зовнішнього протягування
Вертикально-розточувальна	4222	381262	
Вертикально-свердлильна	4121	381213	
Поздовжньо-стругальна	4172	381713	
Поздовжньо-фрезерна	4263	381661	Одностоечні
Протяжка	4180	381756	
Радіально-свердлильна	4123	381217	
Розточувальна	4220	38126x	
Розточувальна з ЧПК	XXXX	XXXXXX	
Різьбонарізна	7272	381743	
Різьбофрезерна	4271	381623	
Різьбошліфувальна	4135	381316	
Свердлильна	4120	38121X	
Слюсарна	0190	-----	
Стругальна	4170	381701	
Токарна	4110	381101	
Токарно-гвинторізна	4110	381148	
Токарно-карусельна	4113	381151	
Токарно-копіювальна	4117	381151	
Токарно спеціальна	4118	38181X	
Токарна з ЧПК	4103	381021	
Термічна обробка			
віджигання	5110	XXXXXX	
загартування	5130	XXXXXX	
відпускання	5140	XXXXXX	

Назва операції	Код	Код обладнання	Примітки
1	2	3	4
Контрольна	0220	XXXXXX	
Токарно-автоматна	4112	381111	Одношпindelні
		381114	Багатошпindelні
Токарно-затилувальна	4116	381143	
Токарно-револьверна	4111	381131	З вертикальною віссю
		381133	З горизонтальною віссю
Фрезерно-центрувальна	4269	381825	
Фрезерна	4260	3816XX	
Фрезерна з ЧПК	XXXX	381024	
Шліфувальна	4130	38131X	
Центрувальна	4124	381825	
Вертикально-фрезерна	4261	381611	Консольні
		381612	З хрестовим столом
		381861	Спеціальні
Внутрішньошліфувальна	4132	381312	
Горизонтально-протяжна	4181	381751	
Горизонтально-розточувальна	4221	381261	
Горизонтально-свердлильна	4122	381829	
Горизонтально-фрезерна	4268	381621	Консольні
		381631	Універсальні
		381632	Широко-універсальні
Гравірувальна-фрезерна	4268	381641	
Довбальна	4175	381718	
Заточувальна	4141	381361	Універсальні
		381363	Для свердла
		381367	Для фрез
		381368	Для протяжок
Зубодовбальна	4152	381571	
Зубообкатна	4158	381578	
Зубостругальна	4154	381520	
Зубопритирочна	4158	381578	
Зубофрезерна	4153	381572	
Зубошевінтувальна	4157	381561	

Продовження додатку 4.

Назва операції	Код	Код обладнання	Примітки
1	2	3	4
Зубошліфувальна	4151	381561	Абразивним черв'яком
		381562	Конічними кругами
		381563	Тарільчатими кругами
Карусельно-фрезерна	4264	381674	
Координатно-розточувальна	4223	381263	
Копіювальна-фрезерна	4267	XXXXXX	
Круглошліфувальна	4131	381311	
Маркувальна	0180	XXXXXX	
Ножівково-відрізна	4281	381762	
Відрізна	4280	38176X	
Плоскошліфувальна	4133	381313	
Полірувальна	4191	381337	

Додаток 5. Назва технологічних операцій і переходів операції обробки різнанням (ГОСТ 3.1702-79).

№ оп.	Назва операції	Код опер.	Назва операції
1	2	3	4
01	Автоматно-лінійна	49	Різьбонакатувальна
02	Агрегатна	50	Вертикально-свердлильна
03	Довбальна	51	Горизонтально-свердлильна
04	Зубодовбальна	52	Координатно-свердлильна
05	Зубозакругляюча	53	Радіально-свердлильна
06	Зубонакатна	54	Свердлильно-центрувальна
07	Зубообкочувальна	55	Поперечно-стругальна
08	Зубоприпрацювальна	56	Поздовжньо-стругальна
09	Зубопритиральна	57	Автоматна токарна
10	Зубопротяжна	58	Вальцетокарна
11	Зубостругальна	59	Лоботокарна
12	Зуботокарна	60	Різьботокарна
13	Зубофрезерна	61	Спеціальна токарна
14	Зубохонінгувальна	62	Токарно-безцентрова
15	Зубошевінгувальна	63	Токарно-гвинторізна
16	Зубошліфувальна	64	Токарно-затиловочна
17	Спеціальна зубообробна	65	Токарно-карусельна
18	Шліценакатна	66	Токарно-копіювальна
19	Шліцестругальна	67	Токарно-револьверна
20	Шліцефрезерна	68	Торцепідрізна центрувальна
21	Комбінована	69	Барабанно-фрезерна
22	Віброабразивна	70	Вертикально-фрезерна
23	Галтувальна	71	Горизонтально-фрезерна
24	Доводочна	72	Гравірувально-фрезерна
25	Опилювальна	73	Карусельно-фрезерна
26	Полірувальна	74	Копірувально-фрезерна
27	Притиральна	75	Поздовжньо-фрезерна
28	Суперфінішна	76	Різьбо фрезерна
29	Хонінгувальна	77	Спеціальна фрезерна
30	Абразивно-відрізна	78	Універсально-фрезерна
31	Стрічково-відрізна	79	Фрезерно-центрувальна

Продовження додатку 5.

№ оп.	Назва операції	Код опер.	Назва операції
1	2	3	4
32	Анодно-відрізна	80	Шпоночно-фрезерна
33	Пилазмово-відрізна	81	Безцентрово-шліфувальна
34	Токарно-відрізна	82	Вальцешліфувальна
35	Фрезерно-відрізна	83	Внутрішньошліфувальна
36	Розточувальна з ЧПК	84	Заточувальна
37	Свердлильна з ЧПК	85	Карусельно-шліфувальна
38	Токарна з ЧПК	86	Координатно-шліфувальна
39	Фрезерна з ЧПК	87	Круглошліфувальна
40	Шліфувальна з ЧПК	88	Стрічко-шліфувальна
41	Вертикально-протяжна	89	Обдирно-шліфувальна
42	Горизонтально-протяжна	90	Плоскошліфувальна
43	Алмазно-розточувальна	91	Різьбошліфувальна
44	Вертикально-розточувальна	92	Торцешліфувальна
45	Горизонтально-розточувальна	93	Центрошліфувальна
46	Координатно-розточувальна	94	Шліфувальна спеціальна
47	Болтонарізна	95	Шліфувально-затиловочна
48	Гайконарізна	96	Шліцешліфувальна

Додаток 6. Слюсарні і слюсарно-складальні операції (ГОСТ 3.1702-79)

№ оп.	Назва слюсарних операцій	№ оп.	Назва слюсарно-складальних операцій
1	2	3	4

01	Слюсарна	01	Складання
02	Згинання	02	Базування
03	Гравірувальна	03	Балансування
04	Доводочна	04	Застібання
05	Зачищення	05	Закріплення
06	Зенкування, зенкерування	06	Запресування
07	Завивання	07	Клепання
08	Калібрування	08	Контрування
09	Кернування	09	Маркувальна (маркування)
10	Нарізування	10	Пломбування
11	Навивання	11	Склеювання
12	Відтинання	12	Стопоріння
13	Відрізання	13	Згвинчування
14	Обпилювання	14	Установлення
15	Обчищення	15	Центрування
16	Полірування	16	Штифтування
17	Правлення	17	Шплінтування
18	Розмічання	18	Розбирання
19	Розрізання	19	Розпресування
20	Розвертання	20	Розшплінтування
21	Розвальцювання	21	Розштифтування
22	Свердлення	22	Розпломбування
23	Змашування	23	Роззгвинчування
24	Шабрування		

Додаток 7. Ключові слова технологічних переходів і їх умовні коди (ГОСТ 3.1702-79 і ГОСТ 3.1202-79)

Умовний код	Ключове слово при обробці різанням	Умовний код	Ключове слово при обробці різанням
1	2	3	4

01	Вальцювати	28	Стругати
02	Врізатися	29	Суперфінішувати
03	Галтувати	30	Точити
04	Гравірувати		
05	Довести	31	Хонінгувати

Умовний код	Ключове слово при обробці різанням	Умовний код	Ключове слово при обробці різанням
1	2	3	4

06	Довбати	32	Шевінгувати
07	Закруглити	33	Шліфувати
08	Заточити	34	Цекувати
09	Затилувати	35	Центрувати
10	Зенкерувати, зенкувати	36	Фрезерувати
11	Навити (на верстаті)	80	Вивірити
12	Накатати	81	Закріпити
13	Нарізати	82	Наладнати
14	Обкатати	83	Перевстановити
15	Обпиляти	84	Перевстановити і закріпити
16	Відрізати	85	Перевстановити, вивірити і закріпити
17	Підрізати		
18	Полірувати	86	Перемістити
19	Притерти	87	Підтиснути
20	Припрацювати	88	Перевірити
21	Протягти	89	Змастити
22	Розвернути	90	Зняти
23	Розвальцювати	91	Установити
24	Розкатати	92	Установити і вивірити
25	Розсвердлити	93	Установити і закріпити
26	Розточити	94	Установити, вимірити і закріпити
27	Свердлити		

Додаток 8. Ключові слова технологічних переходів складання.

Умовний код	Ключові слова при слюсарних роботах	Умовний код	Ключові слова при слюсарних роботах
1	2	3	4
01	Балансувати	25	Розвальцьовувати
02	Базувати	26	Нанести
03	Завити	27	Відрубати
04	Гравірувати	28	Обчищати (обчистити)
05	Згинати	29	Свердлити
06	Застібнути	30	Пломбувати
07	Зачистити	31	Розмітити
08	Запресувати	32	Розгвинтити
09	Калібрувати	33	Розвальцьовувати, розпресувати
11	Навити	35	Розібрати
12	Застопорити	36	Розпломбувати
13	Нарізати, зенкувати	37	Розштифувати
14	Кернувати	38	Центрувати
15	Обпиляти	39	Згвинтити
16	Відрізати	40	Склеїти
17	Правити	41	Скласти
18	Клепати	42	Шабрувати
19	Полірувати	43	Шплінтувати
20	Притерти	44	Штифувати
21	Розрізати	45	Довести
22	Контрувати	81	Закріпити
23	Маркувати	89	Змастити
24	Розвернути	90	Зняти
91	Установити		

Додаток 9. Коди основних видів заготовок (вибірково)

Вид заготовки	Код
1	2

Сталь крупносортова низьковуглецева	09312X
Сталь середньосортова низькоколегована	09322X
Сталь дрібносортова низькоколегована	09332X
Сталь сортова конструкційна	09501X
Сталь сортова вуглецева	09503X
Сталь сортова легована	09504X
Сталь сортова інструментальна	0966XX
Труби безшовні вуглецеві	134XXX
Виливки з ковкого чавуну	41111X
Виливки з легованих чавунів	41114X
Виливки з вуглецевої сталі	41121X
Виливки з легованої сталі	41123X
Штамповки з чорних металів	41211X
Поковки з прокату чорних металів	41212X
Поковки з прокату кольорових сплавів	41222X
Металоконструкції зварні корпусні	41333X
Металоконструкції зварні циліндричні	41336X

Додаток 10. Коди професій робітників

Назва професії	Код
1	2
Довбальник	11868
Заточувальник	12260
Зуборізальник	12287
Зубошліфувальник	12290
Оператор автоматних ліній	14972
Оператор верстатів з ЧПК	15292
Полірувальник	18887
Пресувальник	16014
Протягувач	16458
Розмітчик	16641
Різальник на пилках, ножівках і верстатах	16397
Різьбофрезерувальник	17001
Різьбошліфувальник	17003
Свердляр	17335
Слюсар-інструментальник	17461
Слюсар механоскладальних робіт	17474
Верстатник на спеціальних верстатах для обробки металу	17845
Стругальник	17960
Токар	18217
Токар-карусельшик	18219
Токар-напівавтоматник	18225
Токар-розточувальник	18235
Токар-револьверник	18236
Фрезерувальник	18632
Шліфувальник	18873

Додаток 11. Додаткова інформація, що використовується у формуваннях проходів при обробці різанням.

Код	Запис		Код	Запис	
	повний	скорочений		повний	скорочений
1	2	3	4	5	6

01	Внутрішня	Внутр.	01	Остаточно	Остат.
02	Глухе	Глух.	02	Одночасно	Одночасн.
03	Кільцева	Кільц.	03	За копіром	За копір.
04	Конічна	Конічн.	04	За програмою	За прогр.
05	Криволінійна	Криволін.	05	Послідовно	Посл.
06	Зовнішнє	Зовн.	06	Попередньо	Попер.
11	Наскрізне	Наскр.	07	З підрізанням торця	З підріз. торця
12	Спиральна	Спір.			
15	Ступінчаста	Ступ.	08	З підрізанням торців	З підріз. торців
16	Ушільнювальна	Ушільн.			
20	Фасонна	Фасон.	09	Відповідно до креслення	Відп. до креслення
25	Шліцьовий	Шліц.			
26	Шпонковий	Шпонк.	10	Відповідно до ескізу	Відп. до еск.
27	T-подібний				
28	“Ластівчин хвіст”				

Додаток 12. Оброблювані поверхні і конструктивні елементи при обробці різанням та складані.

Код	Запис		Код	Запис	
	повний	скорочений		повний	скорочений
1	2	3	4	5	6

001	Буртик	Бурт.	019	Отвори	Отв.
002	Буртики	-	020	Паз	-
003	Виточка	Вит-ка	021	Пази	-
004	Виточки	-	022	Поверхня	По-
	верх.				
005	Галтель	Галт.	023	Поверхні	-
006	Галтелі	-	024	Пружина	Пруж.
007	Деталь	Дет.	025	Пружини	-
008	Деталі	-	026	Різьба	-
009	Заготовка	Загот.	027	Рифлення	Рифл.
010	Зуб	-	028	Ступінь	Ступ.
011	Зуб'я	-	029	Сфера	-
012	Канавка	-	030	Торець	-
013	Канавки	-	031	Торці	-
014	Контур	К-р	032	Фаска	-
015	Конус	Кон.	033	Фаски	-
016	Лиска	-	034	Черв'як	Черв.
017	Лиски	-	035	Циліндр	Цил.
018	Отвір	Отв.			

Додаток 13. Додаткова інформація, що використовується у формулюваннях слюсарних переходів

Код	Запис		Код	Запис	
	повний	скорочений		повний	Скорочений
1	2	3	4	5	6
01	За кресленням	За кресл.	07	Забезпечуючи	Забезпеч.
02	За ескізом	За еск.		прилягання	приляг.
03	За розміткою	За розм.	08	Забезпечуючи	Забезпеч.
04	За трафаретом	За траф.		паралельність	парал.
05	З точністю	З точн.	09	За шаблоном	За шабл.
06	Забезпечуючи герметичність	Забезпеч. гермет.	10	За реперними точками	За реперн. точк.
13	Від іржі	-			

Додаток 14. Питома вага деяких матеріалів.

Матеріал	Питома вага г/см ³	Матеріал	Питома вага г/см ³
Алюміній прокат	2,73	Чавун сірий	6,6-7,8
Алюмініва бронза	7,70	Цинк литий	6,89
Бронза олів'яниста	8,70	Гетинакс	1,32-1,4
Дюралюміній	2,85	Карболіт литий	1,16-
Латунь в прутах	8,50	Плексиглас акриглат	1,47
Олово біле	7,28	Текстолит ПТК ПТ	1,18
Тверді сплави	14,4	Цилулоїд	1,3-1,4
Типу ВК	-14,9	Фибра	1,3
Тверді сплави	-9,5	Резина виробі	1,28
Типу ВК	-12,4		1,0-2,0
Сталь прокат	7,85		

Додаток 15. Хімічний склад сталі вуглецевої звичайної якості загального призначення ГОСТ 380-80

Сталь	C	Mn	Si
БСт0	< 0.23	-	-
БСт1кп	0.06-0.12	0.25-0.5	<0.05
БСт1 напівсп.			0.05-0.17
БСт1сп			0.12-0.3
БСт1Г напівсп.	0.09-0.15	0.7-1.1	<0.15
БСт2 кп		0.25-0.5	<0.07
БСт2 напівсп.			0.05-0.17
БСт2сп			0.21-0.3
БСт2Г напівсп.	0.7-1.1		<0.15
БСт3кп	0.14-0.22	0.3-0.6	<0.07
БСт3 напівсп.		0.40-0.65	0.05-0.17
БСт3сп		0.8-1.1	0.12-0.3
БСт3Г напівсп.			<0.15
БСт4кп	0.18-0.27	0.4-0.7	<0.07
БСт4 напівсп.			0.05-0.17
БСт4сп			0.12-0.3
БСт4Г напівсп.			0.8-1.2
БСт5 напівсп.	1.28-0.37	0.5-0.8	0.05-0.17
БСт5сп			0.15-0.35
БСт5Г напівсп.	0.22-0.3	0.8-1.2	0.15
БСт6 напівсп.	0.38-0.49	0.5-0.8	0.05-0.17
БСт6сп			0.15-0.35

Додаток 16. Характеристики механічних властивостей сталі групи А в гарячому стані.

Сталь	$\sigma_{то}$ МПа	σ_t МПа для товщини мм				δ % для товщини мм			Згин на 180 для товщини	
		<20 0	>20< <400	>400< <1000	>1000	<200	>200< <400	>400	<200	>200
		не менше								
Ст0	>310	-	-	-	-	230	220	200	d=20	
Ст1 кп	310-400	-	-	-	-	350	340	320	d=0 (без правки)	Діаметр оправки збільшується на товщину зразка
Ст1 Сп	320-420	-	-	-	-	340	330	310		
Ст1 напівсп.										
Ст1 Гпс	320-430									
Ст2 кп	330-420	220	210	200	190	330	320	300		
Ст2сп	330-440	230	220	210	200	320	310	290		
Ст2 напівсп.										
Ст2 Г	340-450									
Ст3 кп	370-470	240	230	220*	200	270	260	240	d=0,5a	
Ст 3 напівсп.	380-490	250	240	230	210	260	250	230		
Ст3 сп										
Ст3 Гпс	380-550	250	240	230	210	260	250	230	d=0,5a	
Ст4 кп	410-520	260	250	240	230	250	240	220	d=2a	Діаметр оправки збільшується на товщину зразка
Ст4 пс,	420-540	270	260	250	240	240	230	210		
Ст4 сп										
Ст4 Гпс	420-550									
Ст5 Гпс,	500-640	290	280	270	260	200	190	170	d=3a	
Ст5 сп										
Ст4 Гпс	460-600	290	280	270	260	200	190	170		
Ст6 пс,	600	320	310	300	300	150	140	120	-	
Ст6 сп										

Додаток 17. Хімічний склад сталі вуглецевої якісної конструкційної та твердість після прокатування та кування.

Сталь	Склад %			Твердість НВ без термообробки (не більше)
	C	Si	Mn	
05кп	<0.06	<0.03	<0.40	-
08кп	0.05-0.11		<0.40	
08пс			0.25-0.5	131
08	0.05-0.12	0.05-0.17	0.35-0.65	
10кп	0.070.14	<0.07	0.25-0.5	143
10пс		0.05-0.17	0.350.65	
10		0.17-0.37		
15кп	0.12-0.19	<0.07	0.25-0.5	149
15пс		0.05-0.17	0.35-0.65	
15		0.17-0.37		
20кп	0.17-0.24	<0.07	0.25-0.5	163
20пс		0.05-0.17	0.35-0.65	
20				
25	0.22-0.30	0.17-0.37	0.5-0.8	170
30	0.27-0.35			179
35	0.32-0.40			207
40	0.37-0.45			217
45	0,42-0,50			229
50	0,47-0,55	0,17-0,37	0,50-0,80	241
55	0,55-0,60			255
58 (55nn)	0,55-0,63	0,10-0,30	0,20	255
60	0,57-0,65	0,17-0,37	0,50-0,80	
65	0,62-0,75			
70	0,72-0,80			
75	0,72-0,80			
80	0,77-0,85			
85	0,82-0,90			
60 Г	0,57-0,65			0,90
65 Г	0,62-0,70	0,90-1,20	269	
70 Г	0,67-0,75		285	

Додаток 18 Характеристика механічних властивостей сталі категорії щодо розтягування та удару.

Сталь	Термічна обробка заготовок	σ_T МПа	σ_{TO} МПа	δ %	ψ %
		не менше			
08		200	330	33	60
10		210	340	31	55
15		230	380	27	55
20		250	420	25	55
25		280	460	23	50
30	Нормалізація	300	500	21	50
35		320	540	20	45
40		340	580	19	45
45		360	610	16	40
50		380	640	14	40
55		390	660	13	35
60		410	690	12	35
65		420	710	10	30
70		Закалювання + відпуск	430	730	9
75	900		1100	7	30
80	950		1100	6	30
85	1000		1150	6	30
60Г	Нормалізація	420	710	11	35
65Г		440	750	9	-
70Г		460	800	8	-

Додаток 19 Хімічний склад % сталі для холодної штамповки

Сталь	С (не більше)	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
			не більше				
08 КП	0,10	0,25-0,45	0,03	0,025	0,030	0,10	0,10
08НС	0,09	0,02-0,40	0,04	0,025	0,030	0,10	0,10
08Ю	0,07	0,20-0,35	0,01	0,020	0,025	0,03	0,06
08 ФКП	0,08	0,20-0,40	0,01	0,020	0,025	0,03	0,01

Додаток 20 Характеристика механічних властивостей низьколегованої сталі

Сталь	σ_{TO} МПа	σ_T МПа	δ %
09Г2	450	310	21
09Г2Д	450	310	21
14Г2	470	340	21
12ГС	470	320	26
16ГС	500	330	21
17ГС	520	350	23
17Г1С	520	360	23
09Г2С	500	350	21
09Г2СД	500	350	21
10ГС1	500	360	21
10ГС1Д	500	360	21
15ГФ	520	380	21
15ГФД	520	380	21
15Г2СФ	560	400	18
15Г2СФД	560	400	18
14Г2АФ	550	400	20
14Г2АФД	550	400	20
16Г2АФ	600	450	20
16Г2АФД	600	450	20
18Г2АФСП	600	450	19
18Г2АФДСП	600	450	19
10Г2Б	520	380	21
10Г2БД	520	380	21
14ХГС	500	350	22
10ХСНД	540	400	19
15 ХСНД	500	350	21
15Г2АФД на- півсплав	550	400	19
10ХНДП	480	350	20

**Додатку 21 Хімічний склад (%) та твердість конструкційної сталі
ГОСТ 4543-82**

сталь	C	Si	Mn	Cr	Ni	Число твердості НВ (не більше)
ХРОМИСТІ СТАЛІ						
15X	0,12-0,18	0,17-0,37	0,40-0,70	0,70-1,0	-	179
15XA	0,12-0,17	0,17-0,37	0,40-0,70	0,70-1,0	-	179
20X	0,17-0,23	0,17-0,37	0,50-0,80	0,70-1,0	-	179
30X	0,24-0,32	0,17-0,37	0,50-0,80	0,8-1,1	-	187
30XPA	0,27-0,33	0,17-0,37	0,50-0,80	1,0-1,3	-	241
35X	0,31-0,39	0,17-0,37	0,50-0,80	0,8-1,1	-	197
38XA	0,35-0,42	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1	-	207
40X	0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1	-	217
45X	0,41-0,49	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1	-	229
50X	0,46-0,54	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1	-	229
МАРГАНЦЕВИСТІ СТАЛІ						
15Г	0,12-0,19	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	169
20Г	0,17-0,24	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	179
25Г	0,22-0,30	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	197
30Г	0,27-0,35	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	197
35Г	0,32-0,40	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	207
40Г	0,37-0,45	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	207
45Г	0,42-0,50	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	229
50Г	0,48-0,56	0,17-0,37	0,70-1,0	-	-	229
10Г2	0,07-0,15	0,17-0,37	1,2-1,6	-	-	197
30Г2	0,26-0,33	0,17-0,37	1,4-1,8	-	-	207
35Г2	0,31-0,39	0,17-0,37	1,4-1,8	-	-	207
40Г2	0,36-0,44	0,17-0,37	1,4-1,8	-	-	217
45Г2	0,41-0,49	0,17-0,37	1,4-1,8	-	-	229
50Г2	0,46-0,55	0,17-0,37	1,4-1,8	-	-	229
ХРОМОМАРГАНЦЕВІ СТАЛІ						
18ХГ	0,15-0,21	0,17-0,37	0,90-1,2	0,9-1,2	-	187
18ХГТ	0,17-0,23	0,17-0,37	0,80-1,1	1,0-1,3	-	217
20ХГР	0,18-0,24	0,17-0,37	0,70-1,0	0,75-1,05	-	197
27ХГР	0,25-0,31	0,17-0,37	0,70-1,0	0,70-1,0	-	217
25ХГТ	0,22-0,29	0,17-0,37	0,80-1,10	1,0-1,3	-	217
40ХГТР	0,24-0,32	0,17-0,37	0,80-1,1	1,0-1,3	-	229
35ХГТР	0,38-0,45	0,17-0,37	0,70-1,0	0,80-1,10	-	229
35ХГФ	0,31-0,38	0,17-0,37	0,95-1,25	1,0-1,3	-	207
25ХГМ	0,23-0,29	0,17-0,37	0,9-1,2	0,9-1,2	-	207
ХРОМОКРЕМНІСВІ СТАЛІ						
33ХС	0,29-0,37	1,00-1,4	0,3-0,6	1,3-1,6	-	241
38ХС	0,34-0,42	1,0-1,4	0,30-0,60	1,3-1,6	-	255
40ХС	0,37-0,45	1,2-1,6	0,3-0,6	1,3-1,6	-	255
ХРОМОМОЛБДЕНОВІ ТА ХРОМОМОЛБДЕНОВОВАНАДІЄВІ СТАЛІ						
15ХМ	0,11-0,18	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	179

сталь	C	Si	Mn	Cr	Ni	Число твердості НВ (не більше)
20ХМ	0,15-0,25	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	179
30ХМ	0,26-0,34	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	229
30ХМА	0,26-0,33	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	229
35ХМ	0,32-0,40	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	241
38ХМ	0,35-0,42	0,17-0,37	0,35-0,65	0,90-1,3	-	241
30ХЗМФ	0,27-0,34	0,17-0,37	0,30-0,60	2,3-2,7	-	229
40ХМФА	0,37-0,44	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	269

ХРОМОВАНАДІЄВІ СТАЛІ

15ХВ	0,12-0,18	0,17-0,37	0,40-0,70	0,80-1,1	-	187
40ХВА	0,37-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1	-	241

НІКЕЛЬМОЛІБДЕНОВІ СТАЛІ

15Н2М	0,10-0,18	0,17-0,37	0,40-0,70	-	1,5-1,9	
20Н2М	0,17-0,25	0,17-0,37	0,40-0,70	-	1,5-1,9	197

ХРОМОНІКЕЛЕВІ ТА ХРОМОНІКЕЛЕВІ З БОРОМ СТАЛІ

20ХН	0,17-0,23	0,17-0,37	0,40-0,70	0,45-0,75	1,0-1,4	197
40ХН	0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,45-0,75	1,0-1,4	229
45ХН	0,41-0,49	0,17-0,37	0,50-0,80	0,45-0,75	1,0-1,4	207
50ХН	0,46-0,49	0,17-0,37	0,50-0,80	0,45-0,75	1,0-1,4	207
20ХРН	0,46-0,54	0,17-0,37	0,60-0,90	0,70-1,1	0,80-1,1	207
12ХН2	0,16-0,23	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	1,5-1,9	207
12ХН3Р	0,09-0,16	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	2,75-3,15	217
20ХН3Р	0,17-0,24	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	2,75-3,15	255
30ХН3Р	0,27-0,33	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	2,75-3,15	241
12Х2Н4А	0,09-0,15	0,17-0,37	0,30-0,60	1,25-1,65	3,25-3,65	269
20Х2Н4А	0,16-0,22	0,17-0,37	0,30-0,60	1,25-1,65	3,25-3,65	269

ХРОМОКРЕМНІЕВОМАРГАНЦЕВІ ХРОМОКРЕМНІЕВОМАРГАНЦЕВОНІ-КЕЛЕВІ СТАЛІ

20ХГСА	0,17-0,23	0,90-1,20	0,80-1,10	0,80-1,10	-	207
25ХГСА	0,22-0,28	0,90-1,20	0,80-1,10	0,80-1,10	-	217
30ХГС	0,28-0,35	0,90-1,20	0,80-1,10	0,80-1,10	-	229
30ХГСА	0,28-0,34	0,90-1,20	0,80-1,10	0,80-1,10	-	229
35ХГС	0,32-0,39	1,10-1,40	0,80-1,10	0,80-1,10	-	241
30ХГСН2А	0,27-0,34	0,90-1,20	1,0-1,3	0,9-1,2	1,4-1,8	255

Сталь	C	Si	Mn	Cr	Ni	Інші елементи	Число твердості НВ (не >)
ХРОМОМАРГАНЦЕВОНІКЕЛЄВІ ТА ХРОМОМАРГАНЦЕВОНІКЕЛЄВІ З ТИТАНОМ ТА БОРОМ СТАЛІ							
15ХГН2ТА	0,13-0,18	0,17-0,37	0,70-1,0	0,70-1,0	1,4-1,8	Ti 0,03-0,09	269
20ХГНР	0,16-0,23	0,17-0,37	0,70-1,0	0,70-1,0	0,8-1,10	-	197
2ХГНТР	0,18-0,24	0,17-0,37	0,80-1,10	0,40-0,70	0,40-0,70	Ti 0,03-0,09	197
38ХГН	0,35-0,43	0,17-0,37	0,80-1,10	0,50-0,80	0,70-1,0	-	229
ХРОМОНІКЕЛЬМОЛІБДЕНОВІ СТАЛІ							
14Х2Н3МА	0,12-0,17	0,17-0,37	0,30-0,60	1,50-1,75	2,75-3,15	Mo 0,20-0,30	269
20ХН2М	0,15-0,22	0,17-0,37	0,40-0,70	0,40-0,60	1,60-2,0	Mo 0,20-0,30	229
30ХН2МА	0,27-0,34	0,17-0,37	0,30-0,60	0,30-0,60	1,25-1,6	Mo 0,20-0,30	241
38Х2Н2МА	0,33-0,40	0,17-0,37	0,25-0,50	1,3-1,7	1,3-1,7	Mo 0,20-0,30	269
40ХН2МА	0,37-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,6-0,9	1,25-1,65	Mo 0,15-0,25	269
40Х2Н2МА	0,35-0,42	0,17-0,37	0,30-0,60	1,25-1,65	1,35-1,75	Mo 0,20-0,30	255
38ХН3МА	0,33-0,40	0,17-0,37	0,25-0,50	0,80-1,2	2,75-3,25	Mo 0,20-0,30	269
18Х2Н4МА	0,14-0,20	0,17-0,37	0,25-0,55	1,35-1,65	4,0-4,4	Mo 0,30-0,40	269
25Х2Н4МА	0,21-0,28	0,17-0,37	0,25-0,55	1,35-1,65	4,0-4,4	Mo 0,30-0,40	269
ХРОМОНІКЕЛЬМОЛІБДЕНОВАНADІЄВІ ТА ХРОМОНІКЕЛЬВАНADІЄВІ СТАЛІ							
30ХН2МФА	0,27-0,34	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	2,0-2,4	V 0,1-0,18 Mo 0,20-0,30	269
36Х2Н2МФА	0,33-0,40	0,17-0,37	0,25-0,50	1,3-1,7	1,3-1,7	Mo 0,20-0,30 V 0,1-0,18	269
38ХН3МФА	0,33-0,40	0,17-0,37	0,25-0,50 0,10-0,18	1,2-1,5	3,0-3,5	Mo 0,35-0,45 V 0,10-0,18	269
45ХН2МФА	0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,8-1,1	1,3-1,8	Mo 0,20-0,30 V 0,10-0,18	269
20ХН4ФА	0,17-0,24	0,17-0,37	0,25-0,55	0,7-1,1	3,75-4,15	V 0,10-0,18	269
ХРОМОАЛЮМІНІЄВІ ТА ХРОМОАЛЮМІЄВІ З МОЛІБДЕНОМ СТАЛІ							
38Х2Ю	0,35-0,43	0,20-0,40	0,20-0,40	1,5-1,8	-	Al 0,50-0,80	229
38Х2К(А)	0,35-0,42	0,20-0,45	0,30-0,60	1,35-1,65	-	Mo 0,15-0,25 Al 0,7 - 1,1	229

Додаток 22 Хімічний склад конструкційної легованої сталі

Сталь	C	Mo	Si	P	S
				не більше	
20ГЛ	0,15-0,25	1,20-1,60	0,20-0,40	0,040	0,040
27ГЛ	0,22-0,32	1,10-1,50	0,20-0,40	0,050	0,050
30ГСЛ	0,25-0,35	1,10-1,40	0,60-0,80	0,040	0,040
20ГСФЛ	0,17-0,28	1,30-1,80	0,30-0,50	0,040	0,040
45ФЛ	0,42-0,50	0,40-0,90	0,20-0,40	0,040	0,040
32ХО6Л	0,25-0,35	0,40-0,90	0,20-0,40	0,050	0,050
40ХЛ	0,35-0,45	0,40-0,90	0,20-0,40	0,040	0,040
31ХМЛ	0,30-0,40	0,40-0,90	0,20-0,40	0,040	0,040
30ХНМЛ	0,25-0,35	0,40-0,90	0,20-0,40	0,040	0,040
35ХГСЛ	0,30-0,40	1,00-1,30	0,60-0,80	0,040	0,040
35ХГМЛ	0,32-0,42	0,80-1,20	0,20-0,40	0,040	0,040
20ДХЛ	0,15-0,25	0,50-0,80	0,20-0,40	0,040	0,040
20ХГСНДМЛ	0,18-0,24 не більше	0,90-1,30	0,90-1,20	0,050	0,050
08ГДНФЛ	0,10	0,60-1,00	0,15-0,40	0,035	0,035
13ХНДФЛ	не більше	0,40-0,90	0,20-0,40	0,030	0,030
12ДН2ФЛ	0,08-0,16	0,40-0,90	0,20-0,40	0,035	0,035
12ДХН1МФЛ	0,10-0,15	0,30-0,55	0,20-0,40	0,030	0,030
25Х2Г2ФЛ	0,22-0,27	1,60-1,80	0,70-0,90	0,020	0,020

Додаток 23 Механічні властивості сталі

Сталь	σ_T (МПа)	σ_{TO} (МПа)	δ %	ψ %
не менше				
40Г	360	600	17	45
45Г	380	630	15	40
50Г	400	660	13	40
10Г2	250	430	22	50
30Г2	350	600	15	45
35Г2	370	630	13	40
40Г2	390	670	12	40
45Г2	410	700	11	40
50Г2	430	750	11	35
ХРОМОМАРГАНЦЕВИСТІ СТАЛІ				
18ХГ	750	900	10	40
18ХГТ	900	1000	9	50
20ХГР	800	1000	9	50
27ХГР	1200	1400	8	45
25ХГТ	1000	1300	9	45

Сталь	σ_T (МПа)	σ_{TO} (МПа)	δ %	ψ %
не менше				
30ХГТ	1300	1500	9	40
40ХГТР	800	1000	11	45
35ХГФ	80	93	14	55
25ХГМ	1100	1200	10	45
33ХС	700	900	13	50
38ХС	750	950	12	50
40ХС	1100	1250	12	40
ХРОМОЛІБДЕНОВІ ТА ХРОМОЛІБДЕНОВАНАДІЄВІ СТАЛІ				
15ХМ	280	450	21	55
20ХМ	600	800	12	50
30ХМ	750	950	11	45
30ХМА	750	950	12	50
35ХМ	850	950	12	45
38ХМ	900	1000	11	45
30Х3МФ	850	1000	12	55
40ХМФА	950	1050	13	50
ХРОМОВАНАДІЄВІ СТАЛІ				
15ХФ	550	750	13	50
40ХФА	750	900	10	50
ХРОМНІКЕЛЬМОЛІБДЕНОВІ СТАЛІ				
15Н2М	650	850	11	50
20Н2М	700	900	10	50
20ХН	600	800	14	50
40ХН	800	1000	11	45
45ХН	850	1050	10	45
50ХН	900	1100	9	40
20ХНР	1000	1200	10	50
12ХНР	600	800	12	50
12ХН2	700	950	11	55
12ХН3А	750	950	12	55
12Х2НЧА	950	1150	10	50
20Х2НЧА	1100	1300	9	45

Сталь	σ_T (МПа)	σ_{TO} (МПа)	δ %	ψ %
не менше				
ХРОМОНІКЕЛІВІ ТА ХРОМОНІКЕЛІВІ З БОРОМ СТАЛІ				
30ХН3А	800	1000	10	50
20ХГСА	650	800	12	45
25ХГСА	850	1100	10	40
30ХГС	850	1100	10	45
30ХГСА	850	1100	10	45
35ХГСА	1300	1650	9	40
30ХГСН2А	1400	1650	9	45
ХРОМОМАНГАНЦЕВОНІКЕЛІВІ ТА ХРОМОМАНГАНЦЕВОНІКЕЛІВІ З ТИТАНОЮ СТАЛІ				
15ХГН2ТА	750	950	11	55
20ХГНР	1100	1300	10	50
20ХГНТР	1000	1200	9	50
38ХГН	700	800	12	45
12Х2НЧА	950	1150	10	50
ХРОМОНІКЕЛЬМОЛІБДЕНОВІ СТАЛІ				
14Х2Н3МА	900	1000	10	45
20ХН2М	700	900	11	50

Додаток 24. Токарні багатшпindelьні вертикальні напівавтомати
Розміри, мм

Параметри	1В282	1282	1В284
Найбільший діаметр оброблюючої заготовки	250	400	360
Число шпindelів	8	8	6
Число швидкостей шпindelя	50	50	22
Частота обертання шпindelя: при нормальному виконанні	42-628	28-410	20-224
при швидкісному виконанні	66-980	43-635	-
Число супортів	7	7	5
Найбільше переміщення супортів (вертикальне і горизонтальне)	350	350	200
Подача, мм/об	0,041-40053	0,064-4002	0,08-5,0
Потужність головного привода, кВт	22,30,40,50	20,30,40,55,75,100	22 або 30
Габаритні розміри: довжина	3070	3252	3285
ширина	2945	3065	2987
висота	3872	3942	4040
Маса, кг	19000	20500	15000

Додаток 25. Токарно-карусельні верстати
Розміри, мм

Параметри	1512	1A512 МФ3	15161	1516 Ф1	1A516 МФ3	1525	1A525 МФ3	1A532Л МФ
Найбільші параметри оброблюючої заготовки:								
діаметр	1250	1450	1600	1600	1800	2500	2500	3150
висота	1000	1000	1000	1000	1600	1600	1600	2400
Найбільше переміщення вертикального револьверного супорта:								
горизонтальне	775	1315	950	950	1315	1390	1585	1910
вертикальне	700	800	700	700	1250	1200	1100	1100
Діаметр планшайби	1120	1120	1400	1400	1400	2250	2240	2800
Частота обертання хв ⁻¹	5-250	1,0-335	4-200	4-200	0,9-280	1,6-80	Безступінчаста	Безступінчаста
Подача супорта								
вертикальна	5-1800	0,1-1000	5-1800	0,1-1000	0,1-1000	0,1-1280	0,1-1000	0,1-1000
горизонтальна мм/хв								
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	30	55	30	30	75	40	55	100
Габаритні розміри:								
довжина	2875	5050	3190	2170	5200	5065	3330	8090
ширина	2660	3950	3360	3025	3950	5280	6475	6935
висота	4100	4790	4100	4100	4790	4910	5300	5300
Маса, кг	16500	26000	19200	21000	27000	35500	47000	55000

Додаток 26. Токарно-гвинторізні і токарні верстати.
Розміри, мм.

Параметри	16Б16А	16С16Т1	16Л20 16Л20П	16К20 16В20П
Найбільші діаметри оброблюючої заготовки: над станиною	320	320	400	400
над супортом	180	125	210	220
Найбільший діаметр прутка прохідного через отвір шпинделя	36	36	34	53
Найбільша довжина оброблюючої заготовки	750	750	1500	710; 1000; 1400; 2000
Крок нарізаної різьби:				
метричної	0,25-56	0,05-40,95	0,25-56	0,5-112
дюймової	112-0,5	-	56-0,25	56-0,5
модульної	0,25-56	-	0,5-112	0,5-112
пітчевої	112-0,5	-	112-0,5	56-0,5
Частота обертання шпинделя, хв^{-1}	20-2000	40-2000	16-1600	12,5-1600
Число швидкостей шпинделя	21	18	21/18	22
Найбільше переміщення супорта				
поздовжня	700	700	1440	645-1935
поперечна	210	210	240	300
Подача супорта, мм/хв. :				
поздовжня	0,01-0,7	(2-1200)	0,05-2,8	0,05-2,8
поперечна	0,005-0,35	(1-1200)	0,025-1,4	0,025-1,4
Число ступенів подач			-	24
Швидкість скорохідного переміщення супорта мм/хв				
поздовжнього	-	6000	4000	3800
поперечного	-	5000	2000	1900
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	2,8; 4,6	4,2; 7,1	3,8; 6,3	11
Габаритні розміри:				
довжина	2280	3100	2920	2505-3795
ширина	1060	1390	1035	1190
Висота	1485	1870	1450	1500
Маса, кг	2100	2350	2050	2835-3685

Параметри	16K20Ф 3	16K20Т 1	16K25	1М63БФ1 01	16K30Ф3 05	16K40П	16K50П
Найбільші діаметри оброблюючої заготовки: над станиною над супортом	400 220	500 215	500 290	630 350	630 320	800 450	1000 600
Найбільший діаметр прутка прохідного через отвір шпинделя	53	53	53	65	70	85	100
Найбільша довжина оброблюючої заготовки Крок нарізної різьби: метричної дюймової модульної пітчевої	1000 9020 - - -	900 0,01-4,09 - - -	710-1000 0,5-112 56-0,5 0,5-112 56-0,5	2800 1-224 56-0,5 0,5-112 112-0,5	1400 До 10 - - -	000-2800 1-288 56-0,25 0,25-88 224 -1	- 1-244 28-1/8 0,25-56 112-1/2
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	12,5-2000	10-2000	12,5-1600	10-1250	6,3-1250	6,3-1250	2,5-500
Число швидкостей шпинделя	22	24	22	22	24	24	24
Найбільше переміщення супорта: поздовжня поперечна	900 250	900 250	845-1935 300	2520 400	1250 370	- -	2600 650
Подача супорта: поздовжня поперечна	(3-1200) (1,5-600)	0,01-2,8 0,05-1,5	0,05-2,8 0,025-1,4	0,06-1,0 0,024-0,31	(1-2) (1-1600)	0,055-1,2 0,023-0,5	0,08-27,9 0,04 -3,95
Число ступенів подач			-	32		-	48
Швидкість скорісного переміщення супорта мм/хв.: поздовжнього поперечного	4800 2400	6000 5000	3800 1900	44500 1600	4800 2400	- -	2940 1900
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3360 1710 1750	3700 1770 1770	2505- 3795 1240 1500	4950 1780 1550	4350 2200 1600	4655 5465 6665	4730 2157 1850
Маса, кг	4000	3800	2925-3775	5620	6300	5800	11900

Додаток 27. Токарні багаторізові копіювальні напівавтомати
Розміри, мм.

Параметри	1Н713	1П717 Ф3	1719	1П752М Ф3	1Б732	1Б732Ф3
Найбільші параметри оброблючої заготовки: установленою над станиною над супортом довжина	400 250 500	400 - 100	500 320 1000	500 250 250-600	590 320 1000-2000	630 400 1000-2000
Найбільше переміщення супорта поздовжнє або вертикальне поперечне або горизонтальне	350 200	420 160	1250 138	1035 350	985,1985 161	1025,1985 200
Найбільше переміщення поперечного супорта: поперечне або горизонтальне або вертикальне	200 (395)	-	160	-	153	-
Частота обертання шпинделя хв ⁻¹	63-1250	16-2000	80-1600	6,3-1250	56-900	25-1250
Робоча подача супорта мм/хв.: Копіювально-го(поздовжньогоабо вертикального) поперечного (або горизонтального)	25-400 25-400	1-1200 1-600	0,109-1,84	1-1200 1-600	20-450 10-240	5-512 5-512
Швидкість скорохідного переміщення супорта мм/хв.: копіювального поперечного	3,5 3,5	4,8 2,4	- -	4,8 2,4	4,0 1,0	4,8 2,4
Дискретність завдання розмірів: поздовжніх або у вертикальному напрямленні поперечному або в горизонтальному напрямленні	- -	0,01 0,005	- -	0,01 0,005	- -	0,01 0,005
Число позицій повороту револьверної головки	-	6	-	-	-	6
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	5	5,5 8,5	40	22	40 55	22 40
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2450 1250 1980	3200 3330 1810	3798 1390 2320	3565 2078 2195	3760- 4760 2170 2665	4245- 5245 2140 2835
Маса, кг	4700	3185	9600	9000	10250- 1275	9600- 12100

Параметри	1740РФ	1П732МФ3	1П756ДФ3	1723	1723Ф3	1Н734П
Найбільші розміри оброблюваної заготовки: установлені над станиною						
установленою над супортом	630	630	630	-	-	560
довжина	400	400	500	-	-	320
висота в патроні	1400	250	320	-	-	-
	-	-	-	200	200	-
Найбільше переміщення супорта: повздовжнє або вертикальне	1440; 2026	1010	720	420	400	600
поперечне або горизонтальне	385	365	480	110	160	240
Найбільше переміщення поперечного супорта: Поперечне або горизонтальне (повздовжнє установочне) або вертикальне	-	-	-	180 (420)	-	-
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	16-1600	20-1250	8-1600	50-630	63-1410	45-1000
Робоча подача супорта, мм/хв.: копіювального (в повздовжньому або вертикальному напрямках)	0,01-10000	5-1216	1-2000	-	1-2200	10-2000
поперечного (в поперечному або горизонтальному напрямку)	0,01-10000	5-1216	1-2000	-	1-1200	10-2000
Швидкість швидкохідного переміщення супорта, м/хв.: копіювального (в повздовжньому або вертикальному напрямку)	10,0	9,8	10,0	4,4	4,8	6,0

Продовження додатка 27

Параметри	1740РФ	1П732МФЗ	1П756ДФЗ	1723	1723ФЗ	1Н734П
Поперечного (в поперечному або горизонтальному напрямленні)	10,0	2,4	10,0	3,1	2,4	4,0
Дискретність завдання розмірів:						
поздовжніх (або вертикальному напрямленні)	0,001	0,01	0,002	-	0,01	-
поперечних (або горизонтальному напрямленні)	0,001	0,005	0,002	-	0,005	-
Число позицій повороту револьверної головки	12	-	4,6	-	-	-
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	37	40	30	7 7	10	24 34
абаритні розміри:						
довжина	4930	4500	3200	2065	1700	4400
ширина	5530					
висота	2310	2120	2000	1490	2000	2500
	3050	2815	2600	2300	2665	3020
Маса, кг	11600	10500	8000	6400	6000	12700

Додаток 28 Вертикально-сверлильні верстати

Розмір, мм

Параметри	2М112	2Н118	2Н125Л	2Н125	2Н135
Найбільший умовний діаметр свердлення	12	18	25	25	35
Робоча поверхня столу	250x250	320x360	400	400x4450	450x500
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні столу	400	650	700	700	750
Виліт шпинделя	190	200	250	250	300
Найбільший хід шпинделя	100	150	150	200	250
Найбільше вертикальне переміщення свердильної револьверної головки	300	300	215	170	170
	-	350	525	270	300
Конус Морзе отвора шпинделя	28	2	3	3	4
Число швидкостей шпинделя	5	9	9	12	12
Частота обертання шпинделя хв^{-1}	450-4500	180-2800	90-1420	45-2000	31-1400
Число подач шпинделя	-	-	3	9	9
Подача шпинделя мм/об	ручна		0,1-0,3	0,1-1,6	0,1-1,6
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	0,6	1,5	1,5	2,2	4,0
Габаритні розміри:					
довжина	770	870	770	915	1030
ширина	370	590	780	785	825
висота	820	2080	2235	2350	2535
Маса, кг	120	450	620	880	1200

Параметри	2P135Ф2	2Н150	21104Н7Ф4
Найбільший умовний діаметр сверлення	35	50	25
Робоча поверхня столу	400x710	500x560	400x630
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні столу	600	800	-
Виліт шпинделя	450	350	-
Найбільший хід шпинделя	-	300	-
Найбільше вертикальне переміщення свердлильної револьверної головки	560	250	500
	-	360	-
Конус Морзе отвора шпинделя	4	5	-
Число швидкостей шпинделя	12	12	-
Частота обертання шпинделя хв ⁻¹	45-2000	22-1000	30-3000
Число подач шпинделя	18	12	-
Подача шпинделя мм/об	10-15	0,05-2,24	50-2000
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	3,7	7,5	5,5
Габаритні розміри:			
довжина	1800	1355	2680
ширина	2170	890	3320
висота	2700	2930	3190
Маса, кг	47000	1870	8500

Додаток 29 Радіально-свердлильні верстати.

Розміри, мм

Параметри	2М55	2554	2Р53	2М57
Найбільший умовний діаметр сверлення	50	50	50	75
Відстань від осі шпинделя до обробляючої колони	375-1600	350-1600	750-3150	500-2000
Відстань від нижнього торця шпинделя до робочої поверхні плити	450-1600	200-1600	815-2265	400-2000
Найбільше переміщення вертикальне рукава на колоні горизонтальне	750	1000	1050	1100
Свердильної головки по рукаву	1225	1250	-	1500
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя	-	400	400	-
Конус Морзе отвору шпинделя	5	5	-	6
Число швидкостей шпинделя	21	-	21	22
Частота обертання шпинделя, хв^{-1}	20-2000	18-2000	20-2000	12,5-1600
Число подач шпинделя	12	-	12	18
Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5	0,05-3,0	0,056-2,5	0,063-3,15
Найбільша сила подачі, МН	20	20	16	32
Потужність електродвигуна головного приводу руху, кВт	5,5	5,5	5,5	7,5
Габаритні розміри:				
довжина	2665	2685	5585	3500
ширина	1020	1028	1930	1630
висота	3430	3390	3470	4170
Маса, кг	4700	4750	12600	10500

Додаток 30 Координатно-розточні і координатно-шліфувальні верстати
Розміри, мм

Параметри	2421	2431	2Д450	2Д450АФ2
Розміри робочої поверхні стола	250x450	320x560	630x1100	630x1120
Виліт шпинделя/відстань між стійками	280/-	375/-	710/-	710/-
Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола	100-400	120-500	200-830	200-750
Найбільша маса обробляючого виробу, кг	150	250	600	600
Найбільше переміщення стола:				
поздовжнє	320	400	1000	1000
поперечнє	200	250	630	630
Гільзи шпинделя:				
шпиндельної бабки	100	150	270	260
вертикальне	200	230	330	-
Найбільший діаметр: свердлення	10	18	30	30
розточування	80	125	250	250
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	135-3000	75-3000	50-2000	32-2000
Подача мм/хв..(мм/об): шпинделя	10,015-0,06	0,02-0,2	10,03-0,16	2-250
стола	-	22-600	30-300	20-400
Швидкість скорохідного переміщення мм/хв.: стола	-	1600	1500	2200
шпиндельної бабки	-	-	-	3000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	1,0	1,9 2,2	2,0	2,0
Габаритні розміри:				
довжина	1790	1780	3305	5490
ширина	900	1330	2705	4430
висота	2020	2430	2800	2800
Маса, кг	1985	3435	7800	9178

Параметри	2E440A	2455	2Б460А, 2E460A
Розміри робочої поверхні столу	400x710	430x900	1000x1600
Виліт шпинделя/відстань між стійками	630/-	1000/-	1400/-
Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола	158	80-800	60-1100
Найбільша маса обробляючого виробу, кг	320	800	2000
Найбільше переміщення столу:			
подовжнє	630	800	1400
поперечне	400	-	-
Гільзи шпинделя шпиндельної бабки:			
вертикальне	200	220	360
горизонтальне	270	-	720
Найбільший діаметр свердлення	25	30	40
Розточування	250	250	320
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	50-2000	-	20-2000
Подача мм/хв..(мм/об):			
шпинделя	(0,03-0,16)	2,5-500	-
стола	20-315	2,5-500	0,8-630
шпиндельної бабки	-	2,5-500	0,8-630
Швидкість швидкохідного переміщення мм/хв.:			
стола	1600	1500	2500
шпиндельної бабки	-	1500	1600
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4,5	4,5	2,3 3,9
Габаритні розміри:			
довжина	2440	2910	4665
ширина	2195	2240	3440
висота	2385	2680	4170
Маса, кг	3400	7000	17000

Додаток 31. Свердлильно-фрезерно-розточні верстати
Розміри, мм

Параметри	IP320 ПМФ4	IP500 МФ4	IP800 МФ4	2A622 МФ2	2623 ПМФ4	22548 МФ4
Розміри робочої поверхні столу	320x320	500x500	800x800	1120x125	1250x112	630x400
Найбільша маса обробляючого виробу, кг	150	700	1500	4000	4000	250
Найбільше переміщення столу:						
поздовжнє	-	500	800	1000	-	500
поперечне	400	800	1000	1250	1600	500
шпіндельної головки	360	500	710	1000	1250	500
вертикальне						
Відстань від робочої поверхні стола до осі шпінделя	0-400	0-500	80-790	-	-	-
Відстань від робочого торця шпінделя до центра стола або до робочої поверхні стола	35-435	120-620	180-980	110	110	90-590
Конус отвору шпінделя (з ГОСТу 15945-82)	40	50	50	50	50	50
Місткість інструментального магазину, шт.	36	30	30	50	50	30
Найбільший діаметр інструменту завантаженого в магазин:						
без пропуску гнізд	125	125	110	150	135	30
з пропуском гнізд	200	160	125	250	250	160
Число східнів обертання шпінделя	Б/с	89	89	-	25	
Частота обертання шпінделя, хв ⁻¹	13-5000	21,2-3000	21,2-3000	4-1250	5-1250	32-2000
Число робочих подач	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с
Робочі подачі мм/хв.	1-3200	1-2000	1-2000	1,6-1250	2-1600	1-4000
Найбільша сила подач столу	4	10	10	20	8	10
Швидкість швидкохідного переміщення мм/хв.	10000	8000-10000	10000	8000	8000	10000
Потужність електро-двигуна головного руху, кВт	7,5	14	14	15	15	6,3
Габаритні розміри:						
довжина	3990	4450	6885	5520	8300	4300
ширина	2300	4655	3750	4885	6500	3500
висота	2507	3100	3445	3965	4500	3800
Маса, кг	800	11370	12500	20000	27000	6500

Додаток 32 Круглошліфувальні верстати. Розміри, мм

Параметри	3У10В	3А110В	3М150	3Є110М	3М153
Найбільші розміри установочної заготовки:					
діаметр	100	140	100	140	140
довжина	160	200	360	200	500
Рекомендуючий діаметр шліфування:					
зовнішнього	3-15	3-30	10-45	3-30	50
внутрішнього	40	5-25	-	10-25	-
Висота центрів над столом	80	115	75	100	90
Найбільше поздовжнє переміщення столу	200	250	400	300	500
Кут повороту стола за годинниковою стрілкою	6	5	6	10	6
Проти годинникової стрілки	7	6	7	10	7
Швидкість автоматичного переміщення столу	0,025-1	0,03-2,2	0,02-4	0,03-1,5	0,02-5
Частота обертання, хв ⁻¹ . шпинделя заготовки з безступінчастим регулюванням	100-950	100-1000	100-1000	100-800	50-1000
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	2	3	3	4	4
Найбільші розміри шліфувального кола:					
зовнішній діаметр	250	250	400	250	500
висота	20	25	40	25	63
Переміщення шліфувальної бабки найбільше на один поділ лімба за один поворот рукоятки	60 0,0025 0,00125	60 0,0025 0,001	80 0,002 0,0005	80 - 0,005	100 0,0025 0,001
Частота обертання шпинделя шліфувального кола, об/хв. при шліфуванні:					
зовнішньому	1910	2682-3900	2350-1670	2300-2700	1900
внутрішньому	-	40000-70000	-	14000	-
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,05-0,5	-	0,05-5	-	0,05-5
Дискретність програм ручного переміщення шліфувальної бабки	-	-	0,001	-	-
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	1,1	2,2	4	3	
Габаритні розміри:					
довжина	1360	1880	2500	2420	2700
ширина	1715	2025	2220	2330	2540
висота	1690	1750	1920	1585	1950
Маса, кг	1980	2000	2600	3100	4000

Параметри	3М153А	3Т153Е	3М151	3М151Ф2	3У12В
Найбільші розміри установочної заготовки:					
діаметр	140	140	300	200	200
довжина	500	500	700	700	500
Рекомендуючий діаметр шліфування:					
зовнішнього	50	50	60	20-180	60
внутрішнього	-	-	-	-	20-50
Найбільша довжина шліфування:					
зовнішнього	450	500	700	650	450
внутрішнього	-	-	-	-	40
Висота центрів над столом	90	90	125	125	125
Найбільше поздовжнє переміщення стола	500	500	705	700	500
Кут повороту стола: за годинниковою стрілкою проти годинникової стрілки	6 7	6 7	3 10	6 7	8,5 8,5
Швидкість автоматичного переміщення стола, м/хв.	0,02-5	-	0,05-5	0,05-5	0,03-5
Частота обертання, хв^{-1} , шпинделя з б/с регулюванням	50-1000	63-700	50-500	50-500	55-900
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	4	4	4	5	4
Найбільші розміри шліфувального круга:					
зовнішній діаметр	500	500	600	600	400
висота	50	63	100	80	40
Переміщення шліф.бабки:					
найбільше	100	90	185	235	100
на один поділ лімба	0,0025	0,005	0,005	0,005	0,002
за один поворот рукоятки	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,0005
Частота обертання шпинделя шліфкруга, хв^{-1} , при шліфуванні:					
зовнішньому	1910	1900	1590	1590	2390,2000
внутрішньому	1340				16000
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,03-3	0,1-10	0,1-4	0,2-1,2	0,025-15
Дискретність програмуючого переміщення шліф.бабки	0,001	-	-	0,001	-
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	5,5	7,5	10	15,2	5,5
Габаритні розміри:					
довжина	3070	4455	4605	5400	3600
ширина	2400	2700	2450	2400	2260
висота	2075	2000	2170	2170	2040
Маса, кг	4200	4000	5600	6500	4200

Параметри	ЗУ120А	ЗУ12УА	ЗУ131М	ЗТ160	ЗМ161Е
Найбільші розміри установочної заготовки: діаметр довжина	200 500	200 500	280 700	280 -	280 700
Рекомендуючий діаметр шліфування: зовнішнього внутрішнього	60 20-50	10-60 20-50	60 30-100	20-280 -	90 -
Найбільша довжина шліфування: зовнішнього внутрішнього	450 75	500 120	710 125	130 -	130 -
Висота центрів над столом	125	125	185	160	160
Найбільше поздовжнє переміщення столу	500	500	700	700	700
Кут повороту стола: за годинниковою стрілкою проти годинникової стрілки	6 7	6 10	3 10	1 1	3 8
Швидкість автоматичного переміщення стола, м/хв.	0,02-5	0,03-5	0,05-5	0,05-5	0,05-5
Частота обертання, хв^{-1} шпинделя заготовки з безступінчастим регулюванням	50-1000	55-900	40-400	55-620	50-620
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	4	4	5	-	5
Найбільші розміри шліфувального круга: зовнішній діаметр висота	350 40	400 40	600 50	750 130	750 130
Переміщення шліфувальної бабки: найбільше на один поділ лімба за один поворот толчкової рукоятки	100 0,0025 0,0005	125 0,02 0,0005	290 0,005 0,001	190 0,005 -	290 0,005 0,001
Частота обертання шпинделя шліфувального круга хв^{-1} при шліфуванні: зовнішньому внутрішньому	1910 20000	2300 24000	1112 16900	1250 -	1270 -
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	-	0,02-0,2	-	0,1-3	0,1-3
Дискретність програмуючого переміщення шліфувальної бабки	0,001	-	-	-	-
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4	4	5,5	17	18,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3800 2600 2075	2300 2400 1600	5500 2585 1982	3754 4675 2245	3480 4345 2170
Маса, кг	4100	3500	5960	8110	8880

Параметри	3М163В	3У142	3М174Е
Найбільші розміри установочної заготовки: діаметр	280	400	400
довжина	1400	1000	2000
Рекомендуючий діаметр шліфування: зовнішнього	60	80	120
внутрішнього	-	30-200	-
Найбільша довжина шліфування: зовнішнього	1400	1000	1800
внутрішнього	-	125	-
Висота центрів над столом	160	240	210
Найбільше поздовжнє переміщення стола	1400	1000	2000
Кут повороту стола: за годинниковою стрілкою	3	3	2
проти годинникової стрілки	7	8	6
Швидкість автоматичного переміщення столу, м/хв.	0,05-5	0,05-5	0,05-5
Частота обертання, хв^{-1} шпинделя заготовки з без- ступінчастим регулюванням	55-620	30-300	20-180
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	5	5	6
Найбільші розміри шліфувального круга: зовнішній діаметр	750	600	750
висота	200	63	100
Переміщення шліфувальної бабки: найбільше	290	290	365
на один поділ лімба	0,005	0,005	0,0025-0,05
за один поворот толчкової рукоятки	0,001	0,001	-
Частота обертання шпинделя шліфувального круга, хв^{-1} при шліфуванні: зовнішньому	1260	1112	1270
внутрішньому	-	16900	-
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,1-4,5	-	-
Дискретність програмуючого переміщення шліфува- льної бабки	13	7,5	30
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	13	7,5	30
Габаритні розміри: довжина	5025	6310	6710
ширина	2930	2585	3100
висота	2170	1982	2100
Маса, кг	9220	7600	11500

Додаток 33 Безцентрово-шліфувальні напівавтомати Розміри, мм

Параметри	ЗД180	ЗМ182А	ЗШ182Д	ЗМ184И	ЗШ184Д
Розміри оброблюючої заготовки: діаметр зовнішній	0,2-12	0,8-25	0,8-2,5	3-80	3-82
діаметр внутрішній	-	-	-	-	-
Довжина обробки при наскрізному шліфуванні не більше	60	170	290	250	270
Довжина обробки при врізному шліфуванні не більше	35	95	290	145	540
Радіус шліфувального круга					
діаметр	200	350	3500	500	500
висота	40	100	300	150	550
Розміри ведучого круга:					
діаметр	150	250	250	350	350
висота	40	100	300	150	350
Частота обертання, хв ⁻¹ круга:			500,740		420,530
шліфувального	3325	1910	970,1480	2300	710,1070
ведучого	40-300	10-150	20-150	11-150	11-120
Потужність електродвигуна голо- вного руху, кВт	1,5	5,5	3,3, 5,8 8,1, 8,5	30	5,6, 9,0 12, 15
Габаритні розміри:					
довжина	1550	2560	2700	3220	3750
ширина	1500	1560	2300	2375	2750
висота	1530	2120	2120	2255	2255
Маса, кг	1573	3740	4432	7400	8500

Додаток 34. Внутрішньошліфувальні верстати
Розміри, мм

Параметри	3К225В 3К225А	3К227В 3К227А	3К228В 3К228А
Найбільший діаметр: установочної заготовки -----"----- в кожусі	200 100	400 250	560 400
Найбільша довжина: Установочної заготовки при найбільшому діаметрі отвору -----"----- шліфування	50 -	125 125	200 200
Діаметр шліфуючих отворів	3-25	5-150	50-200
Найбільший хід стола	320	450	630
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки: вперед (від робітника) назад (на робітника) бабки заготовки: вперед (від робітника) назад (на робітника)	- - 100 20	50 10 120 30	60 10 200 50
Найбільший кут повороту бабки заготовки	45	45	30
Найбільший діаметр і висота шліфувального круга	25*25	80*50	180*63
Швидкість руху стола, м/хв., при керуванні шліфувального круга при шліфуванні при швидкому поздовжньому підводі і виве- денні	0,1-2 1-7 10	0,1-2 1-7 10	0,1-2 1-7 10
Частота обертання, хв ⁻¹ шпинделя: внутрішнього шліфувального бабки заготовки торцешліфувального пристосування	20000-100000 280-2000 11500	9000-12000 60-120 5600	4500-6000 100-600 4000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	0,76	4	5,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2225 1775 -	2815 1900 1750	4005 2305 1870
Маса, кг	2800	4300	6900

Додаток 35. Плоскошліфувальні верстати з круглим столом**Розміри, мм**

Параметри	ЗД740В	ЗД754	ЗД741А	ЗП756Л
Діаметр установлюючої заготовки	40-400	20-400	50-800	40-1000
Найбільша висота оброблюючої заготовки	160	200	200	350
Заготовки найменшого діаметра, що шліфуються на столі	40	20	50	40
Маса оброблюючої заготовки, кг (не більше)	100	250	200	200
Діаметр магнітного стола	400	400	800,200	1000
Найбільше поздовжнє переміщення стола	400	380	560	555
Поздовжня подача стола, мм/об	8-30	-	12-44	-
Переміщення шліфувальної бабки:				
найбільше	235	-	315	-
на один поділ лімба	0,002	0,005	0,001	0,005
Частота обертання, хв ⁻¹ :				
шліфувального круга	1670	1500	1330	1000
столу	15-180	10-56	8-96	5-30
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	11	15	11	30
Габаритні розміри:				
довжина	2350	2030	4200	2840
ширина	1970	1880	2580	2535
висота	2300	2215	2570	2565
Маса, кг	5800	5000	9700	10300

Додаток 56. Плоскошліфувальні верстати з прямокутним столом

Розміри, мм

Параметри	3Е710А	3Е711В	3П722	3П723
Розміри робочої поверхні стола	400× 125	630× 200	1600× 320	1600× 400
Найбільші розміри оброблюючої заготовки	400× 125 × 320	630× 200 × 320	1600× 320× 400	1600× 400× 400
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала стола	420	445	-	625
Найбільше переміщення стола і шпиндельної бабки:				
по довжине	490	700	1900	1900
по ширині	170	250	-	410
вертикальне	-	320	-	415
Розмір шліфувального круга (зовнішній діаметр × висота × внутрішній діаметр)	200 × 32 × 76	250× 40 × 76	450× 80 × 203	450 × 80× 203
Частота обертів шпинделя шліфувального круга, хв ⁻¹	35	35	1500	1450
Шв. шість по довжині переміщення стола	2-35	2-35	3-45	3-45
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4	4	15	17
Габаритні розміри:				
довжина	2560	2730	4780	4600
ширина	1980	1801	2130	2170
висота	1790	1915	2360	2130
Маса, кг	2300	3200	8900	9000

Додаток 37 Зубодовбальні напівавтомати.

Розміри, мм

Параметри	5122В	5140	5М150	5М161
Діаметр установлюючої заготовки	200	500	800	1250
Найбільша ширина нарізуючого вінця зубчастого колеса	50	100	160	160
Найбільший модуль нарізуючого зубчастого колеса	4,5	8	12	12
Діаметр фланця шпинделя заготовки або робочої поверхні стола	250	500	800	1000
Номінальний діаметр установлюючого довб'яка	100	100	200	200
Конус Морзе для закріплення інструмента	5	5	5	5
Число подвійних ходів інструмента за хвилину	200-850	65-450	33-180	33-212
Кругова подача, мм/дв. хід	0,14-0,75	0,14-0,75	0,2-1,5	0,2-1,5
Радіальна подача, мм/дв. хід	0,003-0,286	0,02-0,1	2,07-5,4	2,07-5,4
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	2,1 3,0	4,0 4,5	4,8 5,7	4,8 5,7
Габаритні розміри:				
довжина	2610	1900	4200	4200
ширина	1110	1450	1800	1860
висота	2145	2450	3300	3300
Маса, кг	4500	4400	10800	10900

Додаток 38. Зубооброблюючі напівавтомати для прямозубих конічних коліс

Розміри, мм.

Параметри	5236П	5Т23В	5С268	5С277П	5С286П
Найбільший діаметр оброблюючого колеса при передатному відношенні пари	125	125	320	500	800
Найбільший модуль оброблюючих коліс	1,5	1,5	8	12	16
Найбільша ширина зубчатого вінця	20	16	-	80	125
Число зубів нарізуючи коліс	12-200	12-200	8-50	10-150	10-150
Відстань від торця шпинделя бабки до центра стола	7-63	5-63	165	250	400
Найбільший кут: качання коліски від центрального положення вверх і вниз	35	32	-	60	60
Установки супортів	8	2,5	-	10	11
Найбільший хід різця	28	20	-	-	180
Число подвійних ходів різців за хвилину	160-800	210-820	-	-	34-167
Частота обертання дискових фрез, хв ⁻¹ .	-	-	10,5-20	20-80	-
Час робочого ходу при нарізанні одного зуба	5-53	5-53	3-5,7	10-220	12-240
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	1,1	1,	10	5,5	7,5
Габаритні розміри:					
довжина	1620	1620	2700	3075	3235
ширина	1050	1050	2375	1975	2180
висота	1415	1415	2075	2200	2470
Маса, кг	3000	3000	9000	15000	15000

Додаток 39 Зубодовбальні напівавтомати для конічних коліс з круговими зуб'ями

Розміри, мм.

Параметри	5С263	527В	5С27П	5С280П
Найбільший діаметр оброблюючого колеса при передатному відношенні пари 10:1	320	500	500	800
Найбільший модуль оброблюючих коліс	8	12	12	12
Найбільша довжина твірного початкового кінця нарізних коліс	150	265	220	400
Кут дільничного конуса конічного колеса	5-85°	5°42'	-	5°41'
Число зуб'їв	5-75	5-150	5-150	5-150
Найбільше радіальне зміщення інструментального шпинделя	140	240	240	340
Поворот бабки на кут внутрішнього конуса: найменший	-12	-12	-12	+5
найбільший	+90	+90	+90	+90
Діаметр зубодовбальних головок	60, 80, 100, 125, 160	160, 200, 250, 315	160, 200, 250, 315	160, 200
Частота обертання зубодовбальної головки, хв ⁻¹ .	-	20-155	20-155	20-125
Час обробки одного зуба	9-80	10-120	10-120	12-200
Вертикальне установлення бабки заготовки для нарізання коліс	80	125	125	125
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	3	4	4	7,5
Габаритні розміри:				
довжина	2607	3140	3235	3235
ширина	1925	1975	2180	2180
висота	1870	2200	2200	2200
Маса, кг.	8800	12500	13500	15500

Додаток 40 Зубошевінгувальні і зубохонінгувальні напівавтомати для циліндричних коліс

Розміри, мм.

Параметри	5701	5702В	5Б703	5А913
Найбільші розміри оброблювального колеса:				
діаметр	125	320	500	320
довжина зуба	40	100	150	120
Модуль оброблювальних зубчастих коліс.	0,3-1,5	1,5-6	2-10	8
Найбільший кут повороту шеверної (або хонінгувальної) головки в обидві сторони від горизонтального (або вертикального) положення	30	35	30	(найб.) 25
Частота обертання шпинделя інструмента (або заготовки) хв ⁻¹ .	100-630	63-500	50-400	160-1000
Осьова (поздовжня) подача інструмента (або заготовки), мм/хв.	32-310	18-300	16-200	50-400
Радіальна подача, мм/хід стола	0,01; 0,02; 0,03;	0,02-0,06	0,025	-
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт.	0,9	3	3,2	3
Габаритні розміри:				
довжина	1450	1820	2260	1650
ширина	870	1500	1265	1460
висота	1695	2120	1930	1620
Маса, кг.	1560	5300	4000	3400

Примітка:

1. Напівавтомат 5А913 зубохонінгувальний, горизонтальний, інші напівавтомати зубошевінгувальні.
2. Напівавтомат 5702В горизонтальний, інші зубошевінгувальні напівавтомати-вертикальні

Додаток 41. Зубшліфувальні верстати і напівавтомати для напівциліндричних коліс

Розмірн, мм.

Параметри	5B830	5B832	5B833	5B835	5A814
Діаметр оброблювального зубчастого колеса	5-125	20-200	40-320	50-500	30-320
Модуль оброблюваного зубчастого колеса	0,2-1,5	0,3-3	0,5-4	1,5-6	1,5-8
Найбільша довжина шліфувального зуба прямозубого колеса	80	100	150	200	150
Найбільший кут нахилу шліфуючого зубчастого колеса	± 45	± 45	± 45	+ 30	± 45
Число зуб'ів оброблюваного зубчастого колеса	12-160	12-200	12-200	16-250	10-200
Шліфувальний круг	Черв'ячний				Конічний
Найбільші розміри шліфувального круга (діаметр × ширина)	400×100	400×63	400×80	400×100	350×32
Частота обертання шліфувального круга, хв ⁻¹ .	1500	1500	1500	1500	1920
Вертикальна подача супорту заготовки (подача обкату), мм/хв.	3-160	3,78-165	3,78-165	2-165	6-850
Радіальна подача шпіндельної бабки за один хід супорта	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,0	0,01-2,49
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	3	3	4	5,5	1,5
Габаритні розміри:					
довжина	1950	2110	5400	2830	2850
ширина	2000	2450	2500	2210	2315
висота	1810	1985	2070	2345	2085
Маса, кг.	4480	7180	7000	8500	8000

Примітка: Верстати 5891С особо точні, призначені для залишкової обробки евольвентного профілю довб'яків, шеверів і вимірних коліс.

Додаток 42. Різьбо - і черв'ячно - шліфувальні верстати
Розміри, мм.

Параметри	5K822B; 5П822	5K821B; 5П821	5Д822В	5897
Найбільші розміри встановленої заготовки:				
діаметр	200; 165	125; 120	200; 160	10-33
довжина	500	360	1500	80-280
Діаметр шліфуючих різьб кругом:				
одноточним	3-150; 30-125	2-95; 30-80	20-150; 30-125	-
багатоточним	10-120	10-65	20-120	-
Крок шліфуючих різьб:				
одноточним кругом	0,25-24	0,25-12	1,5-24	0,5-3,5
метричної	1-6;	0,5-6;	1-6	
доймової, число ниток на 1"	28-3	28-4,5	14-3	-
модульної	0,2 π - 14 π	0,3 π - 4 π	1 π - 4 π	-
багатоточним кругом	1-4	1-4	1,5-4	-
	1-3	1-3	1-3	-
Найбільша висота профілю шліфуючої різьби (або черв'яка)	18	12	18	-
Найбільший кут підйому гвинтової лінії шліфуючої різьби (або черв'яка)	+30 +8	+30 +6	+20 +8	+5
Найбільший діаметр шліфувального круга	400; 25-100	400; 25-63	400; 25-100	400
Ширина одноточного шліфувального круга	10; 6	10; 6	10; 6	20;25 32;40
Конус Морзе конусних отворів в шпинделі передньої бабки і в пінолі задньої бабки	4	4	4	3
Частота обертання шліфувального круга, хв ⁻¹	1657 2340 2655	1330 2840	1657 2340	1700 2950
Частота обертання шпинделя заготовки, хв ⁻¹ .				
робоча	0,3-55	0,3-55	0,3-45	25-200
прискорювана	28-100	28-100	27-100	220
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт.	3	3	3	6,3
Габаритні розміри:				
довжина	3500	3500	4434	4195
ширина	3310	3310	4084	3060
висота	1875	1875	1860	1860
Маса, кг.	5565	5565	7282	5612

Примітка:

- Дані показники в числівнику відносяться до шліфування зовнішніх різьб, в знаменнику – до шліфування внутрішніх різьб, напівавтомати 5П822 і 5П821 підвищеної точності, призначені для шліфування тільки зовнішньої циліндричної різьби без затилування і конусного шліфування.
- Шліфування внутрішніх різьб на верстаті 5Д822В за особливим замовленням.

Додаток 43. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати
Розміри, мм.

Параметри	5991 5991П	5993 5993П	5994 5994П	2054М	2056
Діаметр різьби	M4-M16	M12-M42	M24-M76	(M6)	(M18)
Крок на нарізання різьби	0,75-2	1,75-4	3-6	0,4-1,25	1-3,5
Найбільша довжина різьби	125	280	400	-	-
Переміщення каретки: повздожне	280	400	560	-	-
поперечне	200	-	-	-	-
Частота обертання шпинделя інструменту, хв ⁻¹ .	90-500	45-250	16-90	224- 2240	112-1120
Швидкість робочого переміщення каретки, мм/хв.	300-450	300-450	250-450	-	-
Найбільше переміщення: різьбонарізної головки по колоні	-	-	-	130	300
столу вертикальне	-	-	-	-	350
шпинделя	-	-	-	45	90
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	1,1	3	4	0,6	1,3
Габаритні розміри: довжина	1865 2200	2125 2705	2345 2965	516	870
ширина	1150 1425	1215 1525	1270 1625	715	590
висота	1380 1260	1380 1125	1380 1345	1550	2025
Маса, кг.	1080	1350	1900	310	450

Додаток 44. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати**Розміри, мм.**

Параметри	2E056	5B63	5B63Г	5B64	5B65
Діаметр нарізної різьби	(M18)	(M80)	(M80)	(M125)	(M200)
Крок різьби	0,5-3	(5)	(5)	(6)	(6)
Найбільша довжина нарізної різьби	-	50	50	75	75
Переміщення каретки:					
повздожнє	-	355	310	430	600
поперечне(автоматичне)	-	2-3	2-5	2-6	2-6
ручне	-	122	122	145	210
Частота обертання шпинделя інструмента, хв ⁻¹ .	112-1120	160-2500	80-630	63-1000	50-800
Частота обертання шпинделя заготовки, хв ⁻¹ .	-	0,315-16	0,315-10	0,16-8	0,1-5
Виліт шпинделя	230	-	-	-	-
Найбільше переміщення: різьбонарізної головки по колоні	-	-	-	-	-
стола вертикальне	450	-	-	-	-
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	1,1	3	3	7,5	11
Габаритні розміри:					
довжина	1000	1825	2295	2150	2385
ширина	500	1125	1085	1390	1420
висота	1780	1675	1675	1750	1725
Маса, кг.	711	2506	2800	3900	4800

Примітка: Верстати 5B63, 5B63Г, 5B64 і 5B65 – різьбофрезерні напівавтомати. Інші – верстати різьбонарізні.

Додаток 45. Вертикально-фрезерні консольні верстати

Розміри, мм

Параметри	6Т104	6Р10	6Р11	6Р11Ф3-1	6Р11МФ3-1
Розміри робочої поверхні стола (ширинахдовжина)	160x630	-	250x1000	250x1000	250x1000
Найбільше переміщення стола:					
поздовжнє	400	500	630	630	630
поперечне	160	160	200	300	300
вертикальне	320	300	350	350	350
Переміщення гільзи із шпинделем	-	60	60	-	-
Найбільший кут повороту шпиндельної головки	±45°	±45°	±45°	-	-
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24)	-	-	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	12	12	16	16	6/с
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	63-2800	50-2240	50-1600	80-2500	63-2500
Число подач стола	12	12	16	6/с	6/с
Подача стола, мм/хв: поздовжня і поперечна	11,2-500	25-1120	35-1020	0,1-4800	0,1-4800
вертикальна	-	12,5-560	14-390	0,1-4800	0,1-4800
Швидкість швидкого переміщення стола, м/хв.:					
поздовжнього і поперечного	3800	2300	2900	4800	4800
вертикального	-	1120	1150	4800	4800
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	2,2	3	5,5	5,5	8
Габаритні розміри:					
довжина	1250	1445	1480	4000	2750
ширина	1205	1875	1990	2000	2230
висота	1630	1750	2360	2220	2450
Маса (без виносного обладнання), кг	830	1300	2360	2760	2650

Додаток 46. Вертикально-фрезерні консольні верстати

Розміри, мм

Параметри	6P12	6P13	6P13Ф3-01	6P13PФ3
Розміри робочої поверхні стола (ширина x довжина)	320x1250	400x1600	400x1600	400x1600
Найбільше переміщення стола:				
поздовжнє	800	1000	1000	1000
поперечне	280	300	400	400
вертикальне	420	420	380	380
Переміщення гільзи із шпинделем	70	80	150	-
Найбільший кут повороту шпиндельної головки	±45	±45	-	-
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24)	50	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	18	18	18	18
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	31,5-1600	31,5-1600	40-2000	40-2000
Число подач стола	18	18	б/с	б/с
Подача стола, мм/хв.				
поздовжня і поперечна	25-1250	25-1250	10-1200	10-1200
вертикальна	8,3-416,6	8,3-416,6	10-1200	10-1200
Швидкість швидкого переміщення стола, м/хв.:				
поздовжнього і поперечного	3000	3000	2400	2400
вертикального	1000	1000	2400	2400
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	7,5	11	7,5	7,5
Габаритні розміри:				
довжина	2305	2560	3620	3425
ширина	1950	2260	4150	3200
висота	2020	2120	2760	2520
Маса (без виносного обладнання), кг	3120	4200	5650	6750

Примітка:

1. На верстатах з ЧПК мод. 6P11Ф3-1, 6P11MФ3-01, 6P13PФ3 дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм. На верстатах 6P11MФ3-1 ємкість інструментального магазину – 8 інструментів. На верстатах 6P13PФ3 ємкість револьверної головки – 6 інструментів.
2. Б/с – безступеневе регулювання.

Додаток 47. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом**Розміри, мм**

Параметри	6520Ф3	6540	6550	6550Ф3
Розміри робочої поверхні стола (ширина x довжина)	250x630	400x100	500x1250	500x1000
Найбільше переміщення стола:				
поздовжнє	500	800	1000	800
поперечне	250	400	500	500
шпindelної бабки	350	430	530	530
гильзи шпindelє	-	120	120	-
Відстань від торця шпindelє до поверхні стола	100-450	10-530	100-630	100-630
Внутрішній конус шпindelє (з ГОСТ 15945-82)	45	50	50	50
Число швидкостей шпindelє	18	18	18	20
Частота обертання шпindelє, хв. ⁻¹	31,5-1600	31,5-1600	31,5-1600	20-1600
Подача (безступеневе регулювання), мм/хв.:				
стола	5-1500	10-2000	10-2000	4,8-1200
шпindelної бабки	5-1500	4-800	4-800	4,8-1200
Швидкість швидкого переміщення, мм/хв.:				
стола	5000	3000	3000	1200-4800
шпindelної бабки	5000	800	800	1200-4800
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	4	7,5	10	8
Габаритні розміри:				
довжина	3050	2640	2720	5000
ширина	2150	2655	3205	3550
висота	2185	2795	2930	3180
Маса, кг	3700	6500	7500	10490

Додаток 48. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом
Розміри, мм

Параметри	6560	654Ф3	6560МФ3
Розміри робочої поверхні стола (ширина x довжина)	630x1600	630x1600	630x1600
Найбільше переміщення стола:			
поздовжнє	1250	1250	1250
поперечне	630	630	630
шпindelьної бабки	625	625	775
гильзи шпindelєля	125	-	-
Відстань від торця шпindelєля до поверхні стола	125-750	100-530	125-900
Внутрішній конус шпindelєля (з ГОСТ 15945-82)	50	50	50
Число швидкостей шпindelєля	18	18	52
Частота обертання шпindelєля, хв ⁻¹	25-1250	25-1250	5,6-2000
Подача (безступеневе регулюван- ня), мм/хв.:			
стола	10-2200	0,1-4800	0,1-4800
шпindelьної бабки	3-750	0,1-4800	0,1-4800
Швидкість швидкого переміщен- ня, мм/хв.:			
стола	3000	4800	9600
шпindelьної бабки	1000	4800	9600
Потужність електродвигуна при- воду головного руху, кВт	15	15	15
Габаритні розміри:			
довжина	4190	3278	3440
ширина	3400	4526	3490
висота	3120	3571	4120
Маса, кг	11500	11800	16500

Примітка:

1. На верстатах з ЧПК мод. 6520Ф3, 6550Ф3, 654Ф3, 6560МФ3 дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм.
2. Ємкість інструментального магазину у верстатів 6560МФ3 і 6550РФ3 відповідно 24 і 6 інструментів.
3. Кут повороту шпindelьної бабки верстата 6560 складає ± 30 .

Додаток 49. Фрезерні широко універсальні (інструментальні) верстати
Розміри, мм

Параметри	6712В 6712П	6Б75В 6Б75ВФ1	676П	6Б76ПФ2
Розміри робочої поверхні основного вертикального стола: Найбільше переміщення: вертикального стола	125x320	200x500	250x630	250x630
поздовжнє	200	320	400	400
вертикальне	250	320	380	400
шпindelної бабки	125	200	250	250
гільзи вертикальної головки	40	60	60	-
Найбільший кут повороту вертикальної головки	±90	±90	±90	-
Відстань від робочої поверхні горизонтального стола: від осі горизонтального шпindelя	30-312	80-450	80-460	115-565
від торця вертикального шпindelя	0-282	90-460	0-380	95-545
Частота обертання шпindelя, хв. ⁻¹ : горизонтального	63-3150	40-2240	50-1630	40-2000
вертикального	63-3150	70-2240	63-2040	40-2000
Поздовжня, поперечна і вертикальна подача з безступеневим регулюванням, мм/хв.	6,3-250	10-600	13-395	2,5-1600
Швидкість швидкого переміщення стола і шпindelної бабки, мм/хв.	1250	1200	935	3000
Розміри робочої поверхні круглого стола	125x400	200x500	200x630	250x800
Діаметр робочої поверхні круглого стола	160	250	250	-
Висота центрів ділильної головки	70	107	107	-
Частота обертання швидкохідної головки, хв. ⁻¹ .	157,5-7875	104-5000	156-5300	-
Найбільше переміщення різця підрізної головки, мм/об.	30	30	-	-
Подача різця підрізної головки, мм/об.	0,1	0,1	-	-
Найбільший хід довбальної головки	40	80	80	-
Число подвійних ходів за хвилину довбальної головки	50-100	40-100	50-100	-
Найбільша довжина нарізуючої спіралі спіральнo-фрезерним пристосуванням	150	210	-	-
Найбільший крок нарізуючої спіралі	20	-	-	-
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	0,75	1,5	2,2	-
Габаритні розміри:				
довжина	2260	3700	1285	3600
ширина	2000	1975	1215	2150
висота	1320	1695	1780	2050
Маса, кг	560	1452	910	1850

Додаток 50. Горизонтально-фрезерні універсальні і широко універсальні консольні верстати

Розміри, мм

Параметри	6P80	6P80Ш	6P81	6P81Ш	6P83	6P83Ш
Розміри робочої поверхні основного вертик. стола	200x80	200x80	250x100	250x100	400x160	400x160
Найбільше переміщення стола:						
поздовжнє	500	500	630	630	100	1000
поперечнє	160	160	200	200	320	320
вертикальне	300	300	320	350	350	400
Відстань:						
від осі горизонтального шпинделя до поверхні стола	20-320	50-350	50-370	50-400	30-380	30-450
від осі вертикального шпинделя до направляючих станини	-	205	-	250-845	-	250-900
від торця вертикального шпинделя до поверхні стола	-	50-350	-	160-510	-	70-570
Найбільше переміщення гільзи вертикального шпинделя	-	60	-	80	-	80
Найбільший кут повороту стола	±45		±45		±45	
Кут повороту вертикальної фрезерної головки, в плоскості, паралельній: поздовжньому ходу стола						
поперечному ходу стола від станини	-	±90	-	±360	-	±360
поперечному ходу стола до станини		45 30	-	90 45	-	90 45
Внутрішній конус шпинделя з ГОСТ 15945-82:						
горизонтального	40	40	45	45	50	50
вертикального		Морзе 4	-	Морзе 4	-	40
Число швидкостей шпинделя:						
горизонтального	12	12	16	16	18	18
вертикального	-	12	-	12	-	11
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹ :						
горизонтального	50-2240	50-2240	50-1600	50-1600	31,5-1600	31,5-1600
вертикального		56-2500		45-2000	-	50-1600
Число робочих подач стола	12	12	16	16	18	18
Подача стола, мм/хв.:						
поздовжня	25-1120	25-1120	35-1020	35-1020	25-1250	25-1250
поперечна	25-1120	25-1120	28-790	28-790	25-1250	25-1250
вертикальна	12,5-560	12,5-560	14-390	14-390	8,3-416	8,3-416,6

Продовження додатку 50

Параметри	6P80	6P80Ш	6P81	6P81Ш	6P83	6P83Ш
Швидкість швидкого переміщення стола, мм/хв.:						
поздовжнього	2300	2300	2900	2900	3000	3000
поперечного	2300	2300	2300	2300	3000	3000
вертикального	1120	1120	1150	1150	1000	1000
Потужність електродвигуна, кВт	3	3	5,5	5,5	11	11
Габаритні розміри:						
довжина	1520	1525	1480	1480	2560	2680
ширина	1870	1875	1990	2045	2260	2260
висота	1510	1765	1630	1890	1770	2040
Маса, кг	1290	1340	2280	2530	3800	4050

Примітка: Верстати 6P80Ш, 6P81Ш і 6P83Ш широко універсальні класу точності П.

Додаток 51. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати

Розміри, мм

Параметри	6305Ф4	6У312	6У316	6605	6606
Розміри робочої поверхні стола	500x1250	1250x4000	1600x5000	500x1600	630x2000
Найбільша маса оброблювальної заготовки, кг	1000	18000	25000	1500	2500
Відстань від поверхні стола вд осі горизонтального шпинделя	0-500	0-1050	0-1050	25-600	25-560
Від торця вертикального шпинделя	-	260-1330	260-1330	-	25-760
Відстань між торцями горизонтальних шпинделів	-	-	-	340-740	470-870
Число шпиндельних бабок:					
горизонтальних	1	1	1	2	2
вертикальних	-	1	1	-	1
Найбільше переміщення:					
стола поздовжнє	1250	500	5500	1600	1600
гільз шпинделів (або бабок)	365	315	315	200	200
Число швидкостей шпинделя	21	18	18	21	21
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	16-1600	25-1250	25-1250	16-1600	16-1600
Подача, мм/хв.:					
стола	10-2500	5-2000	5-2000	10-3000	10-3000
шпиндельної бабки	10-2500	10-2000	10-2000	10-1000	10-1000
Подача гільз шпинделів, мм/хв.	10-2500	5-1000	5-1000	-	-
Потужність електродвигуна, кВт.	7,8	22	22	11	11
Габаритні розміри:					
довжина	5300	11070	13170	5400	6200
ширина	4050	4360	4535	3550	3750
висота	3175	5500	5500	2300	3600
Маса, кг	14000	52000	57000	13000	21000

Додаток 52. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати

Розміри, мм

Параметри	6М610Ф3	6Г610	6У612	6620	6625
Розміри робочої поверхні стола	1000x1600	1000x3150	1250x4000	2000x6300	2500x8000
Найбільша маса оброблюваної заготовки, кг	5000	6000	18000	50000	65000
Відстань від поверхні стола: від осі горизонтального шпинделя від торця вертикального шпинделя	-	25-900	0-1050	0-1765	0-1765
	90-990	25-1130	260-1330	175-2180	175-2180
Відстань між торцями горизонтальних шпинделів	-	750-1250	860-1490	1550-2250	2115-2815
Число шпindelних бабок: горизонтальних вертикальних	- 1	2 2	2 2	2 2	2 2
Найбільше переміщення: стола поздовжнє гільз шпинделів (або бабок)	1900 1900	3200 250	4500 315	6800 350	8560 350
Число швидкостей шпинделя	Без ступ.	20	18	18	18
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	10-1600	16-1250	25-1250	20-1000	20-1000
Подача, мм/хв.: стола шпindelної бабки	3-3000 3-3000	10-2500 10-1000	5-2000 10-2000	5-2000 10-2000	5-2000 10-2000
Подача гільз шпинделів, мм/хв.	-	-	5-1000	5-1000	5-1000
Потужність електродвигуна, кВт.	30	18,5x4	22x4	30x4	30x4
Габаритні розміри: довжина ширина висота	8650 8750 5400	8700 5000 4050	11070 5630 5200	18970 8270 6700	22460 8830 6700
Маса, кг	35800	35000	69500	121900	130000

Примітка:

1. Верстати 6305Ф4, 6У312 і 6У316 одностійкові, останні – двостійкові.
2. На верстатах з ЧПК мод. 6305Ф4, 6М610Ф3 дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм.

**Додаток 53. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові
поздовжньо-стругальні верстати**

Розміри, мм

Параметри	7110	7112	7210-6	7210	7212
Найбільші розміри оброблювальної заготовки: при струганні	900x1000	1120x1150	900x1000	900x1000	1120x1250
Розміри робочої поверхні стола	900x3000	1120x4000	900x6000	900x3000	1120x4000
Найбільша відстань між поверхньою стола і попере- чиною	1000	1220	1000	1000	1220
Відстань між стійками	-	-	1100	1100	1350
Найбільша маса оброблюваль- ної заготовки, кг: на 1м довжини стола загальна	1500 4500	2000 8000	1500 9000	1500 4500	2000 8000
Найбільше переміщення: стола повзунів супорту	3200 300	4200 300	6200 300	3200 300	4200 300
Швидкість ходу стола (без ступеневе регулювання), м/хв.: робочого зворотнього	4-90 12-90	4-80 12-80	3,2-80 3,2-80	4-90 12-90	4-80 12-80
Подача супорту поперечин, мм/дв. хід: горизонтальна вертикальна	0,5-25 0,25-12,5	0,2-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5
Подача супортів (горизонта- льна і вертикальна), мм/дв. хід	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5
Найбільша тягова сила на рейці стола, к Н.	70	120	50	70	120
Потужність електродвигуна приводу стола, кВт, при стру- ганні	75	100	75	75	100
Габаритні розміри: довжина ширина висота	7950 3700 3550	9950 4200 4100	13600 4000 3450	7950 4170 3450	9950 4500 3800
Маса, кг	27500	35000	30500	27500	35000

Додаток 54. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові поздовжньо-стругальні і стругально-фрезерні верстати

Розміри, мм

Параметри	7212Г	7216	7216Г	7Б220-6	7228
Найбільші розміри оброблювальної заготовки: при струганні при фрезеруванні	1120x1250 1070x1150	1400x1600 -	1400x1600 1350x1600	1800x2000 -	2240x3150 -
Розміри робочої поверхні стола	1120x4000	1400x6000	1400x6000	1800x6300	2800x8000
Найбільша відстань між верхньою столу і поперечною	1220	1500	1420	1930	2360
Відстань між стійками	1350	1800	1800	2150	3350
Найбільша маса оброблювальної заготовки, кг: на 1 м довжини стола загальна	2000 8000	2000 12000	2000 12000	- 25000	- 70000
Найбільше переміщення: столу повзунів супорту	4200 300	6200 300	6200 300	6300 600	8150 600
Швидкість ходу стола (без ступеневого регулювання), м/хв.: робочого зворотнього	4-80 4-80	4-80 12-80	4-80 4-80	1,7-85 1,7-82	1,2-60 1,2-60
Подача стола при фрезеруванні, мм/хв.	50-3550	-	50-3200	-	
Подача супорту поперечин, мм/дв. хід: горизонтальна вертикальна	0,2-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,1-25 0,2-50	0,1-25 0,2-50
Подача супортів (горизонтальна і вертикальна), мм/дв. хід	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,2-50	0,2-50
Найбільша тягова сила на рейці столу, к Н.	120	140	140	150	190
Потужність електродвигуна приводу столу, кВт, при струганні	100;72	100	100;72	125	125
Габаритні розміри: довжина ширина висота	9950 5000 4050	14000 4800 4350	14000 5450 4350	17300 7100 5800	20900 8250 6200
Маса, кг	38000	48000	51000	98200	124700

Примітка:

1. Верстати 7110, 7112, 7116 одностійкові, інші двостійкові.
2. Верстати 7212Г і 7216Г стругально-фрезерні, інші – поздовжньо-стругальні.
3. У всіх верстатах кут повороту супортів $\pm 60^\circ$. У верстатах 7212Г і 7216Г найбільше переміщення гільзи фрезерної головки 200мм, кут повороту фрезерних головок $\pm 30^\circ$, частота обертання шпинделя при фрезеруванні 25-800 хв⁻¹, подача фрезерних кареток без ступеневого 20-1250мм/хв..

Додаток 55. Поперечно-стругальні верстати
Розміри, мм

Параметри	7А311	7Е35	7М36	7Д36	7Д36Ц
Довжина ходу повзуна	10-200	500(найб.)150-700	150-710	150-700	
Найбільша відстань від опорної поверхні різця до станини (вигліг)	280	670	840	820	840
Відстань між робочою поверхнею столу і повзуном	200	400	400	400	400
Розмір робочої поверхні стола	200x200	360x500	450x700	450x710	450x700
Найбільше переміщення стола:					
горизонтальне	250	530	700	700	700
вертикальне	150	310	320	320	(до прог.) 320
супорта(вертикальне)	70	170*	200	200	200(170)
Найбільший перетин різця (ширина x висота)	20x12	32x20	40x25	40x25	40x25
Швидкість повзуна, дв. хід/хв.	53;71	13,2-150	-	-	-
Подача, мм/дв. хід: столу (горизонтальна)	0,1-0,2	0,2-4	0,25-5	0,2-5	0,2-5
супорту	0,05-0,6 (стіл верт.)	0,16-1 (за замов.)	0,15-1,05	0,15-1,05	0,15-1,05
Потужність електро-двигуна приводу головного руху, кВт	0,8-1,5	5,5	7,5	7,5	7,5
Габаритні розміри:					
довжина	1380	2350	2785	2850	2850
ширина	800	1230	1750	1680	1690
висота	1395	1550	1780	1840	1840
Маса, кг	650	2000	3300	3400	3700

Додаток 56. Поперечно-стругальні верстати
Розміри, мм

Параметри	7307	7307Д	7ДЗ7Ц	7310Д
Довжина ходу повзуна	20-720	150-710	150-1000	150-1000
Найбільша відстань від опорної поверхні різця до станини (виліт)	880	825	1120	1120
Відстань між робочою поверхнею столу і повзуном	480	450	500	500
Розмір робочої поверхні стола	450x710	450x710	560x1000	560x1000
Найбільше переміщення стола:				
горизонтальне	710	710	800(до прог.)	800
вертикальне	390	345	420	420
супорта (вертикальне)	170	200	200	200
Найбільший перетин різця (ширина x висота)	40x25	40x25	40x25	40x25
Швидкість повзуна, дв. хід/хв.	10,6-118	-	-	-
Подача, мм/дв. хід: столу (горизонтальна) супорту	0,2-х 0,16-1(за зам.)	0,2-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	5,5	7,5	10	11
Габаритні розміри:				
довжина	2980	2850	3700	3700
ширина	1400	1645	2065	1835
висота	1665	1890	1980	1920
Маса, кг	2800	3400	4700	4400

Примітка:

1. Верстати 7А311 і 7Е35 з механічним приводом, інші з гідравлічним приводом.
2. Верстати 7ДЗ6Ц і 7ДЗ7Ц з цикловим програмним управлінням.
3. Найбільший кут повороту супорта для всіх верстатів $\pm 60^\circ$, для всіх верстатів, крім 7А311, 7Е35, 7307 швидкість повзуна 3-48м/хв..

Додаток 57. Довбальні верстати**Розміри, мм**

Параметри	7А412	7Д430	7Д450	7410	7414
Довжина ходу довб'яка	10-100	120-320	120-500	1200	1600
Відстань від зовнішньої площини різьцетримача до стійки (виліт)	320	615	710	1150	1400
Відстань від площини стола до нижнього кінця направляючих довб'яка	200	500	700	1200	800-1600
Діаметр робочої поверхні стола	360	-	-	1250	1600
Найбільше переміщення стола:					
подовжнє	350	650	800	1400	1800
поперечне	280	510	650	1000	1250
Кут похилу довбальної головки	±5	±10	±10	±10	±10
Найбільший перетин різця	16x24	20x32	25x40	40x63	40x63
Число подвійних ходів довб'яка в хвилину	52;67;101;210	-	-	-	-
Швидкість довб'яка на робочому ході, м/хв	-	3-38	3-38	2-30	2-30
Подача стола за один подвійний хід довб'яка:					
подовжня	0,1-1	0,2-2,5	0,2-2,5	0,2-10	0,2-10
поперечна	0,1-1	0,1-2,5	0,1-2,5	0,2-10	0,2-10
кругова	0,067-0,67	0,1-1,4	0,1-1,4	0,2-10	0,2-10
Потужність електроприводу головного руху, кВт	0,8-1,5	10	10	55	50
Габаритні розміри:					
довжина	195	3030	3540	6070	7000
ширина	980	2175	2890	4335	5100
висота	1825	3010	3465	5300	6500
Маса, кг	1200	5700	8200	30000	34500

Примітка:

Верстати 7Д430 і 7Д450 з гідравлічним приводом, інші з електроприводом. При цьому верстати 7410 і 7414 мають привід від регулюючих електродвигунів постійного струму.

Додаток 58. Протяжні і відрізні верстати, горизонтальні протяжні напів-автомати для внутрішнього протягування
Розміри, мм

Параметри	7Б55	7Б55У	7Б56	7Б56У	7Б57
Номинальна тягова сила, к Н.	100	100	200	200	400
Найбільша довжина ходу сано-чочок	1250	1250	1600	1600	2000
Розмір робочої поверхні опо-рної плити	450x450	450x450	450x450	450x450	450x450
Діаметр отвору: в опорній плиті під планшай-бу	160	160	200	200	250
в планшайбі	125	100	160	160	200
Швидкість робочого ходу протяжки, м/хв..	1,5-11,5	1,5-11,5	1,5-11,3	1,5-11,3	1,0-6,15
Рекомендуюча швидкість зворотнього ходу протяжки	20-25	20-25	20-25	20-25	20-25
Потужність електродвигуна приводу головки, кВт.	18,5	17	30	30	37
Габаритні розміри:					
довжина	6340	4070	7200	5200	9400
ширина	2090	1600	2135	2000	2500
висота	1910	1500	1910	1700	1910
Маса, кг	5200	4700	7450	7000	13500

Примітка:

Напівавтомати 7Б55У і 7Б56У з'являються модифікаціями напівавтоматів відповідно 7Б55 і 7Б56, і відрізняються відсутністю приставної станини з механізмом автоматичного підведення і відведення протяжки.

Додаток 59. Вертикальні протяжні напівавтомати внутрішнього і зовнішнього протягування**Розміри, мм**

Параметри	7Б64	7Б65	7Б66	7Б67	7Б68
Номінальна тягова сила, к Н	50	100	200	400	800
Робітнича ширина стола	320	450	450	710	710
Відстань від саночок до осі отвору у столі	150	180	210	250	300
Найбільша довжина ходу саночок	1000	1250	1250	1600	1600
Найбільша довжина ходу протяжки, м/хв..	1,5-11,5	1,5-11,5	1,5-13	1,5-7,9	1,0-8
Рекомендуюча швидкість зворотнього ходу протяжки	20	20	20	14	10
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	11	22	30	57	80
Габаритні розміри:					
довжина	2875	3292	3866	4000	4550
ширина	1350	1333	1392	2060	2760
висота	3640	4540	4555	5500	5870
Маса, кг	5050	8080	11440	18500	22200

Додаток 60. Вертикальні протяжні напівавтомати внутрішнього і зовнішнього протягування**Розміри, мм**

Параметри	7Б75	7Б76	7Б77
Номінальна тягова сила, к Н	100	200	400
Робітнича ширина: стола	450	450	710
саночок	400	500	630
Відстань від саночок до осі отвору у столі	-	-	-
Відстань від поверхні саночок до торця столу	160	200	200
Найбільша довжина ходу саночок	1250	1250	1600
Найбільша довжина ходу протяжки, м/хв..	1,5-11,4	1,5-13	1,0-7,9
Рекомендуюча швидкість зворотнього ходу протяжки	20	20	16
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	22	30	57
Габаритні розміри:			
довжина	3600	4310	4650
ширина	1262	1392	2070
висота	3370	3370	4350
Маса, кг	8000	10785	21000

Додаток 61. Абразивно-відрізни і круглопилкові верстати і автомати
Розміри, мм

Параметри	8В220	8А230	8252	8Г642	8Г681
Розміри абразивного круга (або пилкового диска):					
діаметр	200,250	300	500	510	1430
висота	1-4	2-3	4-5	-	-
Найбільші розміри розрізу- ючого матеріалу:					
круглого прутка	25	35	80	160	500
квадрата (бік)	25	-	-	140	400
труби	50	60	120	-	-
кутка (ширина полиці)	40	63	100	-	25
№ профілю	6,5	8	14	20	-
Довжина відрізуючої заготов- ки до упору	30-250	30-500	30-1000	20-1500	20-800
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹ .	3560-9130	3050- 5100	1860-3080	3,78-21	1,09-8,08
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	4	7,5	30	5,5	18,5
Габаритні розміри:					
довжина	935	1370	7800	3545	3900
ширина	500	1160	2680	2270	3550
висота	630	1980	2010	1680	2400
Маса, кг	180	1200	3400	4180	10900

Додаток 62. Граничні відхилення отворів та валів для номінальних розмірів від 1 до 500 відносно ГОСТу 25347-82 з полями допусків, яким віддають перевагу в машинобудуванні.

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6									Квалітет 7						Квалітет 8			
	g6	h6	js6	k6	s6	p6	r6	m6	m7	js7	k7	f7	h7	n7	d8	e8	h8	f8	
	Граничні відхилення, мкм																		
Від 1 до 3	-2	0	+3,0	+6	+20	+10	+12	+16	+8	-	+5	+10	-6	0	+14	-20	-14	0	-6
	-8	-6	-3,0	0	+14	+4	+6	+10	+2	-	-5	0	-16	-10	+4	-34	-28	-14	-20
Більше 3 діб	-4	0	+4,0	+9	+27	+16	+20	+23	+12	+16	+6	+13	-10	0	+20	-30	-20	0	-10
	-12	-8	-4,0	+1	+19	+8	+12	+15	+4	+4	-6	+1	-22	-12	+8	-48	-38	-18	-28
Більше 6 до 10	-5	0	+4,5	+10	+32	+19	+24	+28	+15	+21	+7	+16	-13	0	+25	-40	-25	0	-13
	-14	-9	-4,5	+1	+23	+10	+15	+19	+6	+6	-7	+1	-28	-15	+10	-62	-47	-22	-35
Більше 10 до 18	-6	0	+5,5	+12	+39	+23	+29	+34	+18	+25	+9	+19	-16	0	+30	-50	-32	0	-16
	-17	-11	-5,5	+1	+28	+12	+18	+23	+7	+7	-9	+1	-34	-18	+12	-77	-59	-27	-43
Більше 18 до 30	-7	0	+6,5	+15	+48	+28	+35	+41	+21	+29	+10	+23	-20	0	+36	-65	-40	0	-20
	-20	-13	-6,5	+2	+35	+15	+22	+28	+8	+8	-10	+2	-40	-21	+15	-98	-73	-33	-53
Більше 30 до 50	-9	0	+8,0	+18	+59	+33	+42	+50	+25	+34	+12	+27	-25	0	+54	-80	-50	0	-25
	-25	-16	-8,0	+2	+43	+17	+26	+34	+9	+9	-12	+2	-50	-25	+17	-119	-89	-39	-64
Більше 50 до 65	-10	0	+9,5	+21	+72	+39	+51	+60	+30	+41	+15	+32	-30	0	+50	-100	-60	0	-30
	-29	-19	-9,5	+2	+53	+20	+32	+41	+11	+11	-15	+2	-60	-30	+20	-146	-106	-46	-76
Більше 65 до 80					+78			+62											
					+59			+43											
Більше 80 до 100	-12	0	+11,0	+25	+93	+45	+59	+73	+35	+48	+17	+38	-36	0	+58	-120	-72	0	-36
	-34	-22	-11,0	+3	+71	+23	+37	+51	+13	+13	-17	+3	-71	-35	+23	-174	-126	-54	-90
Більше 100 до 120					+101			+76											
					+79			+54											

Продовження додатку 62

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6									Квалітет 7						Квалітет 8			
	g6	h6	js6	k6	s6	p6	r6	m6	m7	js7	k7	f7	h7	n7	d8	e8	h8	f8	
Граничні відхилення, мкм																			
Більше 120 до 140	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+117 +92	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+40 +15	+55 +15	+20 -20	+43 +3	-43 -83	0 -40	+67 +27	-145 -208	-85 -148	0 -63	-43 -106
Більше 140 до 160					+125 +100			+90 +65											
Більше 160 до 180					+133 +108			+93 +68											
Більше 180 до 200	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+151 +122	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+46 +17	+63 +17	+23 -23	+50 +4	-50 -96	0 -46	+77 +31	-170 -242	-100 -172	0 -72	-50 -122
Більше 200 до 225					+159 +130			+109 +80											
Більше 225 до 250					+169 +140			+113 +84											
Більше 250 до 280	-17 -49	0 -32	+16,0 -16,0	+36 +4	+190 +158	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+52 +20	+72 +20	+26 -26	+56 +4	-56 -108	0 -52	-86 +34	-190 -271	-110 -191	0 -81	-56 -137
Більше 280 до 315					+202 +170			+130 +98											
Більше 315 до 355	-18 -54	0 -36	+18,0 -18,0	+40 +4	+226 +190	+73 +37	+98 +62	+144 +108	+57 +21	+78 +21	+28 -28	+61 +4	-62 -119	0 -57	+94 +37	-210 -299	-125 -214	0 -89	-62 -151
Більше 355 до 400					+244 +208			+150 +114											
Більше 400 до 450	-20 -60	0 -40	+20,0 -20,0	+45 +5	+272 +232	+80 +40	+108 +68	+166 +126	+63 +23	+86 +23	+31 -31	+68 +5	-68 -131	0 -63	103 +40	-230 -327	-135 -232	0 -97	-68 -165
Більше 450 до 500					+292 +252			+172 +132											

Продовження додатку 62.

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6							Квалітет 7							Квалітет 8				
	G6	H6	Is6	K6	M6	N6	P6	F7	H7	Is7	K7	M7	N7	P7	F8	H8	Is8	K8	N8
	Граничні відхилення, мкм																		
Від 1 до 3	+8 +2	+6 0	+3,0 -3,0	0 -6	-2 -8	-4 -10	-6 -12	+16 +6	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	-4 -18
Більше 3 до 6	+12 +4	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-1 -9	-5 -13	-9 -17	+22 +10	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	-2 -20
Більше 6 до 10	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-3 -12	-7 -16	-12 -21	+28 +13	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	-3 -25
Більше 10 до 18	+17 +6	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-4 -15	-9 -20	-15 -26	+34 +16	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	-3 -30
Більше 18 до 30	+20 +7	+13 0	+6,5 -6,5	+2 -11	-4 -17	-11 -24	-18 -31	+41 +20	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	-3 -36
Більше 30 до 50	+25 +9	+16 0	+8,0 -8,0	+3 -13	-4 -20	-12 -28	-21 -37	+50 +25	+25 0	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	+64 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	-3 -42
Більше 50 до 80	+29 +10	+19 0	+9,5 -9,5	+4 -15	-5 -24	-14 -33	-26 -45	+60 +30	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	-4 -50
Більше 80 до 120	+34 +12	+22 0	+11,0 -11,0	+4 -18	-6 -28	-16 -38	-30 -52	+71 +36	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	+90 +36	+54 0	+27 -27	+16 -38	-4 -58
Більше 120 до 180	+39 +14	+25 0	+12,5 -12,5	+4 -21	-8 -33	-20 -45	-36 -61	+83 +43	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	106 43	+63 0	+31 -31	+20 -43	-4 -67
Більше 180 до 250	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-8 -37	-22 -51	-41 -70	+96 +50	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	122 50	+72 0	+36 -36	+22 -50	-5 -77
Більше 250 до 315	+49 +15	+32 0	+16,0 -16,0	+5 -27	-9 -41	-25 -57	-47 -79	+108 +56	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	137 56	+81 0	+40 -40	+25 -56	-5 -86
Більше 315 до 400	+54 +18	+35 0	+18,0 -18,0	+7 -29	-10 -46	-26 -62	-51 -87	+119 +62	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	151 62	+89 0	+44 -44	+28 -61	-5 -94
Більше 400 до 500	+60 +20	+40 0	+20,0 -20,0	+8 -32	-10 -50	-27 -67	-55 -95	+131 +68	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	165 68	+97 0	+48 -48	+29 -68	-6 -103

Продовження додатку 62

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 9				Квалітет 10				Квалітет 11				Квалітет 12		
	E9	H9	d9	h9	D10	H10	d10	h10	D11	H11	d11	h11	H12	h12	b12
	Граничні відхилення, мкм														
Від 1 до 3	+39	+25	-20	0	+60	+40	-20	0	+80	+80	-20	0	+100	0	-140
	+14	0	-45	-25	+20	0	-60	-40	+20	0	-80	-60	0	-100	-240
Більше 3 до 6	+50	+30	-30	0	+78	+48	-30	0	+105	+75	-30	0	+120	0	-140
	+20	0	-60	-30	+30	0	-78	-48	+30	0	-105	-75	0	-120	-260
Більше 6 до 10	+61	+31	-40	0	+98	+58	-40	0	+130	+90	-40	0	+150	0	-150
	+25	0	-76	-36	+40	0	-98	-58	+40	0	-130	-90	0	-150	-300
Більше 10 до 18	+75	+43	-50	0	+120	+70	-50	0	+160	+110	-50	0	+180	0	-150
	+32	0	-93	-43	+50	0	-120	-70	+50	0	-160	-110	0	-180	-330
Більше 18 до 30	+92	+52	-65	0	+149	+84	-65	0	+195	+130	-65	0	+210	0	-160
	+40	0	-117	-52	+65	0	-149	-84	+65	0	-195	-130	0	-210	-370
Більше 30 до 40	+112	+62	-80	0	+180	+100	-80	0	+240	+160	-80	0	+250	0	-170
	+50	0	-142	-62	+80	0	-180	-100	+80	0	-250	-160	0	-250	-420
Більше 40 до 50															-180
															-430
Більше 50 до 65	+134	+74	-100	0	+220	+120	-100	0	+290	+190	-100	0	+300	0	-190
	+60	0	-174	-74	+110	0	-220	-120	+100	0	-290	-190	0	-300	-490
Більше 65 до 80															-200
															-500
Більше 80 до 100	+159	+87	-120	0	+260	+140	-120	0	+340	+220	-120	0	+350	0	-220
	+72	0	-207	-87	+120	0	-260	-140	+120	0	-340	-220	0	-350	-570
Більше 100 до 120															-240
															-590

Продовження додатку 62

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 9				Квалітет 10				Квалітет 11				Квалітет 12		
	E9	H9	d9	h9	D10	H10	d10	h10	D11	H11	d11	h11	H12	h12	b12
	Граничні відхилення, мкм														
Більше 120 до 140	+185	+100	-145	0	+305	+160	-145	0	+395	+250	-145	0	+400	0	-260
	+185	0	-245	-100	+145	0	-305	-160	+145	0	-395	-250	0	-400	-660
Більше 140 до 160															-280
															-680
Більше 160 до 180															-310
															-710
Більше 180 до 200	+215	+115	-170	0	+355	+185	-170	0	+460	+290	-170	0	+460	0	-340
	+100	0	-285	-115	+170	0	-355	-185	+170	0	-450	-290	0	-460	-800
Більше 200 до 225															-380
															-840
Більше 225 до 250															-420
															-880
Більше 250 до 280	+240	+130	-190	0	+400	+210	-190	0	+510	+320	-190	0	+520	0	-480
	+110	0	-320	-130	+190	0	-400	-210	+190	0	-510	-320	0	-520	-1000
Більше 280 до 315															-540
															-1060
Більше 315 до 355	+265	+140	-210	0	+440	+230	-210	0	+570	+360	-210	0	+570	0	-600
	+125	0	-350	-140	+210	0	-400	-230	+210	0	-570	-360	0	-570	-1170
Більше 355 до 400															-680
															-1250
Більше 400 до 450	+290	+155	-230	0	+480	+250	-230	0	+630	+400	-230	0	+630	0	-760
	+135	0	-385	-155	+230	0	-480	-250	+230	0	-630	-100	0	-630	-1390
Більше 450 до 500															-840
															-1470

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 13		Квалітет 14		Квалітет 16	
	H13	h13	H14	h14	H16	h16
	Граничні відхилення, мкм					
Від 1 до 3	+140	0	+250	0	+600	0
	0	-140	0	-250	0	-600
Більше 3 до 9	+180	0	+300	0	+750	0
	0	-180	0	-300	0	-750
Більше 9 до 10	+220	0	+360	0	+900	0
	0	-220	0	-360	0	-900
Більше 10 до 18	+270	0	+430	0	+1100	0
	0	-270	0	-430	0	-1100
Більше 18 до 30	+330	0	+520	0	+1300	0
	0	-330	0	-520	0	-1300
Більше 30 до 50	+390	0	+620	0	+1600	0
	0	-390	0	-620	0	-1600
Більше 50 до 80	+460	0	+740	0	+1900	0
	0	-460	0	-740	0	-1900
Більше 80 до 120	+540	0	+870	0	+2200	0
	0	-540	0	-870	0	-2200
Більше 120 до 180	+630	0	+1000	0	+2500	0
	0	-630	0	-1000	0	-2500
Більше 180 до 250	+720	0	+1150	0	+2900	0
	0	-720	0	-1150	0	-2900
Більше 250 до 315	+810	0	+1300	0	+3200	0
	0	-810	0	-1300	0	-3200
Більше 315 до 400	+890	0	+1400	0	+3600	0
	0	-890	0	-1400	0	-3600
Більше 400 до 500	+970	0	+1550	0	+4000	0
	0	-970	0	-1550	0	-4000

Додаток 63 Припуск на чистове точіння валів після чорнового точіння

Діаметр вала в мм	Довжина оброблюваної деталі в мм					
	До 100	Від 100 до 250	Від 250 до 500	Від 500 до 1000	Від 800 до 1200	Від 1200 до 2000
	Припуск 2П на діаметр в мм					
До 10	0,8	0,9	1,0	-	-	-
Від 10 до 18	0,9	0,9	1,0	1,1	-	-
Від 18 до 30	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	-
Від 30 до 50	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
Від 50 до 80	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
Від 80 до 120	1,1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,9
Від 120 до 180	1,2	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0
Від 180 до 260	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
Від 260 до 360	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1
Від 360 до 500	1,4	1,5	1,5	1,7	1,9	2,2

Додаток 64 Припуски на шліфування валів.

Діаметр вала, мм	Характеристика шліфування	Характеристика валу	Довжина валу, мм					
			До 100	Від 100 до 250	Від 250 до 500	Від 500 до 800	Від 800 до 1200	Від 1200 до 2000
			4	5	6	7	8	9
До 18	Центрове	Сирий	0,2	0,3	0,3	0,3	-	-
		Загарт	0,3	0,3	0,4	0,5	-	-
	Без центрове	Сирий	0,2	0,2	0,2	0,3	-	-
		Загарт	0,3	0,3	0,4	0,5	-	-
Від 18 до 30	Центрове	Сирий	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	-
		Загарт	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	-
	Без центрове	Сирий	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
		Загарт	0,3	0,3	0,4	0,4	-	-
Від 30 до 50	Центрове	Сирий	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6
		Загарт	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7
	Без центрове	Сирий	0,3	0,3	0,3	0,4	-	-
		Загарт	0,4	0,4	0,5	0,5	-	-
Від 50 до 80	Центрове	Сирий	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
		Загарт	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8
	Без центрове	Сирий	0,3	0,3	0,3	0,4	-	-
		Загарт	0,4	0,5	0,5	0,6	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Від 80 до 120	Центрове	сирий загарт	0,4 0,5	0,4 0,5	0,5 0,6	0,5 0,6	0,6 0,8	0,7 0,8
	Без центрове	сирий загарт	0,4 0,5	0,4 0,5	0,4 0,6	0,5 0,7	- -	- -
Від 120 до 180	Центрове	сирий загарт	0,5 0,5	0,5 0,6	0,6 0,7	0,6 0,8	0,7 0,9	0,8 1,0
	Без центрове	сирий загарт	0,5 0,5	0,5 0,6	0,5 0,7	0,5 0,8	- -	- -
Від 180 до 260	Центрове	сирий загарт	0,5 0,6	0,6 0,7	0,6 0,7	0,7 0,8	0,8 0,9	0,9 1,1
		Без центрове	сирий загарт	0,6 0,7	0,6 0,7	0,7 0,8	0,7 0,9	0,8 1,0
Від 260 до 380	Центрове	сирий загарт	0,7 0,8	0,7 0,8	0,8 0,9	0,8 0,9	0,9 1,0	1,0 1,2
		Без центрове	сирий загарт	0,7 0,8	0,7 0,8	0,8 0,9	0,8 0,9	0,9 1,0

Примітка. При обробці багатоступінчастих валів припуск приймають на кожен ступінь окремо, виходячи із діаметра ступеня та загальної довжини вала.

Додаток 65. Припуск на шліфування торців шийок валів, мм

Діаметр шийки вала	Довжина вала, мм											
	18	50	120	250	500	Більше 500	18	50	120	250	500	Більше 500
Загальний припуск на шліфування						В т.ч. на фінішне шліфування						
30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5		0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
50	0,3		0,4			0,6		0,04		0,05	0,06	
120		0,4		0,5	0,6		0,04		0,05			0,07
250	0,4	0,5	0,5			0,7	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
500	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,1
Допуск на довжину, мм	0,11	0,16	0,22	0,29	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-

Додаток 66. Припуск на хонінгування отворів**Розміри, мм**

Діаметр отвору	Після тонкого розточування	Після чистового розточування	Після внутрішнього розточування	Допуск (+) на попередню обробку за Н7
До 50	0,09/0,06	0,09/0,07	0,08/0,05	0,025
Більше 50 до 80	0,1/0,07	0,1/0,08	0,09/0,05	0,03
Більше 80 до 120	0,11/0,08	0,11/0,09	0,1/0,06	0,036
Більше 120 до 180	0,12/0,09	0,12/-	0,11/0,07	0,04
Більше 180 до 250	0,12/0,09	-	0,12/0,08	0,046

Примітка: В чисельнику приведені припуски для чавуна, в знаменнику для сталі.

Додаток 67. Припуск на безцентрове шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь (на діаметр)**Розміри, мм**

Діаметр деталі, мм	Довжина деталі, мм				Допуск(-) на попередню оброб. за h11 мм
	До 100	100-250	250-500	500-1000	
6-10	0,2/0,3	0,3/0,3	-/0,4		0,09
Більше 10 до 18	0,3/0,3	0,3/0,4	0,3/0,4	-/0,5	0,11
Більше 18 до 30	0,3/0,4	0,4/0,4	0,4/0,5	0,4/0,5	0,13
Більше 30 до 50	0,3/0,4	0,4/0,5	0,5/0,6	0,5/0,6	0,16
Більше 50 до 80	0,4/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,5/0,6	0,19
Більше 80 до 120	0,5/0,5	0,5/0,6	0,6/0,7	0,6/0,7	0,22
Більше 120 до 180	0,5/0,6	0,5/0,6	0,6/0,7	0,7/0,8	0,25

Додаток 68. Припуски на шліфування отворів (на діаметр)

Розміри, мм

Діаметр деталі	Довжина деталі					Допуск (-) на попередню оброб. за 1мм
	До 50	50-100	100-200	200-300	300-500	
До 10	0,2	-				0,09
Більше 10 до 18	0,2/0,3	0,3/0,4	-	-		0,11
Більше 30 до 50	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4/0,4	0,4/0,5		0,16
Більше 50 до 80	0,3/0,4	0,4/0,5	0,5/0,5	0,4/0,5		0,19
Більше 80 до 120	0,5/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7	0,22
Більше 120 до 180	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7	0,25
Більше 180 до 260	0,6/0,7	0,6/0,7	0,7/0,7	0,7/0,7	0,8/0,8	0,29
Більше 260 до 360	0,6/0,7	0,7/0,8	0,7/0,8	0,8/0,8	0,8/0,9	0,32
Більше 360 до 500	0,8/0,8	0,8/0,8	0,8/0,8	0,9/0,9	0,9/0,9	0,36

Додаток 69 Припуск на шліфування торців шийок валів, мм

Діаметр шийки вала	Довжина вала, мм									
	100	250	500	800	1200	100	250	500	800	1200
Загальний припуск на шліфування					В т.ч. на фінішне шліфування					
30	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
50	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7					
80	0,5	0,5			0,8	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
120	0,5	0,5	0,6							
180		0,6	0,7	0,8	0,9	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
260	0,6									
360	0,7	0,7	0,8			-	-	0,07	0,08	0,1
500	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0			-		

Додаток 70. Припуск на чистову обробку зубчастих коліс

Припуски (мм) на чистову обробку черв'яків

Модуль	Припуск	Модуль	Припуск
Спірально-зубчасті та гіпоїдні зубчасті колеса			
1,25-1,75	0,5	8-11	1,2
2-2,75	0,6	12-19	1,6
3-4,5	0,8		
5-7	1,0	20-30	2,0
Конічні зубчасті колеса			
3	0,5	8	0,87
4	0,57	9	0,93
5	0,65	10	1,0
6	0,72	11	1,07
7	0,8	12	1,5

Додаток 71. Припуски на чистову обробку шліців

Розміри, мм

Номінальний діаметр вала	Довжина шліца		
	До 100	Більше 100 до 200	Більше 300 до 350
10-18	0,4-0,6	0,5-0,7	-
	0,1-0,2	0,2-0,3	
18-30	0,5-0,7	0,6-0,8	0,7-0,9
	0,1-0,2	0,2-0,3	0,2-0,4
30-50	0,6-0,8	0,7-0,9	0,8-1,0
	0,2-0,3	0,2-0,4	0,3-0,5
Більше 50	0,7-0,9	0,7-1,0	0,9-1,2
	0,2-0,4	0,3-0,5	0,3-0,5

Примітка: В чисельнику приведені припуски на чистове фрезерування, в знаменнику – на шліфування.

Додаток 72. Припуски на тонке (алмазне) розточування отворів:

Діаметр оброблюючого отвору, мм	Оброблюючий матеріал				Допуск (+) на попер. оброб. за Н7
	Легкі сплави	Бабіт	Бронза та чавун	Сталь	
До 30	0,2/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,2/0,1	0,052
Більше 30 до 50	0,3/0,1	0,4/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,062
Більше 50 до 80	0,4/0,1	0,5/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,074
Більше 80 до 120	0,4/0,1	0,5/0,1	0,3/0,1	0,3/0,1	0,087
Більше 120 до 180	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,1
Більше 180 до 250	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,015
Більше 250 до 360	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,13
Більше 360 до 400	0,5/0,1	0,6/0,2	0,5/0,2	0,4/0,1	0,14

Примітка В чисельнику приведені припуски на попередню обробку, в знаменнику на закінчену.

Додаток 73. Діаметри стержнів під накатування метричної різьби (за ГОСТ 19256-73).

Розміри, мм

Номинальний діаметр різьби	Крок різьби, мм	Поле допуску різьби			
		Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм	Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм
3 крупним кроком					
5	0,8	4,48	-0,04	4,47	-0,06
6	1	5,36	-0,05	5,34	-0,07
8	1,25	7,20	-0,05	7,18	-0,07
10	1,5	9,04	-0,06	9,02	-0,09
12	1,75	10,88	-0,07	10,86	-0,09
14	2	12,72	-0,07	12,70	-0,1
16	2	14,72	-0,07	14,70	-0,1
18	2,5	16,40	-0,07	16,38	-0,1
20	2,5	18,40	-0,07	18,38	-0,1
22	2,5	20,40	-0,07	20,38	-0,1
24	3	22,08	-0,09	22,05	-0,13
27	3	25,08	-0,09	25,05	-0,13
30	3,5	27,76	-0,09	27,73	-0,13
33	3,5	30,76	-0,09	30,73	-0,13
36	4	33,44	-0,09	33,41	-0,13
39	4	36,44	-0,09	36,41	-0,13
42	4,5	39,42	-0,1	39,09	-0,14
45	4,5	42,12	-0,1	42,03	-0,14
48	5	44,80	-0,1	44,77	-0,15
52	5	48,80	-0,1	48,77	-0,15
64	6	60,17	-0,12	60,13	-0,17
68	6	64,17	-0,12	64,13	-0,17
3 мілким кроком					
5	0,5	4,67	-0,03	4,66	-0,05
	0,5	5,67		5,66	-0,06
6	0,5	5,67	-0,04	5,66	-0,06
	0,75	5,51		5,50	-0,07
	0,5	9,94	9,92	9,89	-0,06
	10	0,75	9,94	9,92	9,88
	1	9,92	9,89	9,86	-0,1
	1,25	9,90	9,87	9,84	-0,11
	0,5	11,94	11,92	11,89	-0,06
	0,75	11,94	11,92	11,88	-0,06
12	1	11,92	11,89	11,86	-0,1
	1,25	11,90	11,87	11,84	-0,11
	1,5	11,88	11,85	11,81	-0,12
	0,5	13,94	13,92	13,89	-0,06
	0,75	13,94	13,92	13,88	-0,09
	14	1	13,92	13,89	-0,1

Номинальний діаметр різьби	Крок різьби, мм	Поле допуску різьби			
		Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм	Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм
З мілким кроком					
	1,25	13,90	13,87	13,84	-0,11
	1,5	13,88	13,85	13,81	-0,2
	0,5	15,94	15,92	15,89	-0,06
16	0,75	15,94	15,92	15,88	-0,09
	1	15,92	15,89	15,86	-0,1
	1,5	15,83	15,85	15,81	-0,12
	0,5	17,94	17,92	17,89	-0,06
	0,75	17,94	17,92	17,88	-0,09
18	1	17,92	17,89	17,86	-0,1
	1,5	17,88	17,85	17,81	-0,12
	2	17,84	17,80	17,77	-0,13
	0,5	19,94	19,92	19,89	-0,06
	0,75	19,94	19,92	19,88	-0,09
20	1	19,92	19,89	19,86	-0,1
	1,5	19,88	19,85	19,81	-0,12
	2	19,84	19,80	19,77	-0,13
	0,5	21,94	21,92	21,89	-0,06
	0,75	21,94	21,92	21,88	-0,09
22	1	21,92	21,89	21,86	-0,1
	1,5	21,88	21,85	21,81	-0,12
	2	21,84	21,80	21,77	-0,13
	0,75	23,94	23,92	23,88	-0,09
24	1	23,92	23,89	23,86	-0,1
	1,5	23,88	23,85	23,81	-0,12
	2	23,84	23,80	23,77	-0,13
	0,75	26,94	26,92	26,88	-0,09
27	1	26,92	26,89	26,86	-0,1
	1,5	26,88	26,85	26,81	-0,12
	2	26,84	26,80	26,77	-0,13
	0,75	29,94	29,92	29,88	-0,09
	1	29,92	29,89	29,86	-0,1
30	1,5	29,88	29,85	29,81	-0,12
	2	29,84	29,80	29,77	-0,13
	3	29,84	29,79	29,75	-0,22
	0,75	32,94	32,92	32,88	-0,09
	1	32,92	32,89	32,86	-0,1
33	1,5	32,88	32,85	32,81	-0,12
	2	32,84	32,80	32,77	-0,13
	3	32,84	32,79	32,75	-0,22
	1	35,92	35,89	35,86	-0,1
36	1,5	35,88	35,85	35,81	-0,12
	2	35,84	35,80	35,77	-0,13
	3	35,84	35,79	35,75	-0,22
	1	38,92	38,89	38,86	-0,1

Номинальний діаметр різьби	Крок різьби, мм	Поле допуску різьби			
		Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм	Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення, мм
3 мілким кроком					
39	1,5	38,88	38,85	38,81	-0,12
	2	38,84	38,80	38,77	-0,13
	3	38,84	38,79	38,75	-0,22
	1	41,92	41,89	41,86	-0,1
	1,5	41,88	41,85	41,81	-0,12
42	2	41,84	41,80	41,77	-0,13
	3	41,84	41,79	41,75	-0,22
	4	41,84	41,78	41,74	-0,32
	1	44,92	44,89	44,86	-0,1
	1,5	44,88	44,85	44,81	-0,12
45	2	44,88	44,80	44,77	-0,13
	3	44,84	44,79	44,75	-0,22
	4	44,84	44,78	44,74	-0,32
	1	47,92	47,89	47,86	-0,1
	1,5	47,88	47,85	47,81	-0,12
48	2	47,84	47,77	47,77	-0,13
	3	47,84	47,79	47,75	-0,22
	4	47,84	47,78	47,74	-0,32

Додаток 74 Розміри шліцевих отворів що протягуються з прямоточним профілем за ГОСТ 25969-83, ГОСТ 15974-83.

Розміри, мм.

Номинальний розмір шліцевого отвору	Діаметр отвору до протягування				Номинальний розмір шліцевого отвору	Діаметр отвору до протягування			
	Центрування за зовнішнім діаметром		Центрування за внутрішнім діаметром			Центрування за зовнішнім діаметром		Центрування за внутрішнім діаметром	
	Розмір, мм	Допуск за Н12(+)	Розмір, мм	Допуск за Н11(+)		Розмір, мм	Допуск за Н12(+)	Розмір, мм	Допуск за Н11(+)
6x16x20	15,4	0,18	15,4	0,11	8x42x46	41,4		41,1	0,16
6x18x22	17,4		17,4		8x42x48				
6x21x25	20,65		20,0		8x46x50				
6x23x26	22,65		23,2		8x46x54	45,1		45,1	
6x23x28					8x52x58				
6x26x30	25,4	0,21	25,2	0,13	8x52x60	51,4		51	
6x26x32					8x56x62				
6x28x32	27,4		27,2		8x56x65	55,4	0,3	55	0,19
6x28x34					8x62x68				
8x32x36					8x62x72	61,4		61	
8x32x38	31,4	0,25	31,1	0,16	10x72x78				
8x36x40					10x72x82	71,4		71	
8x36x42	35,4		35,1		10x82x88	81,4	0,35	81	0,22

Додаток 75. Припуски точні (ПТ) і припуски точні збільшені (ЗПТ) на обробку отворів

Розміри, мм

Номинальний діаметр отвору	Діаметр отвору з припуском, мм		Допуск після попередньої обробки за Н7 (+), мм	Номинальний діаметр отвору, мм	Діаметр отвору з припуском, мм		Допуск після попередньої обробки за Н7 (+), мм
	Точним	Точним збільшен.			Точним	Точним збільшен	
10	9,76	9,65	0,015	20	19,72	19,55	0,021
11	10,76	10,65	0,018	21	20,72	20,55	0,21
12	11,76	11,65	0,018	22	21,72	21,55	0,021
13	12,76	12,65	0,018	24	23,72	23,55	0,021
14	13,76	13,65	0,018	25	24,72	24,55	0,021
15	14,76	14,65	0,18	26	25,72	25,55	0,021
16	15,76	15,65	0,18	27	26,72	26,55	0,021
17	16,76	16,65	0,18	28	27,72	27,55	0,021
18	17,76	17,65	0,18	30	29,72	29,55	0,021
19	18,72	18,55	0,021	32	31,66	31,5	0,025
34	33,66	33,5	0,025	55	54,6	54,4	0,03
35	34,64	34,5	0,025	58	57,6	57,4	0,03
36	35,66	35,5	0,025	60	59,6	59,4	0,03
38	37,66	37,5	0,025	63	62,6	62,4	0,03
40	39,66	39,5	0,025	65	64,6	64,4	0,03
42	41,66	41,5	0,025	70	69,6	69,4	0,03
45	44,66	44,5	0,025	75	74,6	74,4	0,03
48	47,66	47,5	0,025	80	79,6	79,4	0,03
50	49,66	49,5	0,025	85	84,54	84,25	0,035
52	51,6	51,4	0,03	90	89,54	89,25	0,035

Примітка:

1. Припуск точний збільшений застосовують для тонкостінних втулок та інших деталей, значно деформованих після термічної обробки.
2. Таблиця складена на основі державних стандартів на протяжки (ГОСТ 20364-74, ГОСТ 20365-74).

Додаток 76. Діаметри стержнів під нарізування метричної різьби (за ГОСТ 19258-73)

Розміри, мм

Номинальний розмір, мм	Крок різьби t , мм	Поле допуску різьби	
		Номинальний розмір, мм	Граничні відхилення
З крупним кроком			
5	0,8	4,94	-0,07
6	1	5,92	-0,07
8	1,25	7,9	-0,08
10	1,5	9,88	-0,09
12	1,75	11,86	-0,1
14	2	13,84	-0,1
16	2	15,84	-0,1
18	2,5	17,84	-0,13
20	2,5	19,84	-0,13
22	2,5	21,84	-0,13
24	3	23,84	-0,16
27	3	26,84	-0,16
30	3,5	29,84	-0,18
33	3,5	32,84	-0,18
36	4	35,84	-0,22
39	4	38,84	-0,22
42	4,5	41,84	-0,24
45	4,5	44,84	-0,24
48	5	47,84	-0,26
52	5	51,84	-0,26
56	5,5	55,84	-0,28
60	5,5	59,84	-0,28
З мілким кроком			
6	0,5	5,94	-0,04
	0,75		-0,06
8	0,5	7,94	-0,04
	0,75		-0,06
	1	7,92	-0,07

Примітка: При обробці наскрізних отворів за Н9 більше 80 мм рекомендується застосувати дворізьцові оправки для суміщення першого і другого чорнового розточування.

Додаток 77. Розміри протягуючих отворів (за ГОСТ 20364-74, ГОСТ 20365-74)

Розміри, мм.

Діаметр отвору		Довжина протягування для деталей із		Діаметр		Довжина протягування для деталей із	
Номінальний розмір, мм	До протягування, мм	Сталі і алюмін. сплави	Чавуну, бронзи, латуні і міді	Номінальний розмір, мм	До протягування, мм	Сталі і алюмін. сплави	Чавуну, бронзи, латуні і міді
10	9,4	10,5-21	10,5-30	22	20,9	19-53	19-63
9,76	9,15	20-26	20-40	21,72	20,6	40-85	40-100
11	10,4	11,5-15,5	11,5-21	24	22,9	21-53	21-63
10,76	10,1	16-32	16-41	23,72	22,6		
12	11,4	11,5-15,5	11,5-21	25	23,9	21-53	21-63
11,76	11,1	16-27	16-34	24,73	23,6	40-110	40-135
13	12,4	11,5-15,5	11,5-21	26	24,9	21-53	21-63
12,76	12,1	16-34	16-34	25,72	24,6	40-110	40-135
14	13,4	15-34	15-34	(27)	25,9	21-46	21-63
13,76	13,1	26-44	26-44	26,72	25,6	40-120	40-135
15	14,4	15-34	15-34	28	26,9	21-46	21-63
14,76	14,1	22-53	22-53	27,72	26,6	40-120	40-135
16	15,4	15-40	15-48	30	28,9	21-46	21-63
15,76	15,1	22-63	22-75	29,72	28,6	40-95	40-135
17	16,4	15-40	15-48	32	30,8	21-46	21-63
16,76	16,1	22-63	24-75	31,66	30,5	40-105	40-135
18	17,4	15-40	15-40	34	32,8	21-46	21-63
17,76	17,1	24-67	24-67	33,66	32,5	40-115	40-135
(19)	18,1	17-40	17-40	(35)	33,8	21-46	21-63
18,72	17,8	22-67	50-100	34,66	33,5	40-115	40-115
10	19,1	19-53	19-63	36	34,8	21-46	21-63
19,72	18,8			35,66	34,5		
(21)	19,9	19-53	19-63	(37)	35,8	21-46	21-63
20,72	19,6	40-90	40-100			40-100	40-145
38	36,8	21-46	21-63	(58)	56,6	24-58	24-85
37,66	36,5	40-100	40-145	57,6	56,2	40-118	40-160
40	38,8	24-58	24-85	60	58,6	24-58	24-58
39,66	38,5	40-130	40-160	59,6	58,2	40-125	40-170
42	40,7	24-58	24-85	63	61,6	24-58	24-85
41,66	40,4	40-118	40-160	62,6	61,2	40-125	40-170
45	43,7	24-58	24-85	65	63,6	24-58	24-85
44,6	43,4	40-118	40-160	64,6	63,2	40-130	40-185
(47)	45,7	24-58	24-85	70	68,6	26-63	26-95
		40-118	40-160	69,6	68,2	42-170	42-215
48	46,7	24-58	24-85	71	69,6	26-63	26-95
47,66	46,4	40-118	40-160	70,6	69,2	42-170	42-215
50	48,7	24-58	24-85	75	73,5	26-63	26-95
49,66	48,4	40-118	40-160	74,6	73,1	42-150	42-215
52	50,6	24-58	24-85	80	78,5	26-63	26-95
51,6	50,2	40-118	40-160	79,6	78,1	42-160	42-215
53	51,6	24-58	24-85	85	83,5	30-90	30-125
52,6	51,2	40-118	40-160	84,54	83,0	42-190	42-230
55	53,6	24-58	24-85	90	88,5	42-120	40-175
54,6	53,2	40-118	40-160	89,54	88,0	45-220	45-250

Примітка: До протягування поле допуску для отворів діаметром до 30 мм (включно) за Н11, більше 30 мм – за Н12.

Додаток 78. Припуски на обробку прошитих або одержаних литвом отворів за 7-м та 8-м квалітетами.

Розміри, мм.

Діаметр отвору		Чорнове розточування		Чистове розточування		Розвертання, тонке розточування пластинями типу "мікробор" перше	
Номінальний розмір, мм	Допуск, мм		Перше, мм	Друге, мм	Номінальний розмір, мм		Допуск по НП
	H7	H8					
30	+0,021	+0,033	-	28	29,8	+0,13	29,93
32				30	31,7		31,93
34				32	33,7		33,93
35	+0,025	+0,0399	-	33	34,7		34,93
36				34	35,7		35,93
37				35	36,7		36,93
38	+0,025	+0,039	-	36	37,7	+0,16	37,93
40				38	39,7		39,93
42				40	41,7		41,93
45				43	44,7		44,93
47				45	46,7		46,93
48				46	47,7		47,93
50			45	48	49,7		49,93
52			47	50	51,5		51,92
55			50	53	54,5		54,92
58			53	56	57,5		57,92
60			55	58	59,5		59,92
62			57	60	61,5		61,92
63			58	61	62,5		62,92
65	+0,03	+0,046	60	63	64,5	+0,19	64,92
68			63	66	67,5		67,9
70			65	68	69,5		69,9
72			67	70	71,5		71,9
75			70	73	74,5		74,9
78			73	76	77,5		77,9
80			75	78	79,5		79,9
85			80	83	84,3		84,85
90			85	88	89,9		89,85
95			90	93	94,3		94,85
100			95	98	99,3		99,85
105	+0,035	+0,054	100	103	104,3	+0,22	104,8
110			105	108	109,3		109,8
115			110	113	114,3		114,8
120			115	118	119,3		119,8
125			120	123	124,3		124,8
130			125	128	129,3		129,8
135			130	133	134,3		134,8
140			135	138	139,3		139,8
145			140	143	144,3		144,8
150			145	148	149,3		149,8
155	+0,04	+0,063	150	153	154,3	+0,25	154,8
160			155	158	159,3		159,8
165			160	163	164,3		164,8
170			165	168	169,3		169,8
175	+0,04	+0,063	170	173	174,3	+0,25	174,8
180			175	178	179,3		179,8

Примітка: Кінцеве розгортання та тонке розточування отворів виконують за номінальними діаметрами отворів з допусками за H7 або H8.

Додаток 79. Припуски на обробку отворів в цільному матеріалі за 9-м та 11-м квалітетами.

Розміри, мм.

Діаметр отворів			Обробка отворів з допусками за Н9					Обробка отворів з допусками за Н11			
Номинал, мм	Н9	Н11	Сверлення, мм	Чистове розточування		Зенкерування	Розвертання	Свердлення		Зенкерування	Розвертання
				Но-мін.	До-пуск			перше	друге		
3	+0,025	+0,06	2,9				3Н9	2,9	-	-	3Н11
4			3,9				4Н9	3,9			4Н11
5	+0,03	+0,075	4,8	-	-	-	5Н9	4,9			5Н11
6			5,8				6Н9	5,9			6Н11
7			6,8				7Н9	6,8			7Н11
8	+0,036	+0,09	7,8				8Н9	7,8	-	-	8Н11
9			8,8				9Н9	8,8			9Н11
10			9,8	-	-	-	10Н9	9,8			10Н11
11			10			10,9	11Н9	10,8		-	11Н11
12			11			11,9	12Н9	11,8		-	12Н11
13			12				13Н9	11,7			13Н11
14	+0,043	+0,11	13	-	-	-	14Н9	12,7			14Н11
15			14				15Н9	13,7			15Н11
16			15				16Н9	14,3			16Н11
18			17				18Н9	16,3			18Н11
20			18		19,8		20Н9	17,5			20Н11
22			20		21,8		22Н9	19,5			22Н11
24			22		23,8		24Н9	21,5			24Н11
25			23		24,8	+0,13	25Н9	22,5			25Н11
26			24		25,8		26Н9	23,5			26Н11
28			26		27,8		28Н9	25,5			28Н11
30			15	28	29,8		30Н9	20	27,5		30Н11
32			15	30	31,7		32Н9	20	29		32Н11
34			15	32	33,7		34Н9	20	31		34Н11
35			20	33	34,7		35Н9	20	32		35Н11
36			20	34	35,7		36Н9	20	33		36Н11
37			20	35	36,7		37Н9	20	34		37Н11
38	+0,062	+0,16	20	36	37,7	+0,16	38Н9	20	35		38Н11
40			25	38	39,7		40Н9	25	38		40Н11
42			25	38	39,7		40Н9	25	38		40Н11
45			25	43	44,7		45Н9	25	43		45Н11
47			25	45	46,7		47Н9	25	45		47Н11
48			25	46	47,7		48Н9	25	46		48Н11
50			25	48	49,7		50Н9	25	48		50Н11

Примітка:

1. При свердлінні отворів в чавуні застосовувати одне свердло для діаметрів 30 та 32 (для отворів Д30 застосовувати свердло Д28, для отворів Д32 – свердло Д30).
2. Вибір переходу "розточування" або "зенкерування" визначається технологічним процесом.
3. Для обробки отворів діаметром більше 30 мм замість розверток можна застосовувати розточувальні оправки типу "мікробор".

Додаток 80. Припуски на обробку прошитих або одержаних литвом отворів за 9-м та 11-м квалітетами

Діаметр отворів, мм			Обробка отворів з допусками за Н9							
Номінал	Н9	Н11	Чорнове розточування мм		Чистове розточування мм		Розвертання, тонке розточування пластинами або оцражками		Зенкерування	
			перше	друге	Номінал	Допуск Н11	перше	друге	Перше	Друге
30	+ 0,052	+ 0,13	-	28	29,8	+0,13	29,93	30Н9	28	30Н11
32				30	31,7		31,93	32Н9	30	32Н11
34				32	33,7		33,93	34Н9	32	34Н11
35				33	34,7		34,93	35Н9	32	35Н11
36				34	35,7		35,93	36Н9	34	36Н11
37				35	36,7		36,93	37Н9	34	37Н11
38	+ 0,062	+ 0,16	-	36	37,7	+0,16	37,93	38Н9	36	38Н11
40				38	39,7		39,93	40Н9	38	40Н11
42				40	41,7		41,93	42Н9	40	42Н11
45				43	44,7		44,93	45Н9	42	45Н11
47				45	46,7		46,93	47Н9	43	47Н11
48				46	47,7		47,93	48Н9	46	48Н11
50			45	48	49,7		49,93	50Н9	48	50Н11
52			47	50	51,5		51,93	52Н9	50	52Н11
55			50	53	54,5		54,92	55Н9	52	55Н11
58			53	56	57,5		57,92	58Н9	55	58Н11

Діаметр отворів, мм			Обробка отворів з допусками за Н9							
Номінал	Н9	Н11	Чорнове розточування мм		Чистове розточування, мм		Розвертання, тонке розточування пластинами або оправками		Зенкерування	
			перше	друге	Номінал	Допуск Н11	перше	друге	Перше	Друге
60			55	58	59,5		59,92	60Н9	58	60Н11
62			57	60	61,5		61,92	62Н9	60	62Н11
63			58	61	62,5		62,92	63Н9	60	63Н11
65			60	63	64,5		64,92	65Н9	62	65Н11
68	+ 0,074	+ 0,19	63	66	67,5	+0,19	67,9	68Н9	65	68Н11
70			65	68	69,5		69,9	70Н9	68	70Н11
72			67	70	71,5		71,9	72Н9	70	72Н11
75			70	73	74,5		74,9	75Н9	72	75Н11
78			73	76	77,5		77,9	78Н9	75	78Н11
80			75	78	79,5		79,9	80Н9	78	80Н11
85			80	83	84,3		84,85	85Н9	82	85Н11
90			85	88	89,3		89,85	90Н9	88	90Н11
95			90	93	94,3		94,85	95Н9	92	95Н11
100	+ 0,087	+ 0,22	95	98	99,3	+0,22	99,85	100Н9	98	100Н11
105			100	103	104,3		104,8	105Н9	102	105Н11
110			105	108	109,3		109,8	110Н9	107	110Н11
115			110	113	114,3		114,8	115Н9	110	115Н11

Додаток 81. Припуск на чистову обробку зуба циліндричних зубчастих коліс

Розміри, мм

Модуль m , мм	Діаметр колеса, мм		
	100	100-200	200-500
На чистове зубофрезерування та зубодовблення			
3-5	0,6-0,9	0,8-1,0	1,0-1,2
3-10	0,8-1,0	1,0-1,2	1,1-1,6
Під шевінгування			
До 3	0,06-0,10	0,08-0,12	0,10-0,15
3-5	0,08-0,12	0,10-0,15	0,12-0,18
5-7	0,10-0,14	0,12-0,16	0,15-0,18
7-10	0,12-0,16	0,15-0,18	0,18-0,20
Під шліфування			
До 3	0,15-0,20	0,15-0,25	0,18-0,30
3-5	0,18-0,25	0,18-0,30	0,20-0,35
5-10	0,25-0,40	0,30-0,50	0,35-0,60

Примітка: При зубофрезеруванні, зубодовбванні і шевінгуванні прямо зубчастих коліс припуск допускається зменшувати на 10-25%, а для коліс з кутом нахилу зубів більше 15- збільшувати на 10-15% відносно значень ука-заних в таблиці.

Додаток 82. Довідникові таблиці для вибору режимів різання.

Таблиця 1. Значення коефіцієнта K_r і показник степені n_v у формулі для розрахунку коефіцієнта обробки матеріалу K_{MV} .

Обробний матеріал	Розрахункова формула	Коефіцієнт K_r для матеріала інструмента		Показники степені при обробці					
				Різцями		Свердлами, зенкерами, розвертками		Фрезами	
		Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву
Сталь вуглецева (C = 0,6%) $\sigma_{то} < 450$ 450-550 >550		1,0	1,0	-1,0	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0
		1,0	1,0	1,75	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0
		1,0	1,0	1,75	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
Сталь вуглецева (C > 0,6%) хромиста марганцевисташвидкоріжуча	$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_{то}} \right)^{n_v}$	0,8	0,9	1,5	1,0	0,9	1,0	1,35	1,0
		0,7	0,8	1,25	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
		0,75	0,9	1,5	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
		0,6	0,7	1,25	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Сірий чавун	$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
Ковкий чавун	$K_{MV} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Таблиця 2. Поправочний коефіцієнт K , який облічує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання.

Стан поверхні заготовки					
Без кірки	З кіркою				
	Прокат	Поковка	Стальні і чавунні відливки		Мідні і алюмінієві сплави
			Нормальні	Дуже забруднені	
1,0	0,8	0,8	0,8-0,85	0,5-0,6	0,9

Таблиця 3. Поправочний коефіцієнт K_v , який облічує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання.

Обробний матеріал	Значення K_v в залежності від марки інструментального матеріалу на швидкість різання.						
	Сталь конструкційна	T5K12B 0,35	T5K10 0,65	T14K8 0,8	T15K6 1,0...1,15	T30K4 1,4	BK8 0,4
Корозійно-стійкі і жароміцні сталі	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3	-	-	
Сталь загартована	HRC35-50				HRC51-62		
	T15K6 1,0	T30K4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,83	BK4 1,0	BK6 0,92	BK8 0,74
Сірий і ковкий чавун	BK8 0,83	BK6 1,0	BK4 1,1	BK3 1,15	BK3 1,25	-	
Сталь, чавун, мідні і алюмінієві	P6M5 1,0	BK4 2,5	BK6 2,7	9XC 0,6	XBG 0,6	Y12A 0,5	-

Таблиця 4. Поправочний коефіцієнт K_{MF} для сталі та чавуну, який облічує вплив якості обробного матеріалу на силові залежності.

Обробний матеріал	Розрахункова формула	Показник степені n при визначенні		
		Складової F_z сили різання при обробці різцями	Обертового моменту M і осьової сили F_o при свердленні, розсвердленні і зенкеруванні	Окружної сили різання F_z при фрезеруванні
Конструкційна вуглецева і легуюча сталь σ_{TO} МПа ≤ 600 > 600	$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{TO}}{750}\right)^n$	0,75/0,35 0,75/0,75	0,75/0,75 0,75/0,75	0,3/0,3 0,3/0,3
Сірий чавун	$K_{MF} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чавун	$K_{MF} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примітка: В чисельнику приведені значення показника степеня n для твердого сплаву, в знаменнику – для швидкорізучої сталі.

Додаток 83. Вибір режимів різання при точінні

Таблиця 1. Подачі чорнового зовнішнього точіння різцями з пластинками із твердого сплаву і швидкорізної сталі.

Діаметр деталі, мм.	Розмір державки різця, мм.	Обробний матеріал									
		Сталь конструкційна вуглецева, легуюча і жароміцна					Чавун і мідні сплави				
		Подача, мм/об, при глибині різання, мм									
		До 3	> 3 до 5	>5 до 8	> 8 до 12	> 12	До 3	> 3 до 5	> 5 до 8	> 8 до 12	> 12
До 20	16x25	0,3-0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 20 до 40	16x25	0,4-0,5	0,3-0,4	-	-	-	0,4-0,5	-	-	-	-
>40 >60	16x25	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	-	-	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-
>60 >100	16x25	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	-	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-
>100 >400	16x25	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	-
>400 >500	20x30	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	-
>500 >600	20x30	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
>600 >1000	25x40	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2

Примітка:

1. При обробці переривних поверхонь і при роботі з ударами табличні значення подач слід зменшувати на коефіцієнт 0,75-0,85.

2. При роботі загартованих сталей табличні значення подачі слід зменшувати, множенням на коефіцієнт 0,8 для сталі HRC 44-56 і на 0,5 для сталі з HRC 57-62.

Таблиця 2. Подачі для чорнового розточування на токарних, токарно-револьверних і карусельних верстатах різцями з пластинками із твердого сплаву та швидкоріжучої сталі.

Різець	Обробний матеріал												
	Діаметр круглого перетину різця або розміри прямокутного перетину оправки, мм.	Сталь конструкційна вуглецева, легуюча і жаротривка						Чавун і мідні сплави					
		Подача мм/об щодо глибини різання, мм.											
		2	3	5	8	12	20	2	3	5	8	12	20
Токарні і токарно-револьверні верстати													
10	50	0,08	-	-	-	-	-	0,12-0,16	-	-	-	-	-
12	60	0,10	0,08	-	-	-	-	0,12-0,20	0,12-0,18	-	-	-	-
16	80	0,1-0,2	0,15	0,10	-	-	-	0,20-0,30	0,15-0,25	0,10-0,18	-	-	-
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12	-	-	-	0,30-0,40	0,25-0,35	0,12-0,25	-	-	-
25	125	0,25-0,50	0,15-0,40	0,12-0,20	-	-	-	0,40-0,60	0,30-0,50	0,25-0,35	-	-	-
30	150	0,40-0,70	0,20-0,50	0,12-0,30	-	-	-	0,50-0,80	0,40-0,60	0,25-0,45	-	-	-
40	200	-	0,25-0,60	0,15-0,40	-	-	-	-	0,60-0,80	0,30-0,80	-	-	-
40x40	150	-	0,60-1,0	0,50-0,70	-	-	-	-	0,70-1,20	0,50-0,90	0,40-0,50	-	-
	300	-	0,40-0,70	0,30-0,60	-	-	-	-	0,60-0,90	0,40-0,70	0,30-0,40	-	-
60x60	150	-	0,90-1,20	0,80-1,0	0,6-0,8	-	-	-	1,0-1,5	0,80-1,2	0,60-0,90	-	-
	300	-	0,70-1,0	0,50-0,80	0,4-0,7	-	-	-	0,9-1,2	0,70-0,90	0,50-0,70	-	-

Різець	Обробний матеріал													
	Сталь конструкційна вуглецева, легуюча і жаротривка						Чавун і мідні сплави							
	Подача мм/об щодо глибини різання, мм.													
	Виліт різця або оправки, мм.													
Діаметр круглого перетину різця або розміри прямокутного перетину оправки, мм.	2	3	5	8	12	20	2	3	5	8	12	20		
	75x75	300	-	0,90- 1,3	0,80- 1,10	0,7- 0,9	-	-	-	1,1- 1,6	0,90- 1,30	0,70- 1,00	-	-
		500	-	0,70- 1,0	0,60- 0,90	0,5- 0,7	-	-	-	-	0,70- 1,10	0,60- 0,80	-	-
		800	-	-	0,40- 0,70	-	-	-	-	-	0,60- 0,80	-	-	-
Карусельні верстати														
	200	-	1,3- 1,7	1,2- 1,5	1,1- 1,3	0,9 - 1,2	0,8 - 1,0	-	1,5- 2,0	1,4- 2,0	1,2- 1,6	1,0 - 1,4	0,9 - 1,2	
	300	-	1,2- 1,4	1,0- 1,3	0,9- 1,1	0,8 - 1,0	0,6 - 0,8	-	1,4- 1,8	1,2- 1,7	1,0- 1,3	0,8 - 1,1	0,7 - 0,9	
	500	-	1,0- 1,2	0,9- 1,1	0,7- 0,9	0,6 - 0,7	0,5 - 0,6	-	1,2- 1,6	1,1- 1,5	0,8- 1,1	0,7 - 0,9	0,6 - 0,7	
	700	-	0,8- 1,0	0,7- 0,8	0,5- 0,6	-	-	-	1,0- 1,4	0,9- 1,2	0,7- 0,9	-	-	

Таблиця 3. Подачі, S_0 мм/об, допустимі міцністю пластини із твердого сплаву, при точінні конструкційної сталі різцями з головним кутом в плані

Товщина пластины, мм.	Глибина різання t , мм. до:			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примітка:

1. В залежності від механічних властивостей сталі на табличні значення подачі вводити поправочний коефіцієнт 1,2 при $\sigma_{то} = 480...640$ МПа; 1,0 при $\sigma_{то} = 650...870$ МПа і 0,85 при $\sigma_{то} = 870...1170$ МПа.
2. Щодо обробки чавуну, то табличні значення множити на коефіцієнт 1,6.
3. Табличні значення подачі множити на поправочний коефіцієнт 1,4 при $\varphi = 30^\circ$; 1,0 при $\varphi = 45^\circ$; при $\varphi = 60^\circ$ і 0,4 при $\varphi = 90^\circ$.
4. Щодо обробки з ударами, то подачу потрібно зменшити на 20%.

Таблиця 4. Подачі, S_0 мм/об, при чистовому точінні.

Параметри шорсткості поверхні, мкм.		Радіус при вершині різця r , мм					
R_a	R_z	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25	-	0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50	-	0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
-	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
-	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
-	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примітка: Подачі вказані для обробки сталей з $\sigma_{то} = 700...9000$ МПа і чавунів. Для сталі з $\sigma_{то} = 500...700$ МПа значення подач множити на коефіцієнт $K_s = 0,45$. Для сталі з $\sigma_{то} = 900...1100$ МПа значення подач множити на коефіцієнт $K_s = 1,25$.

Таблиця 5. Подачі, S_0 мм/об, щодо прорізування пазів і відрізування.

Діаметр обробки, мм.	Ширина різця, мм.	Оброблюючий матеріал	
		Сталь конструкційна вуглецева і легуюча, сталеве литво	Чавун, мідні і алюмінієві сплави
Токарно-револьверні верстати			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Від 20 до 40	3-4	0,10-0,12	0,16-0,19
>40 >60	4-5	0,13-0,16	0,20-0,24
>60 >100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
>100 >150	6-10	0,18-0,26	0,30-0,40
>150	10-15	0,28-0,36	0,40-0,55
Карусельні верстати			
До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Більше 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Примітка:

1. При відрізуванні суцільного матеріалу діаметром більше 60 мм при приближенні різця до осі деталі до 0,5 радіусу табличні значення подачі слід зменшити на 40-50%.
2. Для загартованої конструкційної сталі табличні значення подачі слід зменшити на 30% при HRC 50 і на 50% при HRC > 50.
3. При роботі різцями, які установленні в револьверній головці, табличні значення слід множити на коефіцієнт 0,8.

Таблиця 6. Подачі, S_0 мм/об, при фасонному точінні.

Ширина різця, мм.	Діаметр обробки, мм.			
	20	25	40	60 і більше
8	0,03-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09
10	0,03-0,07	0,04-0,085	0,04-0,085	0,04-0,085
15	0,02-0,05	0,035-0,075	0,04-0,08	0,04-0,08
20	-	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,08
30	-	-	0,035-0,07	0,035-0,07
40	-	-	0,03-0,06	0,03-0,06
50 і більше	-	-	-	0,025-0,055

Примітка: Менші подачі брати для більш складних і глибоких профілів і твердих металів, більше – для простих профілів і м'яких металів.

Таблиця 7. Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулах швидкості різання при обробці різцями.

Вид обробки	Матеріал ріжучої частини різців	Характеристика подачі	Коефіцієнт і показники степені			
			C_v	X_v	Y_v	m
1	2	3	4	5	6	7
Обробка конструкційної вуглецевої сталі $\sigma_{то} = 750$ МПа						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	T15K6	S до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		S більше 0,3	350		0,35	
		S до 0,7	340		0,45	
S > 0,7						
Теж саме, різцями з допоміжним лезом	T15K6	S ≤ t	292	0,30	0,15	0,18
		S > t		0,15	0,30	
Відрізання	T5K10 P18	-	47	-	0,80	0,20
			23,7		0,66	0,25
Фасонне точіння	P18	-	22,7	-	0,50	0,30
Нарізування метричної різби	T15K6 P6M5	-	244	0,23	0,30	0,20
		Чорнові ходи: P ≤ 2 мм.	14,8	0,70	0,30	0,11
		P > 2 мм.	30	0,60	0,25	0,08
		Чистові ходи	41,8	0,45	0,30	0,13
Вихрове нарізання різби	T15K6	-	2330	0,50	0,50	0,50
Обробка сірого чавуну HB 190						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	BK6	S ≤ 0,40	292	0,15	0,20	0,20
		S > 0,40	243		0,40	
Теж саме, різцями з допоміжним лезом	BK6	S ≥ 1	324	0,40	0,20	0,28
		S < 1	324	0,20	0,40	0,28
Відрізання	BK6	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарізування метричної різби			83	0,45	-	0,33
Обробка ковкого чавуну HB 150						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	BK8	S ≤ 0,40	317	0,15	0,20	0,20
		S > 0,40	215	0,15	0,45	0,20
Відрізання	BK6	-	86	-	0,4	0,20
Обробка мідних сплавів, твердості HB 100-140						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	P18	S ≤ 0,20	270	0,12	0,25	0,23
		S > 0,20	182	0,12	0,30	0,23
Обробка сілуміна і ливарних алюмінієвих сплавів, $\sigma_{то} = 100...200$ МПа, HB ≤ 65; дюралюмінія, $\sigma_{то} = 300...400$ МПа, HB ≤ 100						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	P18	S ≤ 0,20	485	0,12	0,25	0,28
		S > 0,20	328	0,12	0,50	0,28

Примітка:

1. При внутрішній обробці приймають швидкість різання, однакову з швидкістю різання для зовнішньої обробки з введенням поправочного коефіцієнту 0,9.
2. При обробці без охолодження конструкційних і жароміцних сталей і сталених відливок різцями із швидко ріжучої сталі вводять поправочний коефіцієнт на швидкість різання 0,8.
3. При відрізуванні і підрізуванні з охолодженням різців із твердого сплаву T15K6 конструкційних сталей і сталених відливок вводять на швидкість різання поправочний коефіцієнт 1,4.
4. При фасонному точінні глибокого і складного профілю на швидкість різання вводять коефіцієнт 0,85.
5. При обробці різцями із швидко ріжучої сталі термооброблених сталей швидкість різання для відповідної сталі зменшувати, вводячи поправочний коефіцієнт 0,95 – при нормалізації, 0,9 – при відпалу, 0,8 – при поліпшенні.
6. Подача S_0 в мм/об.

Таблиця 8. Поправочний коефіцієнт, враховуючи вплив параметрів на швидкість різання.

Головний кут в плані φ	Коефіцієнт $K_{\varphi V}$	Допоміжний кут в плані φ_1	Коефіцієнт $K_{\varphi V}$	Радіус при вершині різця r , мм	Коефіцієнт K_{rV}
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,03
60	0,9	30	0,91	-	-
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	-	-	-	-

Таблиця 9. Режими різання при тонкому точінні і розточуванні.

Обробний матеріал	Матеріал робочої частини ріжучого інструмента	Параметри шорсткості поверхні R_a мкм.	Подача S мм/об	Швидкість різання V , мм/хв.
Сталь: $\sigma_{то} < 650$ МПа	T30K4	1,25-0,63	0,65-0,12	250-300
$\sigma_{то} = 650 \dots 800$ МПа	T30K4	1,25-0,63	0,65-0,12	150-200
$\sigma_{то} > 800$ МПа	T30K4	1,25-0,63	0,65-0,12	120-170
Чавун: HB 149-163	BK3	2,5-1,25		150-200
HB 156-229				120-150
HB 170-241				100-120
Алюмінієві сплави і бабіт		1,25-0,32	0,04-0,1	300-600
Бронза і латунь				180-500

Примітка:

Глибина різання 0,1 – 0,5 мм.

Таблиця 10. Значення коефіцієнта C_F і показники степені в формулах сили різання при точінні.

Обробний матеріал	Матеріал робочої частини	Вид обробки	Коефіцієнт та показники в формулах для складових											
			Потенціальної				Радіальної				Осьової			
			C_F	X	Y	n	C_F	X	Y	n	C_F	X	Y	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Конструкційна сталь і сталеві відливки $Q_{т0} = 750$ МПа	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,9
		Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з допоміжним лезом	384	0,9	0,9	-	355	0,6	0,8	-	241	1,05	0,2	-
		Відрізання та прорізування	408	0,72	0	-	173	0,73	0,67	0	-	-	-	-
		Нарізання різьби	148	-	1,7	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-
	Швидко ріжуча сталь	Зовнішнє поздовжнє точіння, підрізання та розточування	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
		Відрізування та прорізування	247	1,0	1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		Фасонне точіння	212	1,0	0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Сталь жароміцна 12X18H9T HB 141	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	204	1,0	0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	

Обробний матеріал	Матеріал робочої частини	Вид обробки	Коефіцієнт та показники в формулах для складових											
			Потенціальної				Радіальної				Осьової			
			C _F	X	Y	n	C _F	X	Y	n	C _F	X	Y	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сірий чавун	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	92	1,0	0,75	0	54	0,9	0,75	0	46	1,0	0,4	0
		Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з допоміжним лезом	123	1,0	0,85	0	61	0,6	0,5	0	24	1,05	0,2	0
		Нарізання різьби	103	-	1,8	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-
Сірий чавун HB 190	Швидко ріжуча сталь	Відрізання та прорізання	158	1,0	1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	
Ковкий чавун HB150	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	$\frac{81}{100}$	1,0	0,75	0	$\frac{43}{88}$	0,9	$\frac{0,7}{5}$	0	$\frac{38}{40}$	$\frac{1,0}{1,2}$	$\frac{0,4}{0,65}$	0
		Відрізання та прорізання	139	1,0	1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Мідні сплави HB120	Швидко ріжуча сталь	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	55	1,0	0,66	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		Відрізання та прорізання	75	1,0	1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Обробний матеріал	Матеріал робочої частини	Вид обробки	Коефіцієнт та показники в формулах для складових												
			Потенціальної				Радіальної				Осьової				
			C_F	X	Y	n	C_F	X	Y	n	C_F	X	Y	n	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Алюміній та силумін	Швидко ріжуча сталь	Зовнішнє поздовжнє та поперечне точіння та розточування	40	1,0	0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Відрізання та прорізання	50	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 11. Поправочні коефіцієнти, враховуючи вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання щодо обробки сталі та чавуну.

Параметри		Матеріал ріжучої частини інструмента	Позначення	Поправочні коефіцієнти		
Назва	Величина			Величина коефіцієнта для складових		
				Тангенціальної	Радіальної	Осьової
Головний кут в плані φ°	30	Твердий сплав	$K_{\varphi F}$	1,08	1,30	0,78
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,94	0,77	1,11
	90			0,89	0,5	1,17
	30	Швидко ріжуча сталь	$K_{\varphi F}$	1,08	1,63	0,70
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,98	0,71	1,27
	90			1,08	0,44	1,82
Передній кут γ°	-15	Твердий сплав	$K_{\gamma F}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12-15	Швидко ріжуча сталь		1,15	1,6	1,7
20-25	1,0		1,0	1,0		
Кут нахилу головного леза λ°	-5	Твердий сплав	$K_{\lambda F}$		0,75	1,07
	0			1,0	1,0	
	5			1,25	0,85	
	15			1,7	0,65	
Радіус при вершині r, мм.	0,5	Швидко ріжуча сталь	$K_{r F}$	0,87	0,66	
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,0	1,0	1,0
	3,0			1,04	1,14	
	4,0			1,10	1,33	

Додаток 84. Вибір режимів різання при свердленні, розсвердленні, зенкеруванні та розвертанні.

Таблиця 1. Подачі, S мм/об, при свердленні сталі, чавуну, мідних і алюмінієвих сплавів свердлами із швидко ріжучої сталі.

Діаметр свердла D, мм.	Сталь				Сірий та ковкий чавун, мідні та алюмінієві сплави	
	HB < 160	160-240	240-300	HB > 300	HB ≤ 170	HB > 170
2-4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16-20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20-25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25-30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30-40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40-50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-0,81

Таблиця 2. Подачі, S мм/об, при обробці отворів зенкерами із швидко ріжучої сталі і твердого сплаву.

Оброблюючий матеріал	Діаметр зенкера D, мм.									
	До 15	Від 15 до 20	Від 20 до 25	Від 25 до 30	Від 30 до 35	Від 35 до 40	Від 40 до 50	Від 50 до 60	Від 60 до 80	
Сталь	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9	0,8-1,0	0,9-1,1	0,9-1,2	1,0-1,3	1,1-1,3	1,2-1,5	
Чавун, HB ≤ 200 і мідні сплави	0,7-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,1-1,3	1,2-1,5	1,4-1,7	1,6-2,0	1,8-2,2	2,0-2,4	
Чавун, HB > 200	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,2-1,4	1,3-1,5	1,4-1,5	

Примітка: При зенкеруванні глухих отворів подача не повинна перевищувати 0,3-0,6 мм/об.

Додаток 85. Значення коефіцієнтів і показників степені у формулах крутящого моменту та осьової сили при свердленні, розсвердлюванні і зенкеруванні.

Обробляючий матеріал	Назва операції	Матеріал ріжучої частини інструмента	Коефіцієнт та показники степені у формулах крутящого моменту осьової сили							
			См	g	x	y	Ср	g	x	Y
Конструкційна вуглецева сталь, $\sigma_{то} = 750$ МПа	свердлення	Швидко-ріжуча сталь	0,0345	2,0	-	0,8	68	1,0	-	0,7
	Розсвердлювання та зенкерування		0,09	1,0	0,9	0,8	67	-	1,2	0,65
Жароміцна сталь 12Х18Н8Т, НВ141	свердлення		0,041	2,0	-	0,7	143	1,0	-	0,7
	Розсвердлювання та зенкерування		0,106	1,0	0,9	0,8	140	-	1,2	0,65
Сірий чавун, НВ190	свердлення	Твердий сплав	0,012	2,2	-	0,8	42	1,2	-	0,75
	Розсвердлювання та зенкерування		0,196	0,85	0,8	0,7	46	-	1,0	0,4
	свердлення	Швидко-ріжуча сталь	0,021	2,0	-	0,8	42,7	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання та зенкерування		0,085	-	0,75	0,8	23,5	-	1,2	0,4
Ковкий чавун, НВ150	свердлення	Твердий сплав	0,021	2,0	-	0,8	43,3	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання та зенкерування		0,01	2,2	-	0,8	32,8	1,2	-	0,75
	свердлення	0,17	0,85	0,8	0,7	38	-	1,0	0,4	
Мідні сплави, НВ120	свердлення	Швидко-ріжуча сталь	0,012	2,0	-	0,8	31,5	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання та зенкерування		0,031	0,85	-	0,8	17,2	-	1,0	0,4
Силумін	свердлення		0,005	2,0	-	0,8	9,8	1,0	-	0,7

Додаток 86. Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими, циліндричними і дисковими фрезами із твердого сплаву.

Потужність верстата, кВт	Сталь		Чавун та мідні сплави	
	Подача на зуб фрези Sz, мм, при твердому сплаві			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
5-10	0,09-0,18	0,12-0,18	0,14-0,24	0,20-0,29
Більше 10	0,12-0,18	0,16-0,24	0,18-0,28	0,25-0,38

Додаток 87. Подачі при чорному фрезеруванні торцевими, циліндричними і дисковими із швидкоріжучої сталі.

Потужність верстата або фрезерної головки, кВт	Жорсткість системи заготовки - пристосування	Фрези			
		Торцеві та дискові		Циліндричні	
		Подача на один зуб Sz, мм, при обробці			
		Конструкційної сталі	Чавуну та мідних сплавів	Конструкційної сталі	Чавуну та мідних сплавів
Фрези з великим зубом і фрези зі вставними ножами					
Більше 10	Підвищена	0,20-0,30	0,40-0,60	0,40-0,60	0,60-0,80
	Середня	0,15-0,25	0,30-0,50	0,30-0,40	0,40-0,60
	Понижена	0,10-0,15	0,20-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40
5-10	Підвищена	0,12-0,20	0,30-0,50	0,25-0,40	0,30-0,50
	Середня	0,08-0,15	0,20-0,40	0,12-0,20	0,20-0,30
	Понижена	0,06-0,10	0,15-0,20	0,10-0,15	0,12-0,20
До 5	Середня	0,06-0,07	0,15-0,30	0,08-0,12	0,10-0,18
	Понижена	0,04-0,06	0,10-0,20	0,06-0,10	0,08-0,15
Фрези з мілким зубом					
5-10	Підвищена	0,08-0,12	0,20-0,35	0,10-0,15	0,12-0,20
	Середня	0,06-0,10	0,15-0,30	0,06-0,10	0,10-0,15
	Понижена	0,04-0,08	0,10-0,20	0,06-0,08	0,08-0,12
До 5	Середня	0,04-0,06	0,12-0,20	0,05-0,08	0,06-0,12
	Понижена	0,03-0,05	0,08-0,15	0,03-0,06	0,05-0,10

Додаток 88. Подачі при фрезеруванні сталених заготовок різними фрезами із швидкоріжучою сталі.

Вид фрези	Діаметр фрези D, мм	Подача на один зуб фрези Sz, мм при фрезеруванні t, мм					
		3	5	6	8	10	12
Кінцеві	16	0,08-0,05	0,06-0,05				
	20	0,10-0,06	0,07-0,04				
	25	0,12-0,07	0,09-0,05	0,08-0,04			
	35	0,16-0,10	0,12-0,07	0,10-0,05			
Кутові та фасонні		0,08-0,04	0,07-0,05	0,06-0,04			
Кінцеві кутові та фасонні прорізи	40	0,20-0,12	0,14-0,08	0,12-0,07	0,08-0,05		
		0,09-0,05	0,07-0,05	0,06-0,03	0,06-0,03		
		0,009-0,005	0,007-0,003	0,01-0,007	-		
Кінцеві Кутові та фасонні прорізи	50	0,25-0,15	0,15-0,10	0,13-0,008	0,07-0,04		
		0,10-0,06	0,08-0,05	0,07-0,04	0,06-0,03		
		0,01-0,006	0,008-0,004	0,012-0,008	0,012-0,008		
Кутові та фасонні прорізи відрізи	60	0,10-0,06	0,08-0,05	0,07-0,04	0,06-0,04	0,05-0,03	
		0,013-0,008	0,01-0,005	0,015-0,01	0,015-0,01	0,015-0,01	
		-	-	0,025-0,015	0,022-0,012	0,02-0,01	
Кутові та фасонні прорізи відрізи	75	0,12-0,08	0,10-0,06	0,09-0,05	0,07-0,05	0,06-0,04	0,06-0,04
		-	0,015-0,005	0,025-0,01	0,022-0,01	0,02-0,01	0,017-0,008
		-	-	0,03-0,015	0,027-0,012	0,025-0,01	0,022-0,01
Кутові та фасонні відрізи	90	0,12-0,08	0,12-0,05	0,11-0,05	0,10-0,05	0,09-0,04	0,08-0,04
				0,03-0,02	0,028-0,016	0,027-0,015	0,023-0,015
відрізи	110	-	-	0,03-0,0025	0,03-0,02	0,025-0,02	0,025-0,02
	150-200	-	-	-	-	-	-

Додаток 89. Подачі при фрезеруванні твердосплавними кінцевими фрезами плоскостей та уступів сталених заготовок

Чорнове фрезерування								
Вид твердо-сплавних елементів	Діаметр фрези D, мм	Подача на один зуб фрези Sz, мм при фрезеруванні t, мм						
		1-3	5	8	12	20	30	40
Коронка	10-12	0,01-0,03	-	-	-	-	-	-
	14-16	0,02-0,06	0,02-0,04	-	-	-	-	-
	18-22	0,04-0,07	0,03-0,05	0,02-0,04	-	-	-	-
Гвинтові пластинки	20	0,06-0,12	0,04-0,07	0,03-0,05	-	-	-	-
	25	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,10	0,05-0,08	-	-	-
	30	0,10-0,15	0,08-0,10	0,06-0,10	0,05-0,09	-	-	-
	40	0,10-0,18	0,08-0,13	0,06-0,11	0,05-0,10	0,04-0,07	-	-
	50	0,10-0,20	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,09	0,05-0,08	0,05-0,06
	60	0,12-0,20	0,10-0,16	0,10-0,12	0,08-0,12	0,06-0,10	0,06-0,10	0,06-0,10
Чистове фрезерування								
Діаметр фрези D, мм	10-16		20-22			25-35		40-60
Подача фрези S, мм/об	0,02-0,06		0,06-0,12			0,12-0,24		0,30-0,60

Додаток 90. Подачі, S мм/об, при чистовому фрезеруванні плоскостей і уступів торцевими, дисковими і циліндричними фрезами

Параметр шорсткості поверхні Ra, мкм	Торцеві та дискові фрези з вставними ножами	Циліндричні фрези із швидкоріжучої сталі при діаметрі фрези, мм, в залежності від оброблюючого матеріалу						
		із твердо-го сплаву	із швидкоріжучої сталі	конструкційна вуглецева та легуюча сталь			чавун, мідні та алюмінієві сплави	
	40-75			90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	-	1,2-2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5-1,0	0,5-1,2	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,1	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

Додаток 91. Подачі при фрезеруванні сталених заготовок шпоночними фрезами із швидкоріжучої сталі

Діаметр фрези D, мм	Фрезерування на шпоночно-фрезерних верстатах з маятниковою подачею при глибині фрезерування на один двійний хід, складаючий частину глибини шпоночного паза		Фрезерування на вертикально-фрезерних верстатах за один прохід	
			Осьове врізання на глибину шпоночного паза	Поздовжній рух при фрезеруванні шпоночного паза
	Глибина фрезерування t, мм	Подача на один зуб Sz, мм		
6	0,3	0,10	0,006	0,020
8		0,12	0,007	0,022
10		0,16	0,008	0,024
12		0,18	0,009	0,026
16	0,4	0,25	0,010	0,028
18		0,28	0,011	0,030
20		0,31	0,011	0,032
24		0,38	0,012	0,036
28	0,5	0,45	0,014	0,037
32		0,50	0,015	0,037
36		0,55	0,016	0,038
40		0,65	0,016	0,038

Додаток 92. Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулі швидкості різання при фрезеруванні

Фрези	Матеріал ріжучої сталі	Операція	Параметри зрізуючого шару			Коефіцієнт та показники степені в формулі швидкості різання							
			B	t	Sz	C_v	g	x	y	u	p	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Обробка конструкційної вуглецевої сталі, $\sigma_b=750\text{MPa}$													
Горцеві	T15K6	Фрезерування плоскостей	-	-	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2	
	P6M5		-	-	$\leq 0,1$	64,7			0,2				
Циліндричні	T15K6		≤ 35	≤ 2	-	390	0,17	0,19	0,28	-0,05	0,1	0,33	
				> 2		443		0,38					
				≤ 2		616		0,19					
			> 35	> 2		700	0,17	0,38	0,28	0,08	0,1	0,33	
	P6M5		-	-	$\leq 0,1$	55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33	
					$> 0,1$	35,4			0,4				
Дискові із вставними ножами	T15K6		Фрезерування плоскостей та уступів	-	-	2	1340	0,2	0,4	0,12	0	0	0,35
						$\geq 0,1$	740			0,4			
		Фрезерування пазів	-	-	$< 0,06$	1825	0,3	0,3	0,12	0,1	0	0,35	
					$\geq 0,06$	690			0,4				
Дискові із вставними ножами	P6M5	Фрезерування плоскостей, Пазів та	-	-	$\leq 0,1$	75,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	
			$> 0,1$	48,5	0,4								
Дискові цільні	P6M5		-	-	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	
Кінцеві із коронками	T15K6		-	-	-	145	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37	
Кінцеві із напаяними пластинами			-	-	-	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37	
Кінцеві цільні			P6M5	-	-	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Прорізнi та відрізнi	P6M5	Прорізування пазів	-	-	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	

Фрези	Матеріал ріжучої сталі	Операція	Параметри зрізуючого шару			Коефіцієнт та показники степені в формулі швидкості різання						
			B	t	Sz	Cv	g	x	y	u	p	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обробка конструкційної вуглецевої сталі, $\sigma_v=750\text{MPa}$												
Фасонні із випуклим профілем	P6M5	Фасонне фрезерування	-	-	-	53	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Кутові та фасонні із вогнутим профілем		Фрезерування куткових канавок та фасонне	-	-	-	44	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Шпоночні двопері	P6M5	Фрезерування шпоночних пазів	-	-	-	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
Обробка жароміцної сталі, 12X18H9T в складі постачання												
Торцеві	BK8	Фрезерування плоскостей та уступів	-	-	-	108	0,2	0,06	0,3	0,2	0	0,32
	P6M5		-	-	-	49,6	0,15	0,2	0,3	0,2	0,1	0,14
Циліндричні	P6M5		-	-	-	44	0,29	0,3	0,34	0,1	0,1	0,24
Кінцеві			-	-	-	22,5	0,35	0,21	0,48	0,03	0,1	0,27

Фрези	Матеріал ріжучої сталі	Операція	Параметри зрізуючого шару			Коефіцієнт та показники степені в формулі швидкості різання							
			B	t	Sz	Cv	g	x	y	u	p	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Обробка сірого чавуну, HB190													
Торцеві	ВК6	Фрезерування плоскостей	-	-	-	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32	
	P6M5		-	-	-	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15	
Циліндричні	ВК6		-	<2,5	<0,2	923	0,37	0,13	0,19	0,47	0,23	0,14	0,42
				>2,5	>0,2	588							
					<0,2	1180		0,40	0,19				
	P6M5			>0,2	750			0,47					
			-	-	<0,15	57,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25	
				>0,15	27			0,6					
Дискові із ставними ножами	P6M5		Фрезерування плоскостей, уступів та пазів	-	-	-	85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Дискові цільні				-	-	-	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Кінцеві		-		-	-	72	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25	
Прорізнi та відрізнi	P6M5	Прорізування пазів та відрізання	-	-	-	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15	
Обробка ковкого чавуну, HB150													
Торцеві	ВК6	Фрезерування плоскостей	-	-	<0,18	994	0,22	0,17	0,1	0,22	0	0,33	
					>0,18	695			0,32				
	P6M5		-	-	<0,1	90,5	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2	
				>0,1	57,4			0,4					

Фрези	Матеріал рі- жучої сталі	Операція	Параметри зрі- зуючого шару			Коефіцієнт та показники степені в формулі швидкості різання								
			B	t	Sz	Cv	g	x	y	u	p	m		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Обробка ковкого чавуну, HB150														
Циліндричні	P6M5	Фрезерування плоскостей	-	-	<0,1	77	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33		
			>0,1	49,5	0,4									
Дискові із вставними ножами	P6M5	Фрезерування плоскостей, уступів та пазів	-	-	<0,1	105,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2		
			>0,1	68	0,4									
Дискові ці- льні					-	-	-	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві			-	-	-	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33		
Прорізнi та відрізнi	P6M5	Прорізування пазів та відрізання	-	-	-	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2		
Обробка мідних сплавів, HB100-140														
Торцеві	P6M5	Фрезерування плос- костей, уступів та пазів	-	-	0,1	136	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2		
			0,1	86,2	0,4									
Циліндричні					-	-	0,1	115,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
			0,1	74,3	0,4									
Дискові із вставними ножами			-	-	0,1	158,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2		
	0,1	102	0,4											

Фрези	Матеріал ріжучої сталі	Операція	Параметри зрізуючого шару			Коефіцієнт та показники степені в формулі швидкості різання						
			B	t	Sz	Cv	g	x	y	u	p	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обробка мідних сплавів, HB100-140												
Дискові цільні	P6M5	Фрезерування плоскостей та уступів	-	-	-	144	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві			-	-	-	103	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорізні та відрізні	P6M5	Прорізування пазів та відрізання	-	-	-	111,3	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обробка сілуміна і алюмінієвих сплавів $\sigma_{\text{ч}}=100\dots 200$ МПа, HB65												
Торцеві	P6M5	Фрезерування плоскостей	-	-	<0,1	245	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
Циліндричні			-	-	>0,1	155	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
	Дискові із вставними ножами	P6M5	Фрезерування плоскостей уступів та па- сик	-	-	<0,1	285	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1
Дискові цільні	-			-	>0,1	183,4	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві	P6M5	Прорізування пазів та відрізання	-	-	-	200	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Прорізні та відрізні			-	-	-	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33

Додаток 93. Середні значення періоду стійкості T фрез

Фрези	Стійкість T, хв., при діаметрі фрези, мм											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Торцеві	-		120	180					240		300	400
Циліндричні із вставними ножами та цільні з крупним зубом	-			180					240		-	
Циліндричні цільні з прямим зубом	-		120	180								
Дискові	-					120		150	180	240		-
Кінцеві	80	90	120	180	-							
Прорізні та відрізнi	-				60	75	120		150		-	
Фасонні та кутові	-		120	180			-					

Додаток 94. Значення коефіцієнта C_p і показників степені в формулі округленої сили P_z при фрезеруванні.

Обробка конструкційної вуглецевої сталі $\sigma_4=750\text{Мпа}$							
Фрези	Матеріал ріжучої частини інструменту	Коефіцієнт та показники степені					
		C_p	X	Y	U	G	W
1	2	3	4	5	6	7	8
Торцеві	Твердий сплав швидкоріжучий сплав	825	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
		82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0
Циліндричні	Твердий сплав швидкоріжучий сплав	101	0,88	0,75	1,0	0,87	0
		68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Дискові, прорізні та відрізнi	Твердий сплав швидкоріжучий сплав	261	0,9	0,8	1,1	1,1	0,1
		68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Кінцеві	Твердий сплав швидкоріжучий сплав	12,5	0,85	0,75	1,0	0,73	-0,13
		68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Фасонні та кутові	Швидкоріжуча сталь	47	0,86	0,72	0,1	0,86	

Продовження додатку 94

Обробка жароміцної сталі 12X18H9T в складі постачання НВ 141

Торцеві	Твердий сплав	218	0,92	0,78	1,0	1,15	0
Кінцеві	Швидкоріжуча сталь	82	0,75	0,6	1,0	0,86	0

Обробка сірого чавуну, НВ190

Торцеві	Твердий сплав	54,5	0,9	0,74	1,0	1,0	0
	Швидкоріжуча сталь	50	0,9	0,72	1,14	1,14	0
Циліндричні	Твердий сплав	58	0,9	0,8	1,0	0,9	0
	Швидкоріжуча сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Дискові, кінцеві, прорізнi та відрізнi	Швидкоріжуча сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0

Обробка ковкого чавуну, НВ150

Торцеві	Твердий сплав	491	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Швидкоріжуча сталь	50	0,95	0,8	11	1,1	0
Циліндричні, Дискові, кінцеві, прорізнi та відрізнi	Швидкоріжуча сталь	30	0,86	0,72	1,0	0,86	0

Обробка мідних сплавів середньої твердості, НВ 100-140

Фрези	Матеріал ріжучої частини інструменту	Коефіцієнт та показники степені					
		Ср	X	У	U	G	W
1	2	3	4	5	6	7	8
Циліндричні, Дискові, кінцеві, прорізнi та відрізнi	Швидкоріжуча сталь	22,6	0,86	0,72	1,0	0,86	0

Додаток 95. Відносні значення складових сили різання при фрезеруванні

Фрези циліндричні дискові, кінцеві, кутові та фасонні

Фрезеруванні	Fh: Fz	Fy:Fz	Fy:Fz	Fx:Fz
Зустрічні (проти подачі)	1,1-1,2	0-0,25		
Попутне(в напрямлені подачі)	-(0,8-0,9)	(0,7-0,9)	0,4-0,6	(0,2-0,4)tg w

Фрези торцеві і кінцеві

Фрезеруванні	Fh:Fz	Fy:Fz	Fy:Fz	Fx:Fz
Симетричні	0,3-0,4	0,85-0,95		
Несиметричні зустрічні	0,6-0,8	0,6-0,7	0,3-0,4	0,5-0,55
Несиметричні попутні	0,2-0,3	0,9-1,0		

Додаток 96. Подача при розрізуванні металу дисковими та стрічковими пилами і абразивними кругами

Розрізуючий метал	Подача на зуб Sz, мм, при розрізуванні дисковими пилами	Подача S хв, мм/хв, при розрізуванні	
		Стрічкові пили	Абразивними кругами
Сталь σ_4 , МПа: <400 400-600 >600	0,08-0,15 0,05-0,11 0,04-0,07	≤50 ≤90 ≤110 ≤140	135-150
Чавун	0,08-0,20		
Бронза			
Латунь			

Додаток 97. Швидкість різання м/хв (м/с) металу дисковими пилами, ножівками, стрічковими пилами та абразивними кругами

Розрізуючий метал	Дискові пили із сталі		Привідні ножівки із сталі		Стрічкові пили
	швидкоріжучі	вуглецеві	швидкоріжучі	вуглецеві	
Сталь σ_4 , МПа: <400 400-600 >600	26-30 18-26 16-22	18-20 16-18 12-16	38-42 25-36 12-21	28-30 20-25 10-15	16-20 10-15 6-12
Інструментальна сталь	11-14	8-10	12-14	9-10	4-8
Стальне литво Жароміцна та корозійностійка сталь	14-18 8-12	10-16 8-10	- -	- -	- -
Сірий та ковкий чавун HB≤200 HB>200	10-12 12-13	8-9	18-28 12-14	15-20 9-10	9-12 5-8
Бронза $\sigma_4 \leq 300$ МПа $\sigma_4 > 300$ МПа	100-200	60-160	25-28 12-14	18-20 14-15	15-30
Латунь	100-200	60-160	25-36	20-25	15-40

Додаток 98. Число робочих ходів при нарізанні метричної та трапецеїдальної різьби по сталі різьбовими різцями з пластинами із твердого сплаву Т15К6 і по чавуну – з пластинами із твердого сплаву ВК6.

Шаг різьби P, мм	Сталь конструкційна, вуглецева та легуюча				Чавун														
	Різьба внутрішня				Різьба зовнішня														
	метрична		трапецеїдальна		метрична		трапецеїдальна												
	Число робочих ходів																		
	I	II	I	II	I	II	I	II											
1,5	3	2	-	-	-	-	-	-											
2	5		6	3	2		4	2	-										
3		3			5	4			3										
4		6								7	8	4							
5		7											5	7					
6		8			10	5			-	-	9	-							
8		-											-	10	-	-	10	-	
10	12		6	-			-	12											5
12																			
16	18																		

I – чорнові ходи; II – чистові ходи.

Додаток 99. Число робочих ходів при нарізуванні метричної і трапецеїдальної різьби різцями із швидкоріжучої сталі.

Шаг різьби P, мм	Сталь конструкційна вуглецева		Сталь конструкційна легуюча та сталіні відливи		Чавун, бронза та латунь	
	I	II	I	II	I	II
Кріпиль метрична зовнішня одно західна різьба						
1,25-1,5	4	2	5	3	4	2
1,75	5	3	6	4	5	3
2,0-3,0	6	4	7	5	6	
3,5-4,5	7		9			4
5,0-5,5	8	10	10	12	12	4
6,0	9		12			
Трапецеїдальна зовнішня одно західна різьба						
4	10	7	12	8	8	6
6	12	9	14	10	9	7
8	14	10	17	12	11	8
10	18		22		14	
12	21	10	25	12	17	28
16	28		33		22	
20	35		42			

Додаток 100. Подачі при вихровому нарізанні метричної та трапецеїдальної різьб різцями з пластини із твердого сплаву T15K6 на сталних деталях

Механічні властивості сталі		Подача на один різець Sz, мм	Примітка
σ_4 , МПа	НВ		
550	153-161	1,0-1,2	Більші значення подач призначувати при нарізанні різьби на жорстких деталях, менші – на деталях зниженої жорсткості.
650	179-192	0,8-1,0	
750	210-220	0,6-0,8	
850	235-250	0,4-0,6	

Додаток 101. Подачі Sz, на один зуб гребінчастої різьбової фрези

Обробляючий матеріал	Діаметр нарізуючої різьби, мм					
	До 30			Від 30 до 50		
	Sz, мм при шагі нарізуючої різьби P, мм					
	До1	Від 1 до 2	Від 2 до 3,5	До1	Від 1 до 2	Від 2 до 4
Сталь:						
$\sigma_4 \leq 800$ МПа	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,07
$\sigma_4 > 800$ МПа	0,02-0,03	0,02-0,03	0,03-0,04	0,03-0,04	0,03-0,04	0,04-0,05
Чавун:						
сірий ковкий	0,05-0,06 0,04-0,05	0,06-0,07 0,05-0,06	0,07-0,08 0,06-0,07	0,06-0,07 0,05-0,06	0,07-0,08 0,06-0,07	0,08-0,09 0,07-0,08

Продовження додатку 101

Обробляючий матеріал	Діаметр нарізуючої різьби, мм				
	Від 50 до 76			Більше 76	
	Sz, мм при шагі нарізуючої різьби P, мм				
	До1	Від 1 до 2	Від 2 до 4	До2	Від 2 до 4
Сталь:					
$\sigma_4 \leq 800$ МПа	0,05-0,06	0,06-0,07	0,07-0,08	0,07-0,08	0,08-0,09
$\sigma_4 > 800$ МПа	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,04-0,05	0,05-0,06
Чавун:					
сірий ковкий	0,07-0,08 0,06-0,07	0,08-0,09 0,07-0,08	0,09-0,10 0,08-0,09	0,09-0,10 0,08-0,09	0,10-0,12 0,08-0,09

Додаток 102. Значення коефіцієнтів та показників степені в формулах швидкості різання для різьбових інструментів.

Оброблюючий матеріал	Нарізування різьби	Матеріал ріжучої частини	Умови різання або конструкції інструмента	Коефіцієнт та показник степені					Середнє значення періоду стійкості T, хв
				Cv	x	y	g	M	
Сталь конструкційна вуглецева $\sigma_2 = 750$ МПа	Кріпильної різцями	T15K6	-	244	0,23	0,30	-	0,20	70
		P6M5	Чорнові ходи: P≤2мм P>2мм	14,8	0,70	0,30	-	0,11	80
				30,0	0,60	0,25	-	0,08	
	Трапецеїдальної різцями	P6M5	Чистові ходи	41,8	0,45	0,30	-	0,13	70
			Чорнові ходи	32,6	0,6	0,2	-	0,14	
		Чистові ходи	47,8	0,5	0	0	0,18		
	Вихрове нарізування кріпильної та трапецеїдальної різьб	T15K6	-	2330	0,5	0,5	-	0,5	80
	Гайкорізами: машинними гасчними	P6M5	-	64,8	-	0,5	-	-	90
				53,0	-	0,5	1,2	0,9	
	гасчними автоматними			41,0	-	0,5	-	-	
Круглими планками	9XC У12А	-	2,7	-	1,2	1,2	0,50	90	
Різьборізними головками	P6M5	Гребінки круглі та тангенціальні	7,4	-	1,2	1,2	0,50	120	
Гребінчастими фрезами	P6M5	-	198	-	0,3	0,4	0,5	100	
Сірий чавун НВ190	Кріпильної різцями	BK6	-	8,3	0,45	0	-	0,33	70
	Гребінчастими фрезами	P6M5	-	140	-	0,3	0,4	0,33	200
Ковкий чавун, НВ150	Гребінчастими фрезами	P6M5	-	245	-	2,0	0,5	1,0	200
Силумін	Гайкорізами			20	-	0,5	1,2	0,9	90

Додаток 103. Поправочні коефіцієнти та швидкість різання і крутячий момент для гайкорізів, плашок та різбових головок

Обробляючий матеріал	Поправочні коефіцієнти на швидкість різання в залежності від					Поправочні коефіцієнт К мр На крутячий момент
	Обробляючого матеріалу К мч	Марки інструментального матеріалу К нг		Класу точності різби К тг		
		Р6М5	9ХС У10А У12А	точний	середній	
Сталь вуглецева: $\sigma_4 < 600 \text{ МПа}$ $\sigma_4 = 600/800 \text{ МПа}$ легуюча: $\sigma_4 < 700 \text{ МПа}$ $\sigma_4 = 700/800 \text{ МПа}$	0,7 1,0 0,9 0,8	1,0	0,7	0,8	1,0-1,25	1,3 1,0 1,0 0,85
Чавун сірий: НВ < 140 НВ 140-180 НВ > 180 ковкий	1,0 0,7 0,5 1,7	1,0	0,7	0,8	1,0-1,25	1,0 1,2 1,5 0,5

Додаток 104. Значення коефіцієнтів та показників степені в формулах силових залежностей при нарізанні різби

Обробляючий матеріал	Тип інструмента	Коефіцієнти та показники степені						
		Ср	См	у	g	U		
Сталь конструкційна вуглецева, $\sigma_b = 750 \text{ МПа}$	Різці	148	-	1,7	-	0,71		
	Гайкорізи: машинні гайкові гайковоавтоматні Плашки круглі Різбові головки	-	0,0270 0,0041 0,0025 0,0450 0,0460	1,5	1,4 1,7 2,0 1,1	-		
		Чавун	103		-	1,8	-	0,82
		Гайкорізи машинні	-		0,0130	1,5	1,4	-
			Силумін		Гайкорізи		0,0022	1,8

Додаток 195. Швидкості різання, м/хв, для протяжок із швидкоріжучої сталі Р6М5

Група швидкості різання	Протяжки			
	циліндричні	шліцеві	Шпоночні та для зовнішнього протягування	Всіх типів
I	8/6	8/3	10/7	4
II	7/5	7/4,5	8/6	3
III	6/4	6/3,5	7/5	2,5
IV	4/3	4/2,5	4/3,5	2

Додаток 106. Групи швидкості різання при протягуванні сталі та чавуну

Твердість HB	Сталь						
	вуглецева автоматична	марганцева та хромова	хромиста	хромомалібденова	хромокремниста та кремнемарганцева	хромомарганцевиста	хромокремнемарганцевиста
До 156	IV	-	-	-	-	-	-
Від 156 до 187	III	III	II	II	-	I	-
>187>197	II		I		II		
>197>229	I	II	II	III	III	II	II
>229>269	II	III	III	III	IV	III	III
>269>321	II	III	III	III	IV	III	III

Твердість HB	Сталь						Чавун	
	нікелева	хромонікелева	хромомарганцево-молібденова	нікельмолібденова	хромомарганцево-титанова	хромонікельмолібденова	сірий	ковкий
До 156	-	-	-	-	-	-	-	-
Від 156 до 187		III					-	
>187>197	IV	II	I	III	II	-	II	-
>197>229	III		II	II			III	
>229>269	III	III	III	III	-	IV	-	-
>269>321	-	III	III	III	-	IV	-	-

Додаток 107. Сила різання Р,Н на 1мм довжини леза зуба протяжки

Подача на один зуб Sz, мм	Оброблюючий матеріал								
	Вуглецева сталь			Легуюча сталь			Чавун		
	HB≤197	HB198-229	HB>229	HB≤197	HB198-229	HB>229	сірий		ковкий
							HB≤180	HB>180	
0,01	65	71	85	76	85	91	55	75	63
0,02	95	105	125	126	136	158	81	89	73
0,03	123	136	161	157	169	186	104	115	94
0,04	143	158	187	184	198	218	121	134	109
0,06	177	195	232	238	255	282	151	166	134
0,08	213	235	280	280	302	335	180	200	164
0,10	247	273	325	328	354	390	207	236	192
0,12	285	315	375	378	407	450	243	268	220
0,14	324	357	425	423	457	505	273	303	250
0,16	360	398	472	471	510	560	305	336	276
0,18	395	436	520	525	565	625	334	370	302
0,20	427	473	562	576	620	685	360	402	326
0,22	456	503	600	620	667	738	385	427	349
0,25	495	545	650	730	730	810	421	465	376
0,30	564	615	730	785	845	933	476	522	431

Додаток 108. Параметри різання при різних видах шліфування, шліфування, заточки і доводки.

Обробляючий матеріал	Характеристика процесу	Швидкість круга V_k , м/с Швидкість заготовки V_3 , м/хв		Глибина шліфування t , мм	Поздовжня подача S м/хв	Радіальна подача S_r , мм/об
Кругле зовнішнє шліфування						
Конструкційні метали та інструментальні сталі	3 поздовжньою подачею на кожен хід: попереднє кінцеве 3 поздовжньою подачею на двійний хід Врізне: попереднє кінцеве	30-35	12-25	0,01-0,025	(0,3-0,7)В	-
			15-55	0,005-0,015	(0,2-0,4)В	
			20-30	0,015-0,05	(0,3-0,7)В	
			30-50 20-40	-	-	
Тверді сплави	3 поздовжньою подачею: попереднє кінцеве	20-30 30-35	10-20 20-30	0,0075-0,01	0,5-0,8 0,3-0,5	-
Конструкційні метали та інструментальні сталі	На верстатах загального призначення: попереднє кінцеве	30-35	20-40	0,005-0,02 0,0025-0,01	(0,4-0,7)В (0,25-0,4)В	-
	На напівавтоматичних верстатах: попереднє кінцеве		50-150	0,0025-0,005 0,0015-0,0025	(0,4-0,75)В (0,25-0,4)В	
Тверді сплави	На напівавтоматичних верстатах: попереднє кінцеве	10-25 15-30	20-30 25-50	0,005-0,01 0,005-0,075	0,4-0,5 0,2-0,4	-

Продовження додатку 108

Кругле без центрове шліфування						
Конструкційні метали та інструментальні сталі	На прохід: попереднє при $d \leq 20$ мм попереднє при $d > 20$ мм Кінцеве	30-35	20-120	0,02-0,05	0,5-3,8	-
			40-120	0,05-0,2	1,2-2,0	
	Відрізне: попереднє кінцеве		10-45 10-30	0,0025-0,01		-
				-		

Плоске шліфування периферією круга

Конструкційні метали та інструментальні сталі	На верстатах з круглим столом: попереднє кінцеве	30-35	20-60	0,005-0,015	(0,3-0,6)В	-
			40-60	0,005-0,01	(0,2-0,25)В	
	На станках з прямокутним столом в серійному виробництві: попереднє кінцеве		8-30 15-20	0,015-0,04 0,005-0,015	(0,4-0,7)В (0,2-0,3)В	-
	На станках з прямокутним столом інструментального типу: попереднє кінцеве		3-8	0,05-0,15 0,01-0,015	1,0-2,0мм/хід 1,0-1,5мм/хід	
Тверді сплави	Ті ж самі верстати: попереднє кінцеве	20-30	4-5	0,03-0,04	0,5-1,0мм/хід	-
		25-35	2-3	0,01-0,02	0,3-0,4мм/хід	

Додаток 109. Значення коефіцієнта та показників степені в формулах потужності при шліфуванні

Шліфування	Оброблюючий матеріал	Шліфувальний круг		Коефіцієнт та показники степені					
		Зернистість	Твердість	Сп	г	х	у	g	z
Кругле зовнішнє: з поздовжньою подачею на двійний хід з поперечною подачею на кожний хід врізне	СЗН	50-40	СМ1-СМ2	1,3	0,75	0,85	0,7	-	-
		50	СМ2	2,2	0,5	0,5	0,55		
		40	СМ1-С1	2,65	0,5	0,5	0,55		
		50	С1	0,14	0,8	0,8	0,8	0,2	1,0
Кругле внутрішнє	СН	40	С1	0,27	0,5				
	СЗ	50-40	СМ1-С1	0,36	0,35	0,4	0,4	0,3	-
		25	С1	0,3	0,35				
	Ч	40	СМ1	0,81	0,55	1,0	0,7	0,3	-
Кругле безцентрове:	СН	40-25	С1-СТ1	0,1					
		25	СМ2	0,075	0,85	0,6	0,7	0,5	-
напрохід врізне	СЗ	40	СМ1-С1	0,28					
		25	СМ1-С1	0,34	0,6	0,6	0,5	0,5	-
	СЗН	40	СМ1-С1	0,07	0,65	0,65	0,65	0,5	1,0
Плоске периферією круга на верстатах: з прямокутним столом	СН	50	СМ2	0,52	1,0	0,8	0,8		
			С1	0,59					
			СТ2	0,68					
з круглим столом	СЗ	50-40	М3-С1	0,53	0,8	0,65	0,7		
		50-40	М3-С1	0,7	0,7	0,5	0,5	-	-
Плоске торцем круга на верстатах: з прямокутним столом	СН	125	М2	0,17	0,7	0,5	-	-	-
		125	С1	0,39					
		125	СТ1	0,59					
з круглим столом	СЗ	80-50	М1-СМ2	1,9	0,5				0,6
		50	М3	1,31					
з круглим столом	СЗ	80-50	М1-СМ2	5,2	0,3	0,25	-	-	0,3
			М3	3,8					
	Ч	80-50	СМ1-СМ2	4,0	0,4	0,4	-	-	0,45
	50	СМ2	2,6						

Примітка: СЗН – сталь загартована і незагартована, СЗ – сталь загартована, СН – сталь незагартована, Ч - чавун

Режими різання для верстатів з ЧПК.

Додаток 110. Подача S мм/об при точінні та розточуванні деталей із конструкційних сталей і чавуну.

Діаметр заготовки д.,мм,	Глибина різання t мм деталей із сталі				Глибина різання t мм деталей із чавуну			
	3	5	8	12	3	5	8	12
20	0,35	--	--	--	--	--	--	--
40	0,46	0,35	--	--	0,5	--	--	--
60	0,6	0,49	0,4	--	0,67	0,55	0,47	--
100	0,81	0,7	0,59	0,45	1	0,15	0,68	0,6
500	1,19	1,09	0,87	0,65	1,45	1,13	1,05	0,95
1000	1,45	1,35	1,15	0,84	1,65	1,4	1,32	1,1
2500	1,8	1,5	1,32	0,05	2	1,75	1,65	1,4

Додаток 111. Подача S мм/об при розточуванні деталей різцями круглого перетину.

Діаметр перетину різця, мм.	Глибина різання t мм деталей із сталі			Глибина різання t мм деталей із чавуну		
	2	3	5	2	3	5
10	0,1	0,1	--	0,14	--	--
15	0,13	0,12	0,1	0,2	0,18	0,15
20	0,21	0,19	0,13	0,3	0,26	0,21
25	0,34	0,26	0,16	0,45	0,36	0,28
30	0,55	0,34	0,21	0,65	0,46	0,37
35	--	0,42	0,26	--	0,57	0,45
40	--	0,51	0,32	--	0,7	0,55

Додаток 112. Подача S мм/об в залежності від вимагаючих параметрів шорсткості.

Параметрів шорсткості	Радіус при вершинні r, мм					
	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4
R _z 80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14
R _z 40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,8	0,87
R _z 20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,6
Ra 2,5	0,15	0,2	0,25	0,29	0,32	0,35
Ra 1,25	0,1	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23
Ra 0,63	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15	0,17

Додаток 113. Швидкість різання V м/хв при обробці деталей із сталі та чавуну.

Глибина різання мм, до	Подача S ₀ мм/об, до															
	0,14	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Обробка деталей із сталі																
1	214	200	180	164	154	144	136	130	130	124	118	114	108	104	100	94
2	188	174	160	146	136	128	120	114	108	104	100	96	92	88	86	84
3	166	155	140	130	122	114	107	102	97	92	88	84	82	78	76	74
6	148	140	126	116	108	102	96	90	86	82	78	74	72	69	68	60
Обробка деталей із чавуну																
0,8	128	118	108	100	92	86	82	78	74	70	68	66	64	62	60	58
1,8	114	105	96	88	82	76	72	68	66	64	60	58	56	54	52	53
4	102	94	86	78	72	68	64	62	58	56	52	50	48	47	46	44
9	90	84	76	70	65	62	58	55	52	50	46	44	43	42	40	39

Примітка:

1. Значення швидкості різання при обробці деталей із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт K=1,35 при $\sigma_{то} = 560...620$ МПа, K=0,9 при $\sigma_{то} = 710...790$ МПа, K=0,75 при $\sigma_{то} = 800...890$ МПа, K=0,7 при $\sigma_{то} = 900...1000$ МПа, при обробці деталей із чавуну- на K_{чв}=1,12 при 143...229 НВ. K_{чв}=0,89 при 197...269 НВ.

2. Значення швидкості різання при обробці деталей із сталі слід помножити на коефіцієнт K_і=0,35 при роботі інструментом із Т7К12. K_і=0,42- Т5К128, K_і=0,65-Т5К10, K_і=0,8- Т14к8, K_і=1,4- Т30К4, при обробці деталей із чавуну- на K_і=1,38- ВК4, K_і=1,2- ВК6.

Додаток 114. Подача S мм/об при токарній обробці різцями із твердого сплаву

Товщина пластини, мм.	Глибина різання l, мм.			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	1,8	1,5
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,0	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примітка:

1. При обробці /різцями/ деталі із чавуну значення подачі необхідно помножити на коефіцієнт 1,6.

2. $\varphi = 30^\circ$ значення подачі слід помножити на поправочний коефіцієнт 1,4, при $\varphi = 60^\circ$ - на 0,6 і $\varphi = 90^\circ$ - на 0,4.

3. При обробці з вібраціями подачу зменшують на 20%.

Додаток 115. Режим різання при обробці пазів і канавок на токарних верстатах

Ширина паза мм.	Обробка сталі $\sigma_{то} = 630...700$ МПа		Обробка чавуну / 170...225 НВ/	
3...4	0,1	83	0,16	39,9
4...5	0,12	67,6	0,2	37,8
5...6	0,16	58	0,24	34
6...8	0,18	50,0	0,28	29
7...8	0,2	53,5	0,3	28,4
8...10	0,22	46	0,35	27
10...12	0,28	36,7	0,4	27
12...15	0,32	34	0,45	26,8

Примітка:

1. Матеріал ріжучої частини інструмента при обробці деталей із сталі- сплав Т5К10, із чавуну- сплав ВК 8.
2. Обробка ведеться без МОР. При наявності МОР вводиться коефіцієнт $K_0 = 1,4$.

Додаток 116. Режим різання при свердленні і розвертанні отворів на токарних верстатах.

Діаметр інструмента, мм	Обробка сталі		Обробка чавуну	
Сверлення				
15	0,34	21	0,38	20
20	0,39	21	0,44	20
25	0,44	21	0,5	20
30	0,49	21	0,56	20
35	0,54	21	0,62	21
40	0,6	22	0,68	21
45	0,65	22	0,74	21
50	0,7	22	0,8	21
Розвертання				
10	0,48	4...6	0,7	5...7
16	0,58	4...6	0,77	5...7
20	0,63	4...6	0,88	5...7
30	0,8	5...7	0,93	6...8
40	0,95	5...7	1,17	7...9
50	1,1	6...8	1,17	7...9
60	1,25	6...8	1,28	7...10

Примітка:

1. Значення швидкості різання і подачі при обробці деталей із сталі необхідно помножити на коефіцієнт $K = 1,15$ при $\sigma_{то} = 500...600$ МПа, $K = 0,9$ при $\sigma_{то} = 700...800$ МПа, $K = 0,8$ при $\sigma_{то} = 800...900$ МПа, $K = 0,7$ при $\sigma_{то} = 900...1000$ МПа. При обробці деталей із чавуну $K_{чв} = 0,9$ при 170...255 НВ і $K_{чв} = 0,8$ при 197...269 НВ.
2. Глибина отвору при свердленні складає 3Д, при збільшенні глибини свердлення вводиться поправочні коефіцієнти K на подачу: $K = 0,8$, при 4Д, $K = 0,75$ при 5Д $K = 0,7$ при 6Д, $K = 0,6$ при 8Д, $K = 0,5$ при 10Д.
3. Глибина при розвертанні $L = 3Д$, при більшій глибині вводиться поправочний коефіцієнт $K = 0,9$ при $L = /4...5/ Д$; $K = 0,75$ при $L = /6...7/ Д$, $K = 0,6$ при $L = /8...9/ Д$
4. Більше значення швидкості різання при розвертанні приймається для попередньої обробки інші - для кінцевої обробки.

Додаток 117. Швидкість різання V м/хв при точінні і розточуванні деталей із сталі 45/44...46 HRC/ лезовим інструментом із ельбора-Р.

Глибина різання, мм	Подача S, мм/об						
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16
0,2	170	156	148	142	138	135	130
0,4	161	147	140	135	131	128	123
0,6	156	142	135	130	126	124	119
0,8	152	139	132	127	124	121	116
1,0	150	137	130	125	121	119	114
1,2	148	135	128	123	120	117	113

Додаток 118. Швидкість різання /м/хв./ при точінні лезовим інструментом із ельбора-Р.

Подача, мм/об	Сталь /незагартована/	Чавун	
		Високоміцний НВ 600	Сірий НВ 200
0,2...0,4	60...80	100...200	150...250
0,12...0,2	80...120	200...300	300...400
0,04...0,1	120...200	300...500	400...500
0,02...0,06	200...300	--	--

Додаток 119. Подача S мм/об при точінні лезовим інструментом із ельбора-Р.

Параметри шорсткості	Сталь 45 44...46 HRC	Сталь сіра	Чавун високоміцний НВ 600	Чавун сірий НВ 200
A2,5	0,12	0,2	0,2	0,12
A1,25	0,08	0,12	0,12	0,06
A0,63	0,04	0,06	0,04	0,04
A0,32	0,02	0,02	0,02	--

Додаток 120. Режими різання при свердлінні отворів.

Діаметр свердла D, мм.	Матеріал свердла- сталь P18						Матеріал свердла- твердий сплав BK 8				
	Матеріали деталі										
	сталь		чавун		сталь		чавун		чавун	сталь	сталь
	I	II	I	II	I	II	I	II			чавун
6	0,11	0,08	0,22	0,25	28	31	--	--	--		60
8	0,15	0,1	0,33	0,2	28	31	0,25	0,2	--		60
10	0,18	0,12	0,39	0,24	25	28	0,29	0,23	0,13		60
13	0,22	0,15	0,46	0,3	22	28	0,35	0,27	0,17		60
16	0,25	0,18	0,52	0,34	21	26	0,4	0,31	0,2		60
20	0,29	0,2	0,6	0,39	21	26	0,47	0,35	0,25		60
25	0,32	0,22	0,65	0,45	21	26	0,54	0,39	0,3		60
30	0,36	0,25	0,71	0,48	21	26	0,6	0,43	0,35		60
50	0,46	0,31	0,81	0,54	21	26	--	--	--		60

Примітка:

1. Значення подачі при свердленні отворів вдеталях із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K_{\sigma} = 7$ при бв 800 МПа, із чавуну- $K_{\text{чв}} = 0,7$ при НВ 229.

2. Значення подачі слід помножити на поправочний коефіцієнт глибини свердлення $K = 0,85$ при $L = 4D$; $K = 0,78$ при $L = 5D$; $K = 0,6$ при $L = 8D$; $K = 0,5$ при $10D$.

Додаток 121. Режими різання при розсвердлюванні отворів.

Діаметр свердла D, мм.	Глибина різання, мм.	Обробка чавуну				Обробка сталі			
		I		II		I		II	
		мм/об	м/хв	мм/об	м/хв	мм/об	м/хв	мм/об	м/хв
25	7,5	0,85	18,2	0,45	25	0,55	18,2	0,35	21
	5	0,95		0,52		0,65		0,42	
30	10	0,91	18,2	0,49	25	0,61	18,2	0,39	21
	7,5	0,91		0,49		0,61		0,39	
	5	1		0,57		0,7		0,43	
40	12,5	0,9	17,6	0,45	25	0,6	17,6	0,35	18,2
	10	1,01		0,55		0,71		0,43	
	5	1,08		0,65		0,78		0,5	
50	15	1,01	15,7	0,51	22	0,71	15,7	0,45	18,2
	10	1,1		1,1		0,8		0,47	
	5	1,15		0,71		0,85		0,54	
60	15	1,15	13,6	0,55	22	0,78	13,6	0,45	18,2
	10	1,15		0,65		0,85		0,5	
	5	1,2		0,75		0,9		0,56	

Додаток 122. Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами Т15К6 в деталях із сталі $\sigma_{\text{то}} = 600...800\text{МПа}$.

Діаметр фрези	Число зубів	Глибина різання, мм, до								
		3	5	8	3	5	8	3	5	8
		S = мм/зуб			S = мм/об			V _s = м/хв		
32	5	0,1	0,09	0,05	0,15	0,43	0,37	85	80	70
40	6	0,11	0,09	0,06	0,65	0,56	0,36	80	73	70
50	6	0,12	0,11	0,07	0,07	0,66	0,44	75	70	65
63	8	0,14	0,13	0,09	0,09	1	0,68	75	70	65

Примітка:

Значення подачі при розсвердлюванні отворів в деталях із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K_{\sigma} = 1,15$ при $\sigma_{\text{то}} = 500...600\text{ МПа}$, $K_{\sigma} = 0,9$ при $\sigma_{\text{то}} = 700... 800\text{ МПа}$, $K_{\sigma} = 0,8$ при $\sigma_{\text{то}} = 800...900\text{ МПа}$, $K_{\sigma}=0,7$ при $\sigma_{\text{то}}=900\text{ МПа}$, із чавуну $K_{\text{нв}} = 1,12$ при 143...229 НВ, $K_{\text{нв}} = 0,9$ при 197...269 НВ

Додаток 123. Режим різання при зенкеруванні на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах.

Діаметр зенкера D, мм.	Обробка чавуну різцями із				Обробка сталі різцями із			
	Твердого сплаву і бистроріжучої сталі		Твердого сплаву	Бистроріжучої сталі	Твердого сплаву і бистроріжучої сталі		Твердого сплаву	Бистроріжучої сталі
	S, мм/об		V _s , м/хв		S, мм/об		V _s , м/хв	
	I	II			I	II		
15	0,5	0,4	67	27	0,4	0,35	57	23
20	0,58	0,45	62	25	0,47	0,4	57	23
25	0,67	0,5	62	25	0,53	0,45	57	22
30	0,75	0,56	62	25	0,58	0,5	55	22
35	0,83	0,63	57	23	0,7	0,59	52	21
40	0,9	0,67	57	23	0,7	0,59	52	21
50	1,05	0,77	57	23	0,8	0,68	52	21
60	1,18	0,85	55	22	0,9	0,68	52	21
80	1,4	1	55	22	1	0,85	52	21

Примітка:

- Значення подачі при зенкеруванні отворів в деталях із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K_{\sigma} = 1,3$ при $\sigma_{\text{то}} = 800\text{ МПа}$. $K_{\sigma} = 0,8$ при $\sigma_{\text{то}} = 900\text{ МПа}$. Із чавуну- $K_{\text{нв}} = 0,8$ при НВ 229.
- Значення подачі швидкості різання слід помножити на поправочний коефіцієнт довжини зенкерування $K = 0,8$ при $L = 8\text{Д}$; $K = 0,7$ при $L = 10\text{Д}$.

Додаток 124. Режим різання при зенкеруванні на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах.

Діаметр розвертки D, мм	Обробка чавуну різцями із						Обробка сталі різцями із							
	BK8, BK6		P18				T5K10		T15K6	P6M5; P12		P6M5; P18		
	Режими різання													
	чорнове, чистове		чорнове		чистове		чорнове		чистове	чорнове		чистове		
S, мм/об	V _S м/хв	S, мм/об	V _S м/хв	S, мм/об	V _S м/хв	S, мм/об	V _S м/хв	V _S м/хв	S, мм/об	V _S м/хв	S, мм/об	V _S м/хв		
10	0,8	25	1,67	7,3	1,4	8,2	0,8	25	15	0,67	10,6	0,5	3	
15	0,9	25	1,84	7,3	1,55	8,2	0,9	25	15	0,74	10,6	0,6	3	
20	0,95	25	2	7,3	1,7	7,3	0,95	25	15	0,8	10,6	0,67	3	
25	1,07	25	2,2	5,8	1,8	6,5	1,07	25	10	0,9	7,9	0,77	3	
30	1,15	25	2,37	5,8	2,03	6,5	1,15	25	10	1,0	7,9	0,84	3	
35	1,25	25	2,5	5,8	2,1	6,5	1,25	25	10	1,1	7,9	0,93	3	
40	1,3	25	2,67	5,1	2,25	5,8	1,3	25	10	1,17	6,8	1	3	
50	1,35	25	3	5,1	2,54	5,8	1,35	25	10	1,34	5,9	1,2	3	
60	1,47	25	3,34	4,6	2,84	5,1	1,47	25	10	1,53	5,9	1,37	3	

Примітка:

Значення параметрів режимів різання при розвертанні отворів в деталях із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K_{\sigma} = 0,9$ при $\sigma_{To} = 700 \dots 800$ МПа. $K_{\sigma} = 0,8$ при $\sigma_{To} = 800 \dots 900$ МПа. $K_{\sigma} = 0,6$ при $\sigma_{To} = 900 \dots 1000$ МПа, із чавуну- $K_{Hv} = 0,9$ при $170 \dots 225$ НВ, $K_{Hv} = 0,8$ при $197 \dots 269$ НВ.

Додаток 125. Швидкість різання V_S м/хв при чорновому розточенні.

Подача S мм/об	Глибина різання /мм/ при обробці деталей із сталі			Глибина різання /мм/ при обробці деталей із чавуну		
	5	8	12	5	8	12
0,3	123	106	96	--	--	--
0,4	106	95	90	--	--	--
0,5	96	88	85	46	42	39
0,6	90	83	80	43	40	37
0,7	85	78	76	40	38	34
0,8	81	74	69	38	35	32
0,9	77	71	67	36	33	30
1	73	67	64	35	32	28
1,1	70	64	62	33	30	27
1,2	67	61	59	32	29	26
1,3	--	--	--	31	28	25
1,4	--	--	--	30	27	25

Примітка :

Значення швидкості різання при розточуванні отворів в деталях із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K\sigma = 1,2$ при $\sigma_{то} = 490...560$ МПа, $K\sigma = 1,12$ при $\sigma_{то} = 560...620$ МПа, $K\sigma = 0,89$ при $710...890$ МПа, $K\sigma = 0,88$ при $\sigma_{то} = 900...1000$ МПа, із чавуну $K_{нв} = 1,13$ при $143...229$ НВ, $K_{нв} = 0,88$ при $197...269$ НВ.

Додаток 126. Поправочні коефіцієнти K_S для коригування табличних значень подач.

$d_{оп} / d_{шп}$	(Lзаг-Lоп)/Lзаг			
	1...0,9	0,8...0,7	0,6...0,8	0,4...0,3
1...0,9	1	0,8	0,7	0,6
0,8...0,7	0,9	0,72	0,63	0,54
0,6...0,9	0,8	0,64	0,56	0,48
0,4...0,3	0,7	0,56	0,49	0,42

Додаток 127. Поправочні коефіцієнти для коригування швидкості різання

Lon/Lzar	$d_{оп} / d_{шп}$	K_v	Lon/Lzar	$d_{оп} / d_{шп}$	K_v
0,1	0,4	1	0,5	0,8	1
	0,3	0,9		0,7	0,8
0,2	0,5	1	0,6	0,5	0,6
	0,4	0,8		0,8	0,9
	0,3	0,6		0,6	0,7
0,3	0,7	1	0,8	0,6	0,6
	0,5	0,8		0,9	0,9
	0,3	0,5		0,8	0,7
0,4	0,8	1	1	0,6	0,5
	0,6	0,8		0,9	0,7
	0,4	0,4		0,7	0,5

Додаток 128. Подача S мм/об в залежності від параметрів шорсткості поверхні.

Параметр шорсткості	Матеріал оброблюючої деталі	Радіус при вершині різця r, мм.		
		0,5	1	1,5
R _Z 80	Сталь чавун	0,51	0,62	0,7
		0,47	0,59	0,67
R _Z 40	Сталь чавун	0,4	0,5	0,57
		0,36	0,46	0,54
R _Z 20	Сталь чавун	0,24	0,31	0,38
		0,2	0,28	0,34
R _a 2,5	Сталь чавун	0,14	0,2	0,26
		0,11	0,18	0,22
R _a 1,25	Сталь чавун	0,07	0,12	0,18
		0,04	0,1	0,14

Додаток 129. Швидкість різання V м/хв при чистовому розточуванні.

Подача S мм/об	Глибина різання t (мм) при обробці деталей із сталі			Глибина різання t (мм) при обробці деталей із чавуну			
	1	2	2,5	1	1,5	2	3
0,1	135	--	2	87	79	--	--
0,2	125	110	--	75	71	68	--
0,3	115	100	0,5	68	65	62	57
0,4	105	92	88	65	62	57	53
0,5	--	83	81	--	58	53	50
0,6	--	--	74	--	--	50	47
0,7	--	--	--	--	--	48	44

Примітка:

Значення швидкості різання при обробці деталі із сталі необхідно помножити на поправочний коефіцієнт $K_{\sigma} = 1,12$ при $\sigma_{To} = 490...620$ МПа, $K_{\sigma} = 0,89$ при $\sigma_{To} = 710...890$ МПа, $K_{\sigma} = 0,88$ при $\sigma_{To} = 900...1000$ Мпа, із чавуну – $K_{нв} = 1,13$ при 143...229 НВ і $K_{нв} = 0,88$ при 197...269 НВ.

Додаток 130. Режими різання в залежності від параметрів шорсткості поверхні.

Параметр шорсткості	S_0 , мм/об	V_s , м/хв
R_z 20...40	0,2...0,5	125...185
R_a 2,5...20	0,12...0,4	160...210
$Ra_{0,63}$...2,5	0,04...0,1	210...250

Додаток 131. Режими обробки при точінні різьби різцями.

Види різьби	Крок різьби, Р, мм	Сталь $\sigma_{то} = 630...700$ МПа		Чавун 156...229 НВ	
		Число проходів i	Швидкість різання V м/хв	Число проходів i	Швидкість різання V м/хв
Зовнішня	1,5	5	158	--	--
	2	6	153	4	47
	3	7	145	5	54
	4	8	138	6	57
	5	9	133	7	57
	6	10	129	8	63
Внутрішня	1,5	6	124	--	--
	2	7	119	5	36
	3	8	112	6	41
	4	9	105	7	45
	5	10	98	7	45
	6	11	95	8	49

Примітка:

1. Матеріал різучої частини інструмента для обробки деталі із сталі Т15К6, із чавуну- ВК6. Для інших матеріалів твердого сплаву вводяться коефіцієнти: $K_i = 0,76/T14K8/$; $K_i = 1,3 /T30K4/$; $K_i = 0,83/ВК8/$; $K_i = 1,1 /ВК4/$; $K_i = 1,3/ВК2/$.
2. Обробка- без застосування МОР.
3. Стійкість інструмента- 30 хв.
4. Подача інструмента на оберт заготовки дорівнює кроку різьби.

Додаток 132. Режими обробки при точінні різьби гайкорізами.

Омінальний діаметр різьби, мм.	Крок різьби, Р мм.		Наскрізнi отвори		Глухі отвори	
	крупний	мiлкий	Швидкість різання м/хв	Частота обертiв шпинделя П хв.-1	Швидкість різання м/хв	Частота обертiв шпинделя П хв.-1
6	1	0,75	3,8	200	2,1	110
8	1,25	1	4,6	184	2,5	101
10	1,5	1,25	5,3	168	2,9	92
12	1,75	1,5	6	158	3,3	87
16	2	1,5	7,1	140	3,9	77
20	2,5	2	8	127	4,4	70
24	3	2	8,8	117	4,8	64,5
30	3,5	2	10	106	5,5	58
36	4	3	11	97,5	6,1	53,4
42	4,5	4	12	91	6,6	50
48	5	4	13	86	7,1	47,2

Примітка:

1. Значення швидкості різання при обробці деталі із сталі необхідно помножити на коефіцієнт $K_{\sigma} = 1,15$ при $\sigma_{TO} = 500...600$ МПа, $K_{\sigma} = 0,9$ при $\sigma_{TO} = 700...800$ МПа, $K_{\sigma} = 0,8$ при $\sigma_{TO} = 800...900$ МПа; із чавуну – $K_{Hv} = 1,35$ при $140...160$ НВ, $K_{Hv} = 1,15$ при $160...180$ НВ, $K_{Hv} = 0,85$ при $200...220$ НВ і $K_{Hv} = 0,7$ при 220 НВ.

Додаток 133. Режими різання при фрезеруванні пазів кінцевими фрезами із Р 18.

Діаметр фрези Д, мм	Число зубів Z	Глибина паза t, мм.									
		5	10	15	20	30	5	10	15	20	30
		S_0 мм/об					V_S м/хв				
Обробка деталі із чавуну /143...229 НВ/											
8	5	0,10	0,75	--	--	--	26	28	--	--	--
10	5	0,185	0,135	0,063	--	--	24	26	27	--	--
16	5	0,355	0,3	0,205	--	--	23	24	25	--	--
20	5	0,45	0,41	0,3	0,185	--	21	21	24	24	--
25	5	--	0,53	0,4	0,295	0,2	--	19	21	23	24
32	6	--	0,67	0,54	0,45	0,3	--	16	18	29	20
Обробка деталі із $\sigma_{TO} 610...830$ МПа											
8	5	0,065	0,05	--	--	--	26	28	--	--	--
10	5	0,125	0,1	0,045	--	--	24	26	27	--	--
16	5	0,25	0,23	0,16	--	--	23	24	25	--	--
20	5	--	0,315	0,23	0,125	--	21	21	24	24	--
25	5	--	0,42	0,325	0,21	0,15	--	19	21	23	24
32	6	--	0,55	0,46	0,31	0,24	--	16	18	20	20

Додаток 134. Режими різання при чорновому фрезеруванні торцьовими твердосплавними фрезами.

Діаметр фрези D, мм	Число Z, зубів	Глибина різання t, мм при обробці деталей із чавуну /143...229 НВ/						Глибина різання t, мм при обробці деталей із сталі $\sigma_{TO} /710...790\text{Мпа}/$				
		3			5			3			5	
		S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв			
80	6	1	0,9	0,7	110	80	70	0,6	0,48	0,42	130	120
100	8	1,12	1,04	0,8	110	80	70	0,72	0,56	0,48	130	120
125	8	1,34	1,2	0,94	110	80	70	0,84	0,66	0,56	130	120
160	10	1,6	1,4	1,2	110	80	70	1,0	0,8	0,7	130	120
200	12	1,88	1,68	1,32	110	80	70	1,2	0,96	0,84	130	120
250	14	2,24	1,98	1,58	110	80	70	1,42	1,16	1,0	130	120
320	18	2,72	2,42	1,92	110	80	70	1,78	1,44	1,24	130	120
400	20	3,32	2,92	2,32	110	80	70	2,14	1,74	1,52	130	120

Додаток 135. Подача в залежності від параметрів шорткості при чистовому фрезеруванні торцьовими твердосплавними фрезами.

Параметри шорткості	Матеріал оброблюючої деталі	Подача S, мм/об
Rz 40	Сталь $\sigma_{TO} = 710...790 \text{ Мпа}/$	0,95
Rz 20	Чавун /143...229 НВ/	
Rz 20	---	0,65
Ra 2,5	---	0,48
Ra 1,25	---	0,23

Додаток 136. Режими різання при чорновому фрезеруванні площини та уступів дисковими фрезами.

Діаметр D, мм	Ширина фрезерування, B, мм	Обробка сталі $\sigma_{TO} = 710...800\text{Мпа}/$		Обробка чавуну /200...228 НВ/		Обробка сталі, чавуну	
		Фреза із P18				Фрези із T15 K6 і BK8	
		S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв
80	20	0,8	44	1,7	33	1,2	130
	30	0,6		1,2		0,9	
100	20	1,2	44	2,25	33	1,6	130
	30	0,9		1,8		1,2	
125	20	1,7	39	2,75	34,5	2,1	130
	30	1,2		2,3		1,8	
160	20	2,4	37	3,7	32	2,7	130
	30	1,65		2,85		2	
	40	1,3		1,9		1,5	

Діаметр D, мм	Ширина фре- зерування, B, мм	Обробка сталі $\sigma_{TO} = 710 \dots 800 \text{ МПа}$		Обробка чавуну /200...228 HB/		Обробка сталі, ча- вуну	
		Фреза із P18				Фрези із T15 K6 і BK8	
		S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв	S_0 мм/об	V_S м/хв
200	20	2,8	35	5,3	24	3,4	130
	30	2,1		4,3		2,5	
	40	1,76		3,72		2,1	
	50	1,2		2,15		1,2	
250	20	3,4	35	6,7	23,5	4,1	130
	30	2,7		5,3		3,2	
	40	2,25		4,6		2,7	
	50	1,4		2,35		1,6	
315	20	4	32	8,3		4,9	130
	30	3,2		6,5		3,9	
	40	3,7		5,2		3,3	
	50	1,65		3,5		2	

Додаток 137 Подача S , мм/об в залежності від вимагаючих нормативів шорсткості при чистовому фрезеруванні площин та уступів дисковими фрезами.

Параметри шорсткості	Фреза із P18	Фреза із T15K6, BK8
Rz 40	1,95	--
Rz 20	0,85	0,75
Ra 2,5	0,36	0,5
Ra 1,25		0,25
Ra 0,63		0,15

Додаток 138 Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами із швидкорізучої сталі P18 в деталях із чавуну /143...229 HB/.

Діаметр фрези D, мм	Число зубів Z	Глибина різання t, мм до								
		3			5			8		
		S_Z мм/зуб			S_0 мм/об			V_S м/хв		
32	6	0,16	0,12	0,06	0,95	0,7	0,38	28	26	23
40	6	0,18	0,14	0,08	1,07	0,8	0,46	29	27	24
50	6	0,2	0,16	0,09	1,2	0,94	0,56	30	27	26
63	8	0,21	0,17	0,11	1,7	1,36	0,9	32	29	26

Додаток 139. Режими різання при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами T15K6 в деталях із сталі $\sigma_{TO} = 600 \dots 800 \text{ МПа}$

Діаметр фрези D, мм	Число зу- бів Z	Глибина різання, мм до								
		3			5			8		
		S_Z мм/зуб			S_0 мм/об			V_S м/хв		
32	5	0,1	0,09	0,05	0,15	0,43	0,37	85	80	70
40	6	0,11	0,09	0,06	0,65	0,56	0,36	80	73	70
50	6	0,12	0,11	0,07	0,07	0,66	0,44	75	70	65
63	8	0,14	0,13	0,09	0,09	1	0,68	75	70	65

Додаток 140. Допоміжний час на токарні верстати

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання, хв				Токарні верстати					
				Карта 2		Аркуш 1		Аркушів 3	
				Маса деталі, кг., до					
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	50	100	200	400	800	1500
В кулачках патрона із підтисканням заднім центром без люнета	Із вивіркою згідно діаметру	1,0	3000	7,3	9,5	13	19	22	25
			5000	--	--	17	22	26	29
		0,5	3000	9,5	12	16	21	24	27
			5000	--	--	19	25	29	31
		0,1	3000	12	15	20	27	31	35
			5000	--	--	24	32	37	41
0,05	3000	15	20	26	34	38	42		
	5000	--	--	30	41	47	50		
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	50	100	200	400	800	1500
В центрах із закріпленням кулачками без люнета	Без вивірки	--	1000	4,7	5,3	5,9	6,9	7,8	--
			3000	5,8	6,5	7,4	8,6	9,5	11
			5000	--	--	8,5	9,8	12	14
	Із вивіркою згідно діаметру	1,0	1000	5,1	5,7	6,3	7,4	8,4	--
			3000	6,3	7,1	7,9	9,3	10	11
			5000	--	--	10	11	13	15
		0,5	1000	5,3	6,2	6,9	8,1	9,1	--
			3000	7,0	7,7	8,6	10	11	12
			5000	--	--	11	13	15	18
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	50	100	200	400	800	1500
В центрах із закріпленням кулачками без люнета		0,1	1000	6,8	7,9	9,4	12	14	--
			3000	8,3	10	12	15	19	22
			5000	--	--	15	18	22	25
		0,05	1000	8,5	9,2	12	15	17	--
			3000	10	12	15	19	24	27
			5000	--	--	19	24	27	30
В центрах із закріпленням кулачками із люнета	Із вивіркою згідно діаметру	1,0	3000	7,3	8,2	9,1	11	12	13
			5000	--	--	11	13	15	17

Допоміжний час на установку деталі на центровій оправці та знімання		Токарні верстати									
		Карта 2			Лист 1			Листів 3			
		Маса деталі, кг., до									
Спосіб установки та закріплення деталі		0,3	1,0	3,0	5,0	10	15	20	30	50	100
В центровій оправці із закріпленням гайкою	Швидко-змінною Простою	0,66	0,73	0,90	1,10	1,30	1,50	1,80	3,60	5,7	6,5
		0,88	0,94	1,15	1,35	1,60	1,80	2,15	4,10	6,2	7,0
На розтискній оправці із кріпленням	Гайкою Гідропластом	0,63	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,50	1,70	--	--
		--	0,56	0,70	0,86	0,98	1,15	1,35	1,65	--	--
На гладкій або шліцьовій оправці	При вільній установці деталі При тугій установці деталі	0,42	0,46	0,59	0,71	0,84	1,00	1,20	2,90	5,0	5,7
		0,68	0,76	0,97	1,18	1,40	1,60	1,95	3,90	6,0	6,8
Установка та знімання деталі із оправкою /при роботі із двома оправками/		0,20	0,25	0,32	0,35	0,38	0,48	0,67	--	--	--
Установка на оправці кожної послідуочної деталі більше одної		0,14	0,16	0,19	0,24	--	--	--	--	--	--

Примітка:

1. При обробці деталей на центровій оправці в масу деталі входить маса оправки.
2. При установці деталі із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.
3. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крану, зменшити на 1,5 хв.

Додаток 141. Допоміжний час на токарні верстати

Допоміжний час на установку деталі в центрах та знімання			Токарні верстати											
			Карта 5				Аркуш 2				Аркушів 2			
			Маса деталі, кг., до											
Спосіб установки деталі	Кількість люнетів	Довжина деталі мм., до	0,3	1	3	5	10	15	20	30	50	100	200	400
Із установкою хомутика	--	250	0,25	0,32	0,33	0,37	0,43	0,52	--	--	--	--	--	--
		500	0,31	0,39	0,40	0,45	0,51	0,64	0,89	--	--	--	--	--
		1000	--	--	0,50	0,56	0,63	0,80	1,1	2,8	3,2	3,7	4,2	5,0
		2000	--	--	--	--	--	1,1	1,5	3,4	4,0	4,6	5,2	6,2
		3000	--	--	--	--	--	--	--	4,3	5,0	5,7	6,5	7,7
		500	0,42	0,47	0,58	0,62	0,66	0,83	--	--	--	--	--	--
	1	1000	--	0,60	0,72	0,75	0,84	1,05	1,4	3,3	3,9	4,4	5,0	5,8
		2000	--	--	--	--	--	1,3	1,75	4,1	4,8	5,5	6,2	7,2
		3000	--	--	--	--	--	--	--	5,2	6,0	6,8	7,7	9,0
Без надягання хомутика	--	250	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,35	--	--	--	--	--	--
		500	--	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,55	--	--	--	--	--
		1000	--	--	0,32	0,35	0,38	0,48	0,67	2,5	2,9	3,3	3,8	4,6
		2000	--	--	--	0,38	0,48	0,60	0,85	3,1	3,6	4,2	4,8	5,7
		3000	--	--	--	--	--	--	--	3,9	4,5	5,2	5,9	7,1
		500	0,30	0,32	0,34	0,39	0,43	0,50	0,70	--	--	--	--	--
	1	1000	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52	0,64	0,90	2,4	--	--	--	--
		2000	--	--	--	--	--	0,80	1,1	3,0	--	--	--	--
		3000	--	--	--	--	--	--	--	3,8	4,5	5,1	--	--

Примітка:

1. При установці деталі із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.

2. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крану, зменшити на 1,5 хв.

Допоміжний час на установку деталі на планшайбі із домкратами та підставками та знімання			Токарні верстати							
			Карта 6		Аркуш 1			Аркушів 3		
			Маса деталі, кг., до							
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм., до	10	20	30	50	100	200	400	800
На планшайбі із закріпленням кулачками	Без вивірки	--	1,1	1,4	3,5	4,0	4,9	5,9	7,1	8,5
	Із вивіркою по діаметру	1,0	2,4	3,0	5,0	5,8	7,0	8,8	10	12
		0,5	2,9	3,7	6,8	7,8	9,6	11	14	17
		0,1	4,2	5,3	8,8	10	13	15	18	22
		0,05	5,1	6,4	10	13	15	18	22	26
	Із вивіркою по діаметру і торцю	1,0	3,0	3,8	6,3	7,2	8,7	11	13	15
		0,5	3,7	4,6	8,5	9,8	12	14	17	21
		0,1	5,3	6,7	11	13	16	19	23	27
		0,05	6,4	8,0	13	16	19	23	28	32
На планшайбі із домкратами, підставками із закріпленням в чотирьох кулачках, болтами і планками	Без вивірки	--	1,3	1,7	4,2	4,8	5,9	7,1	8,5	10
	Із вивіркою по діаметру	1,0	3,0	3,8	6,0	7,0	8,0	10	12	14
		0,5	3,5	4,4	8,0	9,6	11	14	17	20
		0,1	5,0	6,4	11	13	15	18	22	26
		0,05	6,0	7,7	13	16	18	22	26	31
	Із вивіркою по діаметру і торцю	1,0	3,8	4,8	7,5	8,7	10	13	15	18
		0,5	4,4	5,5	10	12	14	17	21	25
		0,1	6,3	8,0	14	16	19	23	28	33
		0,05	7,5	9,6	17	19	23	28	34	40

Допоміжний час на установку деталі на планшайбі із домкратами та підставками та знімання			Токарні верстати								
			Карта 6		Лист 2			Листів 3			
			Маса деталі, кг., до								
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм., до	10	20	30	50	100	200	400	800	1500
На планшайбі із домкратами, підставками із закріпленням в чотирьох кулачках, болтами і планками	Без вивірки	--	1,6	2,1	5,8	7,1	8,6	10	12	--	--
	Із вивіркою по діаметру	1,0	3,6	4,6	7,6	8,8	10	13	15	18	22
		0,5	4,2	5,3	9,7	11	14	17	20	24	28
		0,1	6,1	7,7	13	15	18	22	26	32	38
0,05		7,3	9,2	16	18	22	26	31	38	46	
Із вивіркою по діаметру і торцю	1,0	4,5	5,7	9,5	11	13	16	19	23	27	
	0,5	5,3	6,6	12	14	17	21	25	30	35	
	0,1	7,6	9,6	16	19	23	28	33	40	47	
	0,05	9,1	11	19	23	28	34	40	48	56	
На планшайбі із косинцем /в пристосуванні/ із закріпленням болтами і планками	Без вивірки	--	2,4	3,0	6,8	7,5	8,5	9,8	11	13	--
	Із вивіркою в одній площині	1,0	3,6	4,4	11	12	14	16	18	21	24
		0,5	4,3	5,4	12	14	16	18	21	24	27
		0,1	5,2	6,5	14	16	18	21	24	27	31
		0,05	6,2	7,8	17	19	22	25	29	32	37

Допоміжний час на установку деталі на планшайбі із домкратами та підставками та знімання			Карусельні верстати								
			Карта 6		Лист 2			Листів 3			
			Маса деталі, кг., до								
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм., до	Час, хв.								
			10	20	30	50	100	200	400	800	1500
На планшайбі із крутником /в пристосованні/ із закріпленням болтами і планками	Із вивіркою в двох площинах	1,0	6,3	8,0	15	17	19	22	25	29	33
		0,5	7,2	9,0	17	1922	22	25	29	33	38
		0,1	8,1	10	20	26	25	29	33	38	43
		0,05	9,7	12	24		300	35	40	46	52
Час в карті передбачає кріплення деталі болтами в кількості					4		4			6	
Додавати /віднімати/ на кожний болт зверху /менше/ передбачених					1,5		2			4	

Примітка:

1. При установці деталей із необроблюваною установочною поверхнею за часом по карті застосувати коефіцієнт $K=1,2$
2. При пере установці деталей без вивірки за часом по карті застосувати $K=0,65$, із вивіркою по діаметру /в одній площині/ - коефіцієнт $K=0,85$, із вивіркою по діаметру і торцю /в двох - трьох площинах/ - коефіцієнт $K=0,95$
4. При кріпленні деталей з допомогою гідро пластичних кулачків час по карті зменшити на 5 хвилин.
5. При установці деталі із легких сплавів за часом по карті застосувати коефіцієнт $K=1,1$.
6. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крана, зменшити на 1,5 хв.

Допоміжний час на установку деталі на столі або на кутнику та знімання			Токарні верстати											
			Карта 7			Аркуш 1					Аркуші 3			
			Маса деталі, кг., до											
Спосіб установки та кріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки на 1 погонний метр, мм.	0,5	1	3	5	10	20	30	50	100	200	400	800
			Час, хв.											
На столі із кріпленням болтами та планками	Без вивірки	--	0,60	0,73	1,00	1,10	1,30	1,60	3,2	3,7	4,4	5,3	6,3	7,4
		1,0	0,87	1,04	1,40	1,60	1,90	2,30	4,6	5,2	6,3	7,5	9,0	11,0
	Із вивіркою в одній площині	0,5	1,15	1,38	1,85	2,10	2,50	3,00	6,2	7,0	8,4	10,0	12	14,5
		0,1	1,27	1,52	2,00	2,30	2,80	3,30	6,8	7,7	9,2	11,0	13	16,0
	Із вивіркою в двох площинах	1,0	1,04	1,25	1,50	1,90	2,30	2,70	5,5	6,3	7,5	9,0	11	13,0
		0,5	1,40	1,66	2,20	2,50	3,00	3,60	7,4	8,4	10	12,0	14,5	17
		0,1	1,53	1,83	2,40	2,80	3,30	4,00	8,1	9,3	11	13,0	16	19,0
	Без вивірки	--	0,80	0,95	1,23	1,38	1,60	1,90	3,8	4,3	5,2	6,3	7,7	9,1
		1,0	1,15	1,35	1,74	2,00	2,30	2,70	5,4	6,2	7,5	9,0	11	13,0
	Із вивіркою в одній площині	0,5	1,55	1,80	2,30	2,60	3,10	3,60	7,2	8,2	10	12,0	14,5	17
		0,1	1,70	1,98	3,60	2,90	3,40	4,00	7,9	9,0	11	13,0	16	19,0
		0,05	2,00	2,38	3,00	3,60	4,10	4,80	9,5	11	13	16,0	19	23,0
Із вивіркою в двох площинах	1,0	1,40	1,62	2,00	2,40	2,80	3,40	6,4	7,5	9,0	11,0	13	16,0	
	0,5	1,85	2,16	2,80	3,00	3,70	4,40	8,6	10	12	14,5	17	21,0	
	0,1	2,0	2,38	3,00	3,50	4,10	4,80	9,5	11	13,0	16,0	19	23,0	
	0,05	2,45	2,86	3,70	4,20	4,90	5,80	11,5	13	16,0	19,0	23	28,0	

Додаток 142. Вибір допоміжного часу на токарні та свердлильні верстати

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання				Токарні та свердлильні верстати								
				Карта 2		Аркуш 1			Аркушів 3			
				Маса деталі, кг., до								
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	0,3	1,0	3,0	5,0	10	20	30	50	100
				В кулачках із закріпленням ключом	Без вивірки із вивіркою по діаметру і торцю	-- 0,5 0,1 0,05	--	0,28 0,44 0,95 1,2	0,33 0,53 1,15 1,4	0,38 0,75 1,45 1,75	0,47 0,92 1,7 2,2	0,58 1,15 2,1 2,6
В кулачках із підтисканням заднім центром	Без вивірки	--	1000 2000 3000	0,37 -- --	0,39 -- --	0,45 -- --	0,52 -- --	0,65 0,75 --	0,93 1,1 --	3,6 4,2 4,6	4,5 5,0 6,0	5,5 6,1 6,9
	Із вивіркою по діаметру	0,5	1000 2000 3000	0,55 -- --	0,60 -- --	0,85 -- --	1,05 1,15 --	1,25 1,45 --	1,65 1,95 --	4,1 4,7 5,3	5,4 6,7 8,0	6,6 7,5 9,0
		0,1	1000 2000 3000	1,07 -- --	1,32 -- --	1,65 -- --	1,9 -- --	2,4 2,8 --	3,3 3,7 --	5,2 5,9 6,8	6,5 7,5 8,5	7,7 8,6 9,8
В кулачках із підтисканням заднім центром та люнетом	Без вивірки	--	1000 2000 3000	-- -- --	0,78 -- --	0,95 -- --	1,15 -- --	1,25 1,35 --	1,45 1,8 --	4,0 4,5 5,1	5,0 5,6 6,7	6,0 6,6 7,6
	Із вивіркою по діаметру	0,5	1000 2000 3000	-- -- --	-- -- --	0,95 -- --	1,2 1,3 --	1,45 1,65 --	1,9 2,15 --	4,5 5,3 6,0	6,0 7,5 8,8	7,4 8,4 10,0
		0,1	1000 2000 3000	-- -- --	-- -- --	1,85 -- --	2,1 -- --	2,7 3,1 --	3,7 4,1 --	5,8 6,5 7,5	-- 8,0 9,4	-- 9,5 11,0
В патроні із пневмогідравлічним затиском із підтисканням заднім центром			1000 2000 3000	-- -- --	-- -- --	0,55 -- --	0,64 -- --	0,72 0,83 --	0,85 1,0 --	2,8 3,2 4,5	3,2 3,8 4,5	3,8 4,5 5,4

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання				Токарні та свердлильні верстати					
				Карта 2		Аркуш 1		Аркушів 3	
				Маса деталі, кг., до					
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	0,3	1,0	3,0	5,0	10	20
				В цангі або патроні із пневмогідравлічним затиском	Без вивірки із вивіркою по діаметру	0,5 0,1	-- -- --	0,14 0,33 0,40	0,17 0,42 0,49
В цанговому патроні із закріпленням	Важільом, маховичком гайкою		-- -- --	0,15 0,19 0,22	0,20 0,24 0,29	0,25 0,31 0,37	0,29 0,34 0,41	0,33 0,39 --	-- -- --

Примітка:

- При перестановці деталі вручну час згідно карти приймати без змін; при перестановці деталей із застосуванням мостового крана без вивірки за часом застосувати коефіцієнт $K=0,65$; із точністю до 0,5 мм. - $K=0,75$; із вивіркою із точністю до 0,1 мм. - $K=0,85$; із вивіркою із точністю до 0,05 мм. - $K=0,95$.
- При установці деталей із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнти $K=1,1$.
- При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крана зменшувати на 1,5 хв.

Продовження додатку 142.

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання				Токарні та свердлильні верстати					
				Карта 2		Аркуш 1		Аркушів 3	
				Маса деталі, кг., до					
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм. до	Довжина деталі мм. до	50	100	200	400	800	1500
				В кулачках патрона	Із вивіркою по діаметру та торцю	1,0 0,5 0,1 0,05	-- -- -- --	11 13 15 17	13 15 17 22
В кулачках із підтисканням заднім центром без люнета	Без вивірки	--	1000 3000 5000 5000	5,0 6,0 -- --	5,8 6,8 -- --	6,7 8,0 9,5 --	8,0 9,0 13 15	9,6 10 15 18	-- 12 17 20
	Із вивіркою по діаметру	1,0	1000 3000 5000 5000	5,5 6,0 -- --	6,6 7,3 -- --	8,0 9,0 12 --	10 12 16 18	12 15 19 22	-- 17 22 25
		0,5	1000 3000	6,3 7,5	6,8 9,0	10 11	12 14	14 17	-- 20

Додаток 143. Допоміжний час на свердлильні та фрезерні верстати

Допоміжний час на установчу деталі на столі або на кутнику та знімання, хв			Свердлильні та фрезерні верстати													
			Карта 7				Аркуш І				Акрушів 3					
			Маса деталі, кг., до													
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки	0,5	1	3	5	10	20	30	50	100	200	400	800	1500	
			На столі із дократами, підставками із закріпленням болтами і планками	Без вивірки	--	0,37	1,14	1,50	1,65	2,00	2,40	4,5	5,2	6,3	7,7	9,1
На призмах із закріпленням болтами і планками	Із вивіркою в одній площині	1,0	1,40	1,63	2,10	2,40	2,80	3,30	6,4	7,5	9,0	11,0	13,0	16,0	19,0	
		0,5	1,85	2,18	2,80	3,20	3,70	4,40	8,6	10,0	12,0	14,5	17,5	21,0	25,0	
		0,1	2,05	2,40	3,10	3,50	4,10	4,80	9,5	11,0	13,0	16,0	19,0	23,0	28,0	
		0,05	2,55	2,90	3,70	4,10	4,90	5,80	11,5	13,0	16,0	19,0	23,0	28,0	34,0	
	Із вивіркою в двох площинах	1,0	1,70	1,98	2,60	2,10	3,40	4,00	7,9	9,0	11,0	12,5	16,0	19,0	23,0	
		0,5	2,25	2,54	3,40	3,80	4,50	5,30	10,5	12,0	14,5	16,5	21,0	25,0	31,0	
		0,1	2,50	2,90	3,70	4,20	4,90	5,80	11,5	13,0	16,0	19	23,0	28,0	34,0	
		0,05	2,95	3,48	4,50	5,10	5,90	7,00	14,0	15,5	19,0	23,0	28,0	34,0	41,0	
	Із вивіркою в трьох площинах	1,0	2,10	2,47	3,20	3,60	4,20	5,00	10,0	11,5	14,0	17,0	20,0	25,0	30,0	
		0,5	2,90	3,43	4,40	5,00	5,80	6,80	13,5	15,5	19,0	23,0	27,0	33,0	40,0	
		0,1	3,20	3,77	4,90	5,50	6,40	7,50	15,0	17,0	21,0	25,0	30,0	3,6	44,0	
		0,05	3,80	4,52	5,90	6,60	7,70	9,00	18,0	20,0	25,0	30,0	36,0	43,0	53,0	
На призмах із закріпленням болтами і планками	Із вивіркою в одній площині	Без вивірки	--	--	0,81	1,20	1,30	1,50	1,90	3,2	3,6	4,5	5,4	6,5	7,9	--
		1,0	--	1,16	1,60	1,80	2,20	2,70	4,5	5,2	6,3	7,7	9,4	11,0	13,0	
		0,5	--	1,55	2,10	2,40	2,90	3,40	6,0	6,9	8,5	10,7	12,0	15,0	18,0	
		0,1	--	1,70	2,30	2,70	3,20	3,90	6,6	7,7	9,3	11,0	14,0	17,0	20,0	
		0,05	--	2,04	2,80	3,20	3,90	4,70	8,0	9,2	11,0	14,0	17,0	20,0	24,0	

Примітки:

1. При установці деталей із необроблюваною установочною поверхнею за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,2$
2. При установці нежорстких деталей зварювальної конструкції за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,2$
3. При перестановці деталей із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=0,8$, із вивіркою в двох-трьох площинах - коефіцієнт $K=0,95$.
4. При установці деталей із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.
5. При кріпленні деталей гідро шайбами із гідро і пневмопідставками за часом застосувати коефіцієнт $K=0,8$.
6. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крану, зменшити на 1,5 хв.

Продовження додатку 143.

Допоміжний час на установку деталей в спеціальні пристосування та знімання		Свердлильні та фрезерні верстати								
		Карта 7			Аркуш 1			Аркушів 3		
Установка та знімання деталі		Маса деталі, кг., до								
Основні елементи пристосування	Установочна площа	0,25	1	3	8	12	20	30	80	200
Час, хв.										
Площина, призма	Горизонтальна	0,08	0,09	0,11	0,15	0,18	0,23	0,8	0,9	1,3
	Вертикальна	0,09	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,9	1,0	1,4
Палець, отвір	Горизонтальна	0,09	0,11	0,12	0,17	0,20	0,26	0,9	1,0	1,4
	Вертикальна	0,10	0,12	0,13	0,19	0,22	0,28	1,0	1,1	1,5
Двоє висувних або утопаючих пальців	Горизонтальна	0,12	0,13	0,14	0,21	0,24	0,35	1,0	1,1	1,5
	Вертикальна	0,13	0,14	0,15	0,23	0,26	0,35	2,5	2,6	2,9
При установці деталі в багато місцевому пристосуванні на кожну послідовуючу деталь добавляти із базуванням на:	Площині	0,05	0,06	0,08	0,12	0,15	0,20	--	--	--
	Призмі, пальці, отвори	0,06	0,08	0,09	0,14	0,17	0,23	--	--	--
	Двох пальцях	0,09	0,10	0,11	0,18	0,21	0,29	--	--	--

Продовження додатку 143.

Допоміжний час на установку деталі в спеціальні пристосування та знімання		Свердлильні та фрезерні верстати				
		Карта 7		Аркуш 1		Аркушів 3
Закріплення та відкріплення деталі						
Спосіб кріплення	Кількість верстатів	Маса деталі, кг., до				
		0,25	1,0	8	20	20
Час, хв						
Рукоятками пневматичного або гідравлічного затискача	1	--	--	0,04	--	--
Гвинтовим затискачем	1	0,05	0,06	0,08	0,10	0,20
	2	0,08	0,10	0,13	0,16	0,32
	3	0,11	0,14	0,18	0,22	0,44
Гасчним затискачем	1	0,14	0,15	0,20	0,25	0,28
	2	0,22	0,24	0,24	0,40	0,48
	3	0,30	0,33	0,44	0,55	0,68
Рукояткою пневматичного затискача	1	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09
	2	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10

Продовження додатку 143.

Допоміжний час на установку деталей в лещатах та знімання			Свердлильні та фрезерні верстати					
			Карта 8		Аркуш 1		Аркушів 3	
			Маса деталі, кг., до					
Спосіб установки деталі	Характер вивірки	Точність вивірки	0,5	1,0	3,0	5,0	10	20
Час, хв.								
В лещатах із гвинтовим затиском	Без вивірки Із вивіркою	--	0,34	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
		1	0,68	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Із додатковим кріпленням затискними пластинками	--	2	0,8	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8
		3	1,0	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2
В лещатах із пневматичним затискачем	--	--	0,2	0,25	0,35	0,4	0,5	0,6

Примітка:

1. При переустановці деталей за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=0,8$.
2. При установці деталей за часом із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.

Продовження додатку 143.

Допоміжний час на установку деталей в пристосуванні		Свердлильні та фрезерні верстати				
		Карта 9		Аркуш 3		Аркушів 3
Спосіб кріплення	Кількість затискачів	Маса деталі, кг., до				
		0,25	1,0	8	20	20
Час, хв						
Гайкою за допомогою гасчного ключа	1	0,12	0,13	0,18	0,21	0,28
	2	0,18	0,21	0,29	0,34	0,48
	3	0,24	0,29	0,40	0,47	0,68
	4	0,30	0,37	0,51	0,60	0,88
Пальцевим фіксатором або шпилькою	1	--	0,04	0,07	0,08	0,10
	2					
		--	0,07	0,13	0,15	0,18

Примітка:

При установці деталей із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.

Додаток 144. Допоміжний час на контрольні вимірювання

Карта 11 Аркуш 1 Аркушів 6

Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Вимірювальний розмір, мм (до)	Довжина вимірювальної поверхні, мм (до)										
			50	100	150	200	300	450	600	800	1000	1500	2000
Час, хв.													
Кутомір із ноніусом	До 5 Св. 5	-	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шаблон лінійний одвобічний	0,2-0,5 мм 0,2 мм	-	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20
			0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,28	0,31
Шаблон лінійний двобічний	0,2-0,5 мм 0,2 мм	-	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19	-	-
			0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,23	0,25	0,27	0,30	-	-
			0,12	0,16	0,18	0,19	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,36	0,42
			0,14	0,18	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,40	0,48
Штангенциркуль	0,1 мм	400 А	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		600 А	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 А	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Б	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Вимірювальний розмір, мм (до)	Довжина вимірювальної поверхні, мм (до)												
			50	100	150	200	300	450	600	800	1000	1500	2000	3000	
			Час, хв.												
Штангенциркуль	0,1 мм	1500 А	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2000 А	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		50	0,24	0,26	0,30	0,3	0,38	0,40	0,44	0,48	0,50	0,60	0,78	1,05	
		100	0,28	0,32	0,36	0,3	0,43	0,45	0,50	0,54	0,57	0,70	0,90	1,20	
		175 А	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		250 А	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Б	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Штангенлибномір	0,1 мм 0,05 мм	-	0,14	0,15	0,15	0,1	0,19	0,21	0,25	-	-	-	-	-	
		-	0,17	0,18	0,19	0,2	0,24	0,26	-	-	-	-	-	-	
Мікрометр	0,01 мм	100	0,26	0,26	0,27	0,2	0,34	0,38	0,43	0,49	0,55	0,65	0,75	0,90	
		200	0,32	0,32	0,33	0,3	0,40	0,43	0,48	0,55	0,60	0,72	0,80	1,00	
		400 А	0,41	0,41	0,42	0,4	0,48	0,50	0,57	0,65	0,70	0,85	0,95	1,10	
		Б	0,53	0,53	0,54	0,5	0,62	0,66	0,74	0,85	0,95	1,10	1,20	1,45	

Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Вимірювальний розмір, мм (до)	Довжина вимірювальної поверхні, мм (до)										
			50	100	150	200	300	450	600	800	1000	1500	
			Час, хв.										
Калібр-скоба	IT11 – IT12	500	A	0,16	0,17	0,18	0,20	0,20	0,22	0,24	0,27	0,28	0,32
			B	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,35	0,37	0,42
	IT7 – IT9	50		0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,24	0,28	0,34	0,40
				0,14	0,15	0,17	0,19	0,23	0,26	0,30	0,32	0,37	0,44
				0,18	0,20	0,22	0,24	0,28	0,30	0,33	0,38	0,10	0,48
			A	0,20	0,14	0,26	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,45	0,50
			B	0,27	0,34	0,34	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
			A	0,25	0,29	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,45	0,50	0,55
	B	0,34	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,53	0,58	0,60	0,70		
	Калібр-скоба двобічна	IT11 – IT12	50	0,10	0,12	0,13	0,1	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26
100			0,10	0,13	0,14	0,1	0,17	0,18	0,20	0,23	0,25	0,30	
IT7 – IT9		50	0,17	0,19	0,20	0,2	0,25	0,30	0,36	0,40	0,45	0,53	
		100	0,19	0,20	0,23	0,2	0,28	0,36	0,40	0,45	0,50	0,57	
Калібр-пробка	IT11 – IT12	25	0,08	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	
		50	0,11	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	
		100	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	
Калібр-пробка	IT7 – IT9	25	0,13	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	
		50	0,16	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	
		100	0,19	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примітка:

1. Вимірювання універсальним інструментом проводиться із установленням його на розмір в процесі вимірювання.
2. При вимірюванні: А – вимірювання деталі в одній площині, Б – вимірювання деталі в двох взаємо перпендикулярних площинах.
3. При вимірюванні мікрометром декілька поверхонь при різниці в розмірах 10 мм та вище до часу згідно карти слід додавати 0,2 хв. на установ інструмента.
4. При вимірюванні скобами декілька поверхонь однакових розмірів одної деталі на кожну слідуючу поверхню до часу згідно карти застосувати коефіцієнт $K=0,6$.

Додаток 145. Час на організаційне обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби

Карта 12
 Аркуш 1
 Аркушів 1

<i>Типи верстатів</i>						
<i>Токарні</i>	<i>Карусельні</i>	<i>Фрезерні</i>		<i>Свердлильні</i>	<i>Розточувальні</i>	<i>Багатоопераційні</i>
Найбільший діаметр вибору, що установлюється над станиною, мм (до)	Найбільший діаметр виборів, що установлюється на планшайбі, мм (до)	Довжина стола, мм (до)		Найбільший діаметр свердлення, мм (до)	Діаметр шпинделя, мм (до)	Кількість інструментів в магазині, шт. (до)
250;420;630;1000	2000; 1500; 3000	1200; 3000	2000;	12; 25;50;75	80 110 150	30 30
Час в процесах до оперативного часу						
8; 9; 10; 11	12 9 10	12 10 10	7 8 9 10	9 10 11	14 16	

1. На організаційну підготовку

Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в налазді	Найбільший діаметр виробів, що установлюється над станиною, мм (до)				
		250	420	630	1000	2000
Проста	1-3	11	13	15	17	20
	4-6	12	14	16	18	21
	7-12	14	16	18	20	23
Середньої складності	1-3	13	15	17	19	22
	4-6	14	16	18	20	23
	7-12	16	18	20	22	25
Складна	1-3	17	19	21	23	26
	4-6	18	20	22	24	27
	7-12	20	22	24	26	29

2. На наладку верстата, інструмента, оснастки

Назва прийомів		Найбільший діаметр виробів, що установлюється над станиною, мм (до)				
		250	420	630	1000	2000
Установити та зняти із регулюванням	Патрон повідковий	4,0	4,5	5,0	-	-
	Патрон інерційний	6,5	7,0	8,0	-	-
	Патрон 3х кулачковий	3,5	4,0	5,0	6,5	-
	Патрон 4х кулачковий	6,0	6,5	7,5	11	16
	Центри	1,0	2,0	3,0	6,0	7,0
	Оправку	1,5	2,0	2,5	3,3	6,0

Продовження додатка 146

Карта 13
Аркуш 2
Аркушів 2

Назва прийомів	Найбільший діаметр виробів, що установлюється над станиною, мм (до)				
	250	420	630	1000	2000
Час, хв.					
Установити та зняти інструмент (блок):					
в різцетримач	0,5	0,8	1,0	1,0	2,0
в револьверну головку	0,4	0,4	0,5	0,7	-
в магазин	0,2	0,2	0,3	0,4	-
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів). час на 1 інструмент. вимірювання	0,5				
Набрати програму вимикачами на пульті управління верстата. час на 1 розмір.	0,4			0,6	
Установити програмоносій в лічильне улаштування та зняти	0,1				
Розчити кулачки патрона:					
сирі	5,5	6,0	7,0	-	-
загартовані	7,0	8,5	9,5	12	14
Налагодити нульове положення каретки супорта:					
контур 2ПТ-71	5,0	6,0	-	-	-
інші системи ЧПК	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Перевірити працездатність лічильного улаштування і перфострічки	1,0	1,4	2,0	2,5	3,0

Продовження додатка 146

1. На організаційну підготовку					
Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в налашті	Найбільший діаметр вибору, що встановлюється на планшайбі, мм.			
		1500	3000	5000	8000
Час, хв.					
Проста	1 – 3	12	14	16	19
	4 – 6	13	15	18	20
Середньої складності	1 – 3	14	16	19	21
	4 – 6	15	18	20	23
Складна	1 – 3	19	21	23	25
	4 – 6	20	22	24	27
2. На наладку верстата, інструмента, оснастки					
Назва прийомів	Найбільший діаметр вибору, що встановлюється на планшайбі, мм.				
	1500	3000	5000	8000	
Час, хв.					
Установити та зняти: потивага ктник	5,0	6,0	7,0	11,0	
	7,0	9,0	11,0	13,0	
Переустановити: кулачок із коробкою прикріплені: болтами із 8-ти шт. болтами із 6-ти шт. кулачок без коробок	6,0	7,0	9,0	12,0	
	4,0	5,0	7,0	10,0	
	3,0	4,0	5,0	7,0	

Продовження додатка 146

Назва прийомів	Найбільший діаметр вибору, що встановлюється на планшайбі, мм.			
	1500	3000	5000	8000
Час, хв.				
Установити та зняти інструмент (блок): в різцетримач в револьверну головку (час на 1 інструмент)	0,5 0,4	0,8 -	1,0 -	1,5 -
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів, подача і т.п.) (час на 1 вимірювання)	0,5			
Набрати програму вимикачами на пульті управління верстата. (час на 1 розмір)	0,5			
Установити програмоносій в лічильне улаштування та зняти	1,0			
Розточити кулачки: сирі	5,5	6,0	7,0	-
загартовані	7,0	8,5	9,5	12
Налагодити нульове положення	2,5	3,0	3,5	4,0
Перевірити працездатність лічильного улаштування та перфострічки	1,0	1,4	2,0	2,5

Продовження додатка 146

1. На організаційну підготовку

Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в налазці	Найбільший діаметр свердління, мм (до)			
		12	25	50	75

Час, хв.

Проста	1-2	8	11	14	15
--------	-----	---	----	----	----

Середньої складності	1-2	9	12	15	15
	3-4				

Складна	1-2	10	13	15	15
---------	-----	----	----	----	----

2. На накладку верстата, інструмента, оснастки

Назва прийомів	Найбільший діаметр свердління, мм (до)			
	1500	3000	5000	8000

Час, хв.

Установити та зняти інструмент (час на 1 інструмент)				
--	--	--	--	--

в револьверну головку	0,4	0,5	0,6	0,6
-----------------------	-----	-----	-----	-----

в інструментальну підставку	0,2	0,2	0,3	0,3
-----------------------------	-----	-----	-----	-----

Продовження додатка 146

Назва прийомів	Найбільший діаметр свердлення, мм (до)			
	12	25	50	75
Час, хв.				
Установити та зняти:				
патрон	2,0	2,5	3,0	3,5
лещата	1,5	2,0	2,5	3,0
болти із планками	2,0	2,5	2,7	3,0
пристосування на базі УСП	5,0	5,0	6,0	6,5
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів, подача і т.п.) (час на 1 вимірювання)	0,5			
Установити програмоносій в лічильне улаштування та зняти	1,0			
Налагодити нульове положення:				
по бічним поверхням	1,1	1,3	1,5	1,8
по отвору	2,1	2,5	3,0	3,5
Перемістити стіл, бабку або шпindel в зону зручну для наладки	0,5			
Перевірити працездатність лічильного улаштування та перфострічки	1,0	1,4	2,0	2,5

1. На організаційну підготовку.						
Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в налазці	Довжина стола, мм (до)				
		1200	2000	3000	6000	8000
Час, хв.						
Проста	1	15	17	18	21	22
	2	16	18	19	22	23
	3 - 4	17	19	20	23	24
	5 - 6	18	20	21	24	25
Середньої складності	1	16	18	19	22	23
	2	17	19	20	23	24
	3 - 4	18	20	21	24	25
	5 - 6	19	21	22	25	26
Складна	1	17	19	20	23	24
	2	18	21	21	24	25
	3 - 4	20,19	22	22	25	26
	5 - 6	20	23	23	26	27
2. На накладну верстата, інструмента, оснастки						
Назва прийомів	Довжина стола, мм (до)					
	1200	2000	3000	6000	8000	
Час, хв.						
Установити та зняти:						
болти, планки	3	4	5	6	7	
патрон	2	2,5	3	-	-	
лещата	2	2,5	3	-	-	
установочне вручну	5	7	9	-	-	
приспособування краном	-	10	12	15	18	
координатну плиту	10	13	-	-	-	

Продовження додатка 146

Карта 16
 Аркуш 2
 Аркушів 2

Назва прийомів	Довжина стола, мм (до)				
	1200	2000	3000	6000	8000
Час, хв.					
Налагодити нульове положення: по бічним поверхням	3,0	3,5	4,5	5	6,5
по циліндричним поверхням	4,0	4,5	5,5	6	7,5
Перемістити стіл, бабку або шпindel в зону, зручну для накладки	0,5			1,0	
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів, подачу) Час на 1 вимірювання	0,5				
Установити та зняти інструмент: (час на 1 інструмент)					
в револьверну головку	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85
в інструментальний магазин	0,2	0,3	0,35	0,40	0,50
в інструментальну стійку	0,2	0,3	0,35	0,40	0,50
Набрати програму вимикання на пульті управління верстата. (час на 1 розмір)	0,5				
Установити програмоносії в лічильне улаштування та зняти	1,0	1,0	1,1	1,1	1,15
Перевірити працездатність лічильного улаштування та перфострічки	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Продовження додатка 146

1. На організаційну підготовку						
Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в налагодці	Тип верстатів				Багатоопераційні верстати □ оброблюючий центр/
		Розточувальні				
		Діаметр шпинделя, мм., до				
		80	110	150	150	
Час, хв.						
Проста	1-2	13	15	17	20	--
	3-4	14	16	18	21	--
	5-6	15	17	19	22	--
Середньої складності	1-2	17	18	20	23	--
	3-4	18	19	21	24	--
	5-6	19	20	22	25	--
	8-10	--	21	23	26	24
	11-16	--	--	--	--	28
Складна	1-2	19	21	23	26	--
	3-4	20	22	24	27	--
	5-6	21	23	25	28	--
	8-10	22	24	26	29	--
	11-16	--	--	--	--	28
	17-20	--	--	--	--	32
	21-30	--	--	--	--	36
	31-50	--	--	--	--	44
	50	--	--	--	--	52

Продовження додатка 146

Назва прийомів	Тип верстатів				
	Розточувальні. Діаметр шпинделя, мм (до)				Багатоопераційні
	80	110	150	150	
Установити та зняти: болти, планки лещата установочне вручну-притосування краном	2,5 2 5 10	3 2,5 7 13	4 3 8 15	5 - 9 17	4 3 - 15
Налагодити на нульове положення: по бічним поверхням по циліндричним поверхням	3 4	3 4	3,5 4,5	4,5 5,5	3,5 4,5
Перемістити стіл, бабку або шпиндель в зону, зручну для наладки	1,0			1,2	1,0
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів) (час на 1 вимірювання)	0,5				
Установити та зняти інструмент (час на 1 інструмент): в шпиндель в інструментальний магазин	1,5 -	1,7 -	2,0 -	2,5 -	- 0,4
Установити програмоносії в лічильне улаштування та зняти	1,0				
Перевірити працездатність лічильного улаштування та перфострічки	1,0			1,5	1,5

Додаток 147 Час на організаційне обслуговування робочого місця

в умовах багатOVERстатного обслуговування

Карта 18
Аркуш 1
Аркушів 2

Тип верстатів	Основні параметри верстатів	Організація обслуговування	Технічне обслуговування										Наладчиком				
			Час у відсотках до оперативного часу														
Токарні	Найбільший діаметр вибору, що установлюються над станиною мм., до	250	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	7,9	9,0	3,8	4,2	4,9	5,2	5,7	6,1	6,7	4,0
		420	2,6	4,0	5,3	6,5	7,8	9,2	10,0	4,2	4,7	5,4	5,7	6,3	6,7	7,4	5,0
		630	3,5	5,5	7,0	9,0	10,5	12,5	14,0	5,6	6,3	7,2	7,6	8,4	9,0	10,0	6,0
		1000	4,0	6,0	8,1	10,0	12,0	14,0	16,0	6,5	7,3	8,4	8,9	9,8	10,5	11,5	7,0
		2000	4,7	7,1	9,5	12,0	14,0	16,5	19,0	7,4	8,3	9,6	10,0	11,0	12,0	13,0	8,0
Карусельні	Найбільший діаметр вибору, що установлюються на планшайбі мм., до	1500	2,6	4,0	5,3	6,5	7,8	9,2	10,0	4,2	4,7	5,4	5,7	6,3	6,7	7,4	5,0
		3000	3,5	5,5	7,0	9,0	10,5	12,5	14,0	5,6	6,3	7,2	7,6	8,4	9,0	10,0	6,0
		5000	4,0	6,0	8,1	10,0	12,0	14,0	16,0	6,5	7,3	8,4	8,9	9,8	10,5	11,5	7,0
		8000	4,7	7,1	9,5	12,0	14,0	16,5	19,0	7,4	8,3	9,6	10,0	11,0	12,0	13,0	8,0
Фрезерні	Довжина стола, мм. до	1200	2,4	3,6	4,1	--	--	--	--	2,8	3,1	3,6	--	--	--	--	2,5
		2000	3,0	4,5	6,0	7,8	--	--	--	4,2	4,7	5,4	6,2	--	--	--	3,0
		3000	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	--	--	5,0	5,5	6,3	7,3	8,5	--	--	3,5
		6000	5,1	7,8	10,5	13,0	17,0	20,0	--	5,9	6,5	7,5	8,7	10,0	12,0	--	4,0
		8000	6,0	9,3	12,5	15,5	20,0	24,0	28,0	7,0	7,7	8,9	10,0	12,0	14,0	16,0	5,0

Продовження додатка 147

Типи верстатів	Основні параметри верстатів	Організаційне обслуговування								Технічне обслуговування								Накладчиком
		Кількість верстатів, що обслуговуються робочим-оператором																
		2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8			
Свердлильні	Найбільший діаметр свердлення, мм., до	12	3,0	4,5	6,0	--	--	--	--	1,4	1,6	1,8	--	--	--	--	1,0	
		25	3,3	5,0	6,5	8,5	--	--	--	1,5	1,8	2,0	2,3	--	--	--	1,1	
		50	3,6	5,4	7,2	9,3	12,0	--	--	1,7	1,9	2,2	3,3	3,3	--	--	1,2	
		75	4,0	6,0	8,0	10,0	13,0	17,0	--	2,1	2,3	2,7	5,7	4,0	5,0	--	1,5	
Розточувальні	Діаметр шпинделя, мм., до	80	2,6	4,0	5,3	6,5	7,8	9,2	10	4,2	4,7	5,4	5,7	6,3	6,7	7,4	5,0	
		110	3,5	5,5	7,0	9,0	10,5	12,5	14	5,6	6,3	7,2	7,6	8,4	9,0	10,0	6,0	
		150	4,0	6,0	8,1	10,0	12,0	14,0	16	6,5	7,3	8,4	8,9	9,8	10,5	11,5	7,0	
		150	4,7	7,1	9,5	12,0	14,0	16,0	19	7,4	8,3	9,6	10	11	12,0	13,0	8,0	
Багато операційні	Кількість інструментів в магазині, шт.	30	11	12,5	13,5	14,5	--	--	--	7,3	8,4	9,5	11	--	--	--	10,0	
		30	12	14,0	15,0	16,0	18,0	--	--	8,1	9,3	10,5	12	14	--	--	12,0	

**Додаток 148. Підготовчо-заключний час при роботі
на верстатах токарної групи**

Спосіб установки деталі	Маса де- талі, кг (до)	Зайнятість оператора в % від оперативного часу	Оперативний час, хв. (до)			
			3	5	10	10
			Час в % до оперативного часу			
Вручну	1	20	7	6	5	5
		40	7	6	6	5
		80	7	6	6	5
		100	8	7	7	6
	5	20	7	6	6	5
		40	7	6	6	6
		80	7	6	6	6
		100	8	7	7	7
	10	20	7	6	6	5
		40	8	6	6	6
		80	8	6	6	6
		100	9	7	7	7
	20	20	-	7	7	6
		40	-	8	8	7
		80	-	8	8	7
		100	-	9	9	8
Краном	20	-	5			

Додаток 149. Оптові ціни на якісну сталь (за преїскурантом № 01 – 03 з I / I – 2006 р.)

А. Сортова, фасонна

Тип сталі	Марка сталі	Ціна в грн. за тону сталі розміром, мм.					
		8-11	12-15	16-31	32-50	52-100	105-200
Сортова фасонна конструкційна вуглецева	10-85	1220	1170	1130	1120	1100	1040
	15Г, 25Г 35Г	1250	1200	1160	1140	1120	1060
	15Х, 30Х, 45Х	1340	1290	1250	1240	1220	1160
	20ХН, 40ХН, 50ХН	3130	3090	3040	3010	2990	2900
Інструментальна	У7-У13	1390	1340	1270	1250	1230	1140
	У7А-У13А	1570	1520	1440	1420	1400	1300
Легуюча	9СХ	1760	1710	1640	1620	1610	1500
	ХВГ	3600	3550	3430	3420	3390	3260
Швидкоріжуча	Р9, Р9М	18100	18000	17800	17700	17600	-
	Р18, Р18М	25600	25400	25200	25100	25000	-
	Р12	20700	20600	20400	20300	20200	-
	Р9К5	40000	39900	39600	39500	39400	-
	Р18К5Ф2	46700	46600	46400	46300	46200	-

Тип сталі	Марка сталі	Ціна в грн. за тону сталі розміром, мм.						
		5,1-7,6	7,1-8,8	9,0-10,9	11,0-14,9	15-23,0	23,2-29	30-50,0
Конструкційна вуглецева калібрована, вуглецева легуюча	35-60	1610	1600	1540	1430	1330	1300	1270
	17Г, 20Г 50Г	1630	1620	1560	1460	1360	1340	1310
	30Х, 40Х	1940	1930	1870	1760	1660	1630	1600
	20ХН, 40ХН	2620	2590	2470	2320	2170	2130	2090
Інструментальна калібрована вуглецева	У7-У13	2460	2420	2290	2120	1910	1850	1810
	У7А-У13А	2750	2710	2580	2410	2200	2140	2100
Легуюча	9ХС	3010	2930	2760	2540	2290	2210	2170
	ХВГ	5100	5020	4780	4540	2430	4130	4090

Тип сталі	Марка сталі	Ціна в грн. за тону сталі розміром, мм.							
		6-6,9	7-7,9	8-8,9	9-10,75	11-12,75	13,0-14,75	15-17,5	18-20
Конструкційна серебрянка ле- гуюча	40X, 50X	3740	3420	3220	2890	2580	2520	2340	2300
Інструментальна серебрянка вуг- лецева	У7-У13	4800	4330	4020	3590	3150	3090	2840	2730
	У7А-У13А	5730	5110	4280	3850	3450	3290	3020	29200
Легуюча	9ХС	6360	5820	4780	4230	3780	3700	3400	3320
	ХВГ	8650	7960	7610	6920	6370	6240	5860	5730
Швидкоріжуча	P9, P9M	34900	34000	28400	26900	26000	25800	25100	24800
	P18, P18M	48700	47800	39700	37200	36100	35700	34900	34500
	P12	39100	38000	31900	39800	29000	28900	28300	27800
	P9K5	73200	71800	60000	56700	55600	55200	54100	53400

**Оптові ціни на відливки, поковки і гарячі штамповки в грн. за тону
(за преїскурантом №25-01 з 1/1-2000 р.)**

Додаток 150

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
А. Відливки чавунні та сталіні, що виготовляються всіма методами лиття						
Чавун сірий (з ГОСТ 1412-82) СЧ-10, СЧ15, СЧ20, СЧ21	До 0,2	2650	3000	3450	4000	4600
	>0,2 до 0,6	2500	2850	3300	3850	4450
	>0,6 до 1,0	2350	2700	3150	3700	4250
	>1,0 до 3,0	2100	2450	2900	3400	3950
	>3,0 до 10,0	1850	2200	2650	3150	3700
	>10,0 до 20,0	1500	2000	2300	2800	3500
Чавун сірий (з ГОСТ 1412-82) СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35, СЧ40, СЧ45	До 0,2	2800	3250	3700	4250	4850
	>0,2 до 0,6	2650	3100	3550	4100	4700
	>0,6 до 1,0	2500	2950	3400	3950	4550
	>1,0 до 3,0	2250	2700	3150	3650	4200
	>3,0 до 10,0	1950	2400	2850	3350	3900
	>10,0 до 20,0	1600	2100	2500	3000	3500
Чавун високоміцний та кувальний (з ГОСТ 7993-82) ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, та інші.	До 0,2	3800	4350	5000	5700	6500
	>0,2 до 0,6	3650	4200	4850	5550	6350
	>0,6 до 1,0	3500	4050	4700	5400	6200
	>1,0 до 3,0	3150	3650	4300	5000	5600
	>3,0 до 10,0	2650	3150	3750	4400	4800
	>10,0 до 20,0	2400	3000	3500	4000	4500

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
Сталь вуглецева ливарна 15Л, 20Л, 30Л, 40Л, 50Л, 55Л та інші.	До 0,2	3100	3700	4350	5100	5950
	>0,2 до 0,6	3000	3600	4250	5000	5850
	>0,6 до 1,0	2800	3350	4000	4700	5500
	>1,0 до 3,0	2550	3100	3700	4400	5150
	>3,0 до 10,0	2300	2850	3400	4050	4800
	>10,0 до 20,0	2100	2600	3100	3800	4500
Сталь конструкційна низьколегована 20ГЛ, 35ГЛ, 40ГЛ, 40Л, 40ХЛ, та інші.	До 0,2	3150	3800	4500	5300	6200
	>0,2 до 0,6	3050	3650	4350	5150	6050
	>0,6 до 1,0	2850	3450	4150	4950	5850
	>1,0 до 3,0	2600	3200	3850	4600	5450
	>3,0 до 10,0	2350	2900	3550	4300	5100
	>10,0 до 20,0	2000	2700	3400	4000	5000
Сталь конструкційна легуюча 30ХНМЛ 40ХНМЛ та інші.	До 0,2	5500	6450	7650	9050	10650
	>0,2 до 0,6	5200	6150	7350	8750	10350
	>0,6 до 1,0	4850	5800	7000	8400	9900
	>1,0 до 3,0	4400	5250	6350	7650	9050
	>3,0 до 10,0	3900	4650	5550	6550	7700
	>10,0 до 20,0	3600	4400	5300	6400	7500

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
Б. Відливки із кольорових металів						
Алюмінієве литво АЛ-8, АЛ-13, та інші.	До 0,2	13450	14600	15900	17400	19000
	>0,2 до 0,6	13100	14250	15550	17050	18650
	>0,6 до 1,0	12750	13900	15200	16700	18300
	>1,0 до 3,0	12300	13450	14750	16250	17850
	>3,0 до 10,0	11800	12950	14250	15750	17350
	>10,0 до 20,0	10000	11000	12000	14000	16000
Мідно-цинкові сплави ЛА67-1,5, АК-80-3Л, ЛМЦЖ52-4-1 та інші	До 0,2	11300	11550	11900	12300	12750
	>0,2 до 0,6	11200	11450	11800	12200	12650
	>0,6 до 1,0	11100	11350	11700	12100	12500
	>1,0 до 3,0	10950	11200	11550	11950	12350
	>3,0 до 10,0	10850	11100	11450	11850	12250
	>10,0 до 20,0	10000	11000	11200	11500	12000
В. Відливки сталіні, виготовлені методом литва по витоппим моделям						
Сталь вуглецева і інструментальна 10Л, 20Л, 40Л, 55Л, У7-У13	До 0,05	31100	34100	37500	42100	48200
	>0,05 до 0,1	20300	22300	24650	27700	31650
	>0,1 до 0,2	14200	15600	17200	19300	22150
	>0,2 до 0,5	10000	10900	12000	13500	15500
	>0,5 до 1,0	9400	10200	11200	12650	14500
	>1,0 до 2,0	8150	8950	9850	11050	12550
	>2,0 до 5,0	7500	8500	9500	10000	12000

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
Сталь конструкційна низько легуюча Л38ХА, 40Г2Л, 16ХГТЛ, 35ХГСЛ та інші.	До 0,05	31550	34600	37850	42500	48700
	>0,05 до 0,1	20750	22750	25050	28050	32150
	>0,1 до 0,2	14850	16150	17600	19700	22700
	>0,2 до 0,5	10500	11500	12600	14000	16000
	>0,5 до 1,0	9900	10800	11800	13100	15000
	>1,0 до 2,0	8650	9450	10350	11500	13100
Г. Поковки, що виготовляються вільним куванням						
Сталь вуглецева якісна 08-85	До 0,2	3500	4000	4000	5100	-
	>2,0 до 10,0	3100	3100	3500	4500	-
	>10,0 до 20,0	2500	2500	3300	4200	-
Сталь конструкційна низько легуюча 15Х-50Х	До 0,2	3950	4450	5000	5850	-
	>2,0 до 10,0	3500	3950	4450	5050	-
	>10,0 до 20,0	3300	3700	4200	4800	-
Сталь інструментальна вуглецева У7-У13	До 0,2	4000	4500	5150	5900	-
	>2,0 до 10,0	3600	4000	4600	5300	-
	>10,0 до 20,0	3400	3800	4300	5000	-
Сталь конструкційна легуюча 20ХН-45ХН та інші	До 0,2	4550	5050	5650	6550	-
	>2,0 до 10,0	4050	4500	5000	5600	-
	>10,0 до 20,0	4000	4300	4700	5500	-
Сталь швидкоріжуча Р9 і Р9М	До 0,2	25450	26500	28050	30100	-
	>2,0 до 10,0	23950	24960	26250	28400	-
	>10,0 до 20,0	22000	23000	25000	26000	-
Сталь швидкоріжуча Р18 і Р18М	До 0,2	30150	31350	33200	35100	-
	>2,0 до 10,0	28950	29950	31650	33400	-
	>10,0 до 20,0	26000	28000	30000	32000	-

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
Д. Гарячі штамповки						
Сталь вуглецева якісна 08-85	>0,25 до 0,63	4650	5150	5800	6400	-
	>0,63 до 1,6	3600	4050	4650	5250	-
	>1,6 до 2,5	3100	3500	4000	4600	-
	>2,6 до 4,0	2600	2950	3450	4000	-
	>4,0 до 10,0	2300	2650	3050	3450	-
	>10,0 до 20,0	2100	2500	3000	3300	-
Сталь конструкційна низьколегуюча 15X-50X	>0,25 до 0,63	4950	5450	6100	6700	-
	>0,63 до 1,6	3850	4300	4800	5500	-
	>1,6 до 2,5	3350	3750	4250	4850	-
	>2,6 до 4,0	2850	3200	3700	4250	-
	>4,0 до 10,0	2500	2850	3250	3700	-
	>10,0 до 20,0	2300	2600	3000	3500	-
Сталь інструментальна вуглецева У7-У13	>0,25 до 0,63	5700	6400	7000	7800	-
	>0,63 до 1,6	4700	5300	5900	6600	-
	>1,6 до 2,5	4000	4500	5050	5650	-
	>2,6 до 4,0	3500	3950	4450	5000	-
	>4,0 до 10,0	3200	3600	4050	4550	-
	>10,0 до 20,0	3000	3500	4000	4400	-

Марка сталі	Маса одної відливки, кг	Група складності відливки				
		1	2	3	4	5
Сталь швидкоріжуча Р9 і Р9М	>0,25 до 0,63	28300	29800	31500	33350	-
	>0,63 до 1,6	26400	27750	29250	30850	-
	>1,6 до 2,5	25250	26500	27850	29350	-
	>2,6 до 4,0	24500	25600	26750	27900	-
	>4,0 до 10,0	23950	24800	25700	26600	-
	>10,0 до 20,0	22500	23500	24500	25500	-
Сталь швидкоріжуча Р18 і Р18М	>0,25 до 0,63	38000	39750	41650	43800	-
	>0,63 до 1,6	35950	37500	39200	41500	-
	>1,6 до 2,5	34650	36100	37650	39400	-
	>2,6 до 4,0	33950	35150	36450	37800	-
	>4,0 до 10,0	33300	34250	35250	36300	-
	>10,0 до 20,0	32000	33000	34000	35000	-
Алюмінієвий кувальний сплав типу АК4, АК6, АК8 (за ГОСТ 4783-82)	До 0,25	24150	26000	28050	30250	-
	>0,25 до 0,63	20400	22000	23600	25550	-
	>0,63 до 1,6	17900	19400	21000	22800	-
	>1,6 до 2,5	16150	17500	18850	20250	-
	>2,5 до 4,0	14550	15600	16800	18050	-
	>4,0 до 0,8	14000	15000	16000	18000	-

Додаток 151 Заготівельні ціни на лом та відходи металів в грн. за тону

На 2000 рік.

Матеріал	Лом	Стружкобрикет	Стружка за- вивна
Сталь нелегуюча	520	390	300
Чавун	390	330	240
Сталь конструкційна /хромоні- кільова, хромонікільомар- ганцева та ін./	530	470	350
Сталь інструментальна хроми- ста, хромованадієва	600	520	330
Сталь інструментальна хромо- вольфрамомарганцева	1040	910	650
Сталь інструментальна хромо- вольфрамомолібденова	2830	2500	1280
Сталь швидкоріжуча	8270	7270	4780

**Додаток 152. Оптові ціни на окремі види обладнання, які застосову-
ються у машинобудівних виробництвах.**

Назва обладнання	Ціна тис. грн.
Стенди для зборки	12
Робочі місця слюсаря з верстаками	2,5
Випробувальні стенди	70
Робочі місця маляра	4,5
Маніпулятори М250	10
Мостовий кран вантажопід'ємністю	
30 т	36
10 т	27
5 т	18
Зварювальний апарат АДФ – 1004 із ВДУ - 1001	5
Зварювальний апарат "Граніт – 2"	2
Зварювальний апарат "УДАР – 30"	1,7

Додаток 153 Норми амортизаційних відрахувань по основним фондам

Назва основних фондів	Норма амортизаційних відрахувань, %
Будівлі одноповерхові	4,7
Технологічне обладнання та транспортні засоби	12,5
Улаштування	8,8
Інструмент та оснастка	8,8
Виробничий та господарський інвентар	8,8
Агрегати зварювальні	31,2
Зборочні стенди (плити)	12,5
Крани мостові	8,4
Маніпулятори	8,8
Інші основні фонди	8,8

Додаток 154. Годинні тарифні ставки для робітників промислових підприємств, грош, ^{ол}/_{од}

Професія, вид робіт і форма зарплатні	Розряди					
	I	II	III	IV	V	VI
	Тарифний коефіцієнт					
	1,0	1,09	1,20	1,33	1,5	1,71
На роботах з нормальними умовами праці						
- для відрядників	1,73	1,90	2,33	2,59	2,94	3,46
- для почасовиків	1,86	2,05	2,51	2,79	3,16	3,72

Додаток 155 Норми обслуговування допоміжних робітників

Спеціальність	Норма обслуговування	Середній розряд, або місячний оклад
Електромонтер для ремонту технологічного обладнання	2 чол. за зміну	4
Електромонтер для ремонту електрообладнання кранів	1 чол. на 2 крана	4
Слюсар – ремонтник технологічного обладнання	1 чол. за зміну	4
Слюсар – ремонтник кранів	1 чол. за зміну	4
Кранівник	Згідно кількості кранів	4
Стропальник	2 чол. на 1 кран	3
Підсобний (транспортний) робітник	1 чол. на 20 робітників	3
Комплектувальник	1 чол. на 50 робітників	185...237 грн
Старший комірник	1 чол. на зміну	205..250 грн
Комірник	1 чол. на зміну	185...237 грн

Додаток 156 Норми обслуговування ІТП, ОКП та МОП. Місячні оклади

Посада	Норма обслуговування	Місячний оклад, грн.
Інженерно-технічні працівники (ІТП)		
Начальник цеху.	1	900...1000
Зам. начальника цеху	1	850...900
Начальник ПРБ.	1	700...800
Ст. інженер-плановик.	1	600...770
Інженер-плановик.	1	570...620
Начальник БТП.	1	600...700
Ст. інженер-технолог.	1	570...670
Інженер-технолог.	1	550...640
Ст. інженер-нормувальник.	1	600...760
Ст. майстер.	1	620...770
Майстер.	2	560...720
Механік.	1	500...650
Енергетик.	1	500...650
Економіст	1	540...570
Службовці (ОКП)		
Табельщик.	1	485...537
Обліковець.	1	485...537
Секретар-машиніста.	1	485...537
Молодший обслуговуючий персонал (МОП)		
Прибиральниці	2	485...537
Гардеробники	2	485...537

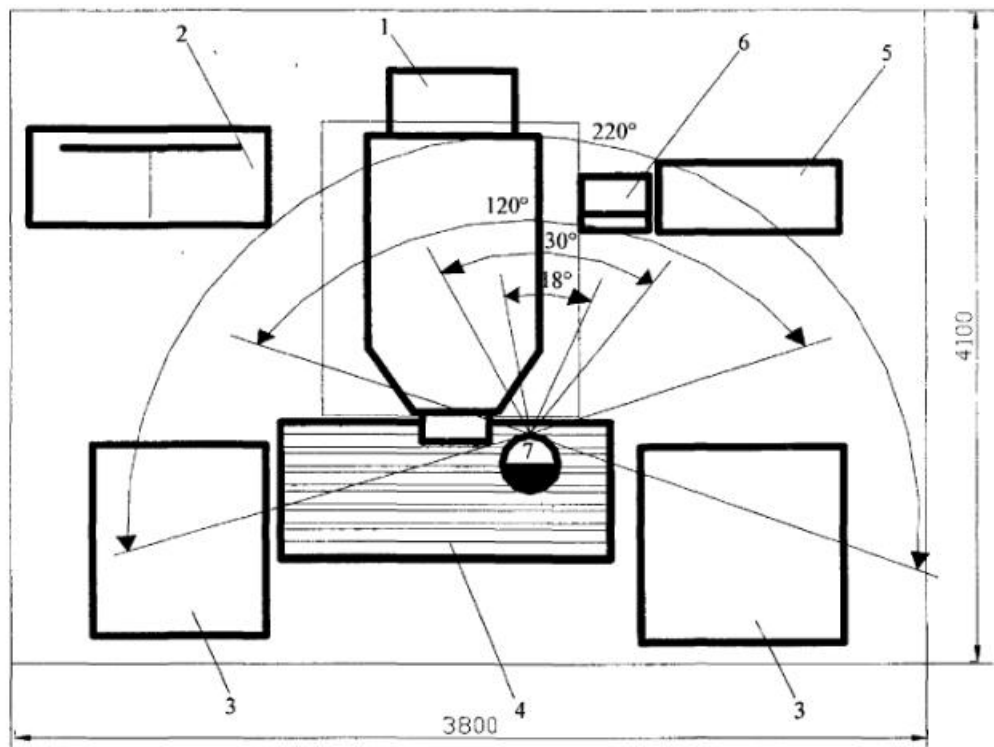
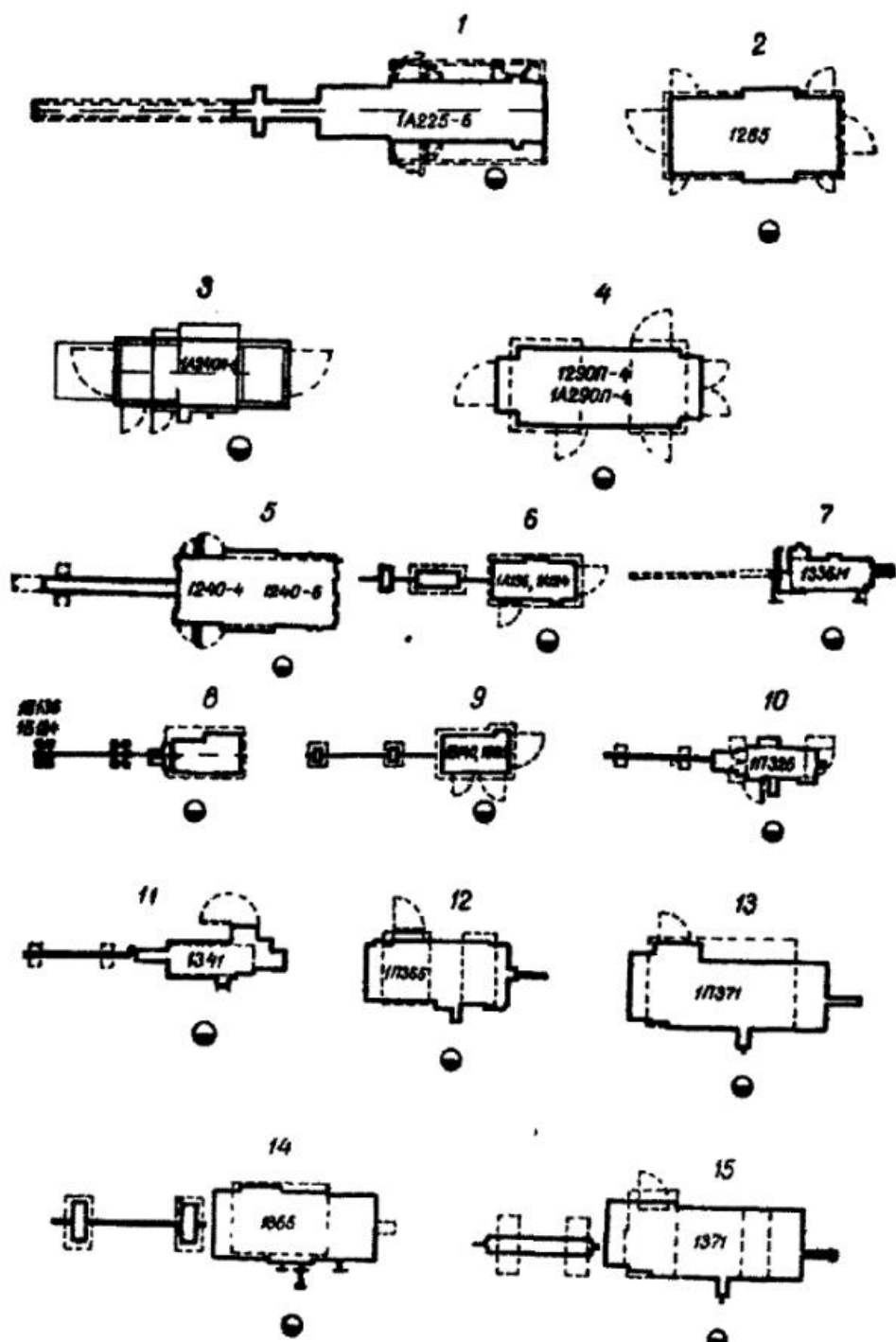


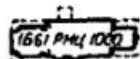
Рисунок 1. Планування робочого місця слюсара

- 1 “Лебідка ЛЕК - 3”
- 2 Вантаж для випробування.
- 3 Електрошкафи.
- 4 Підніжна решітка.
- 5 Генератор стендовий.
- 6 Двигун стендовий.
- 7 Слюсар.

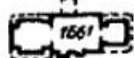
Додаток 158 Темплети на технологічне обладнання
1. Токарні верстати



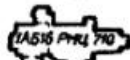
16



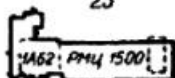
19



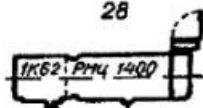
22



25



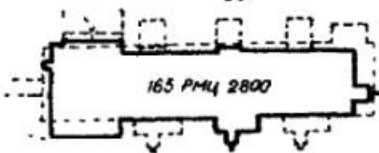
28



31



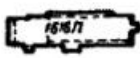
33



17



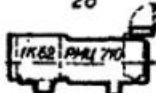
20



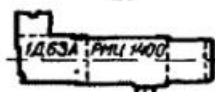
23



26



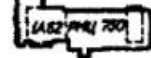
29



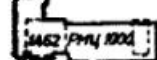
18



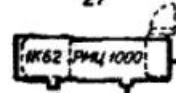
21



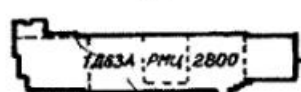
24



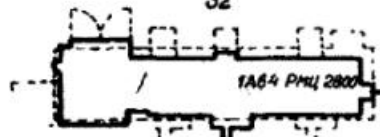
27



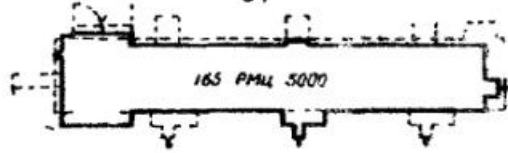
30



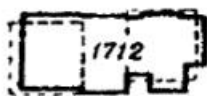
32



34



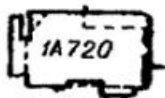
35



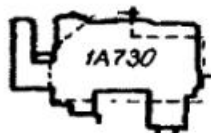
36



37



38



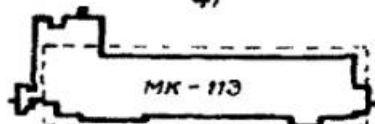
39



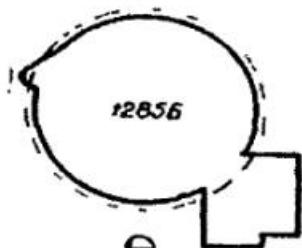
40



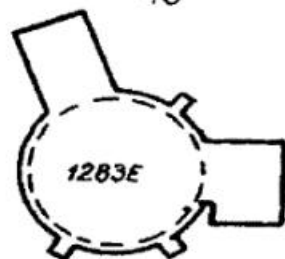
41



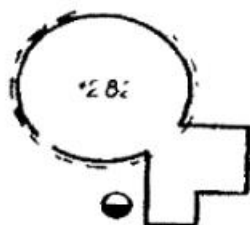
42



43



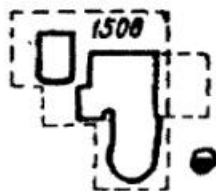
44



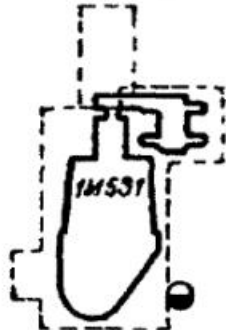
45



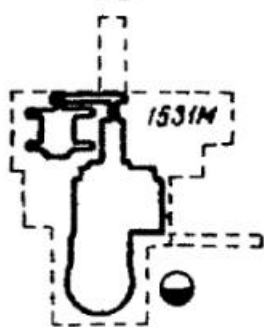
46



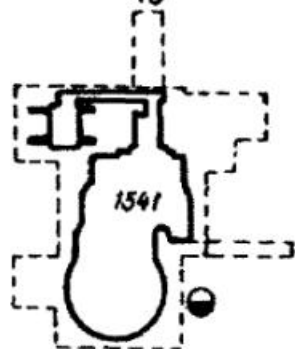
47



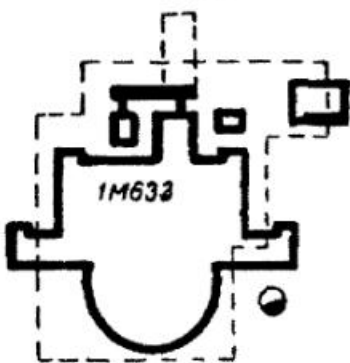
48



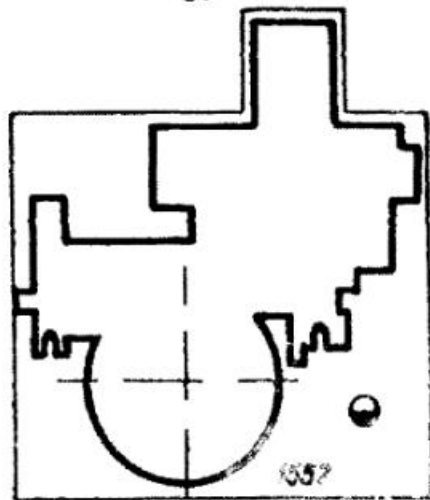
49



50



51



II. Свердлильні верстати

52



PC-12A

53



2A118

54



2A125

55



2A135

56



2A150

57



2170

58



20150

59



2150M

60



20170

61



2A382

62



252

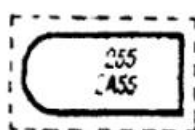
252

63



2A53

64

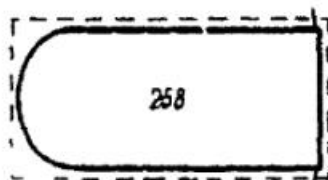
255
2A55

65



2A57

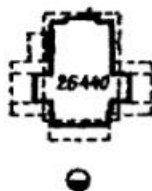
66



258

III. Розточувальні верстати

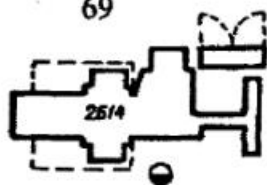
67



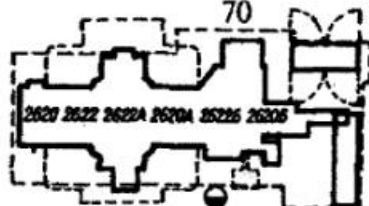
68



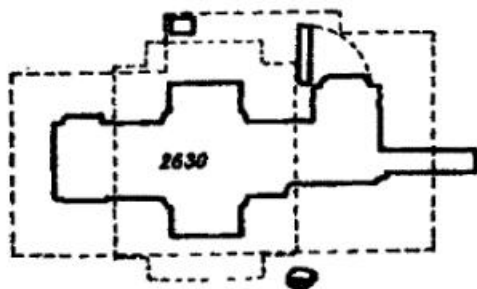
69



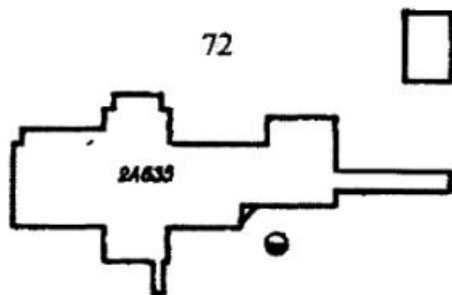
70



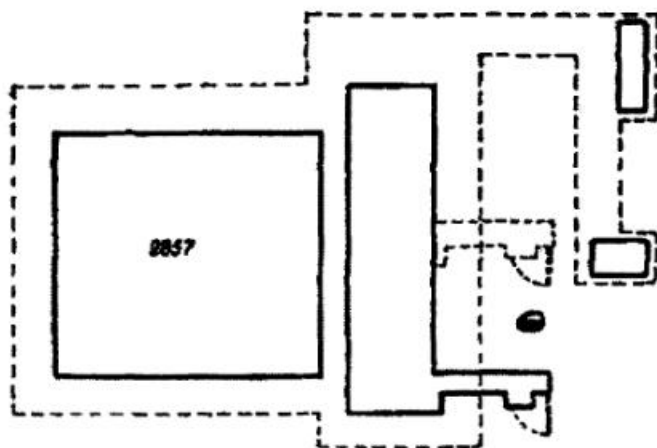
71



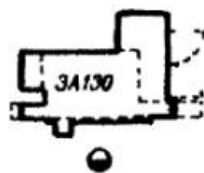
72



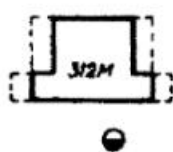
73



73a



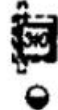
74



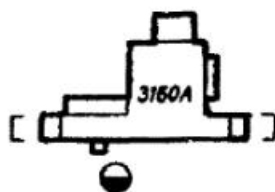
75



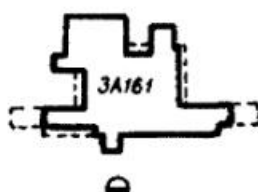
76



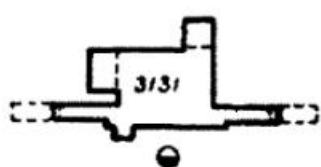
77



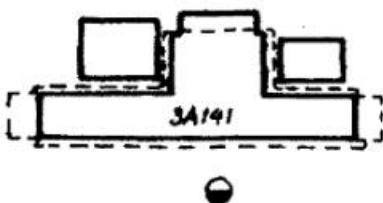
78



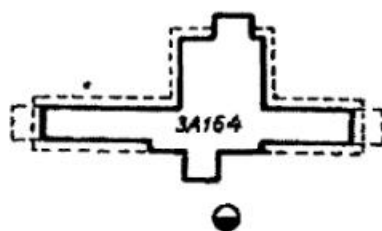
79



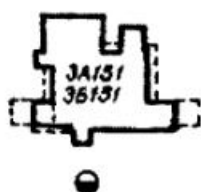
80



81



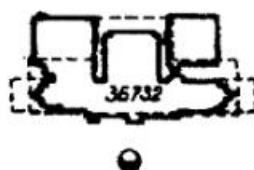
82



83



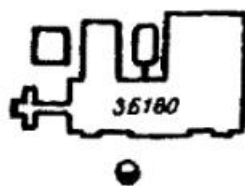
84



85



86



87

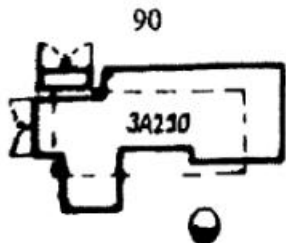


88



89





92



93



94



95

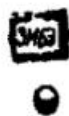
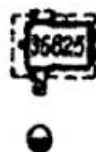
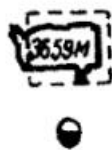


96

97

98

99



100

101

102

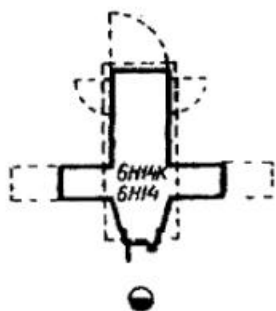
103

104

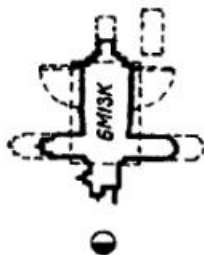


V. Фрезерні верстати

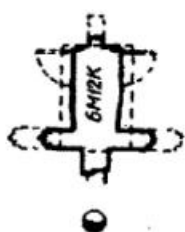
107



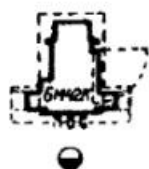
106



105



110



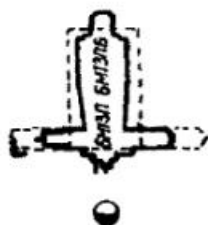
109



108



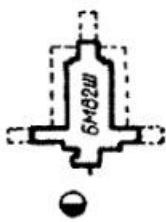
114



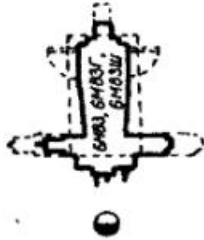
113



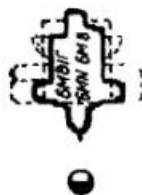
112



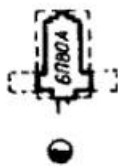
111



119



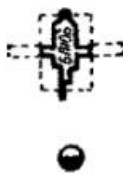
118



117

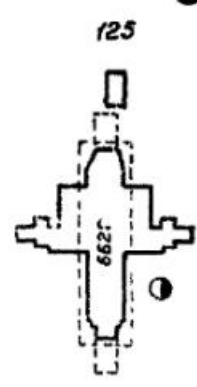
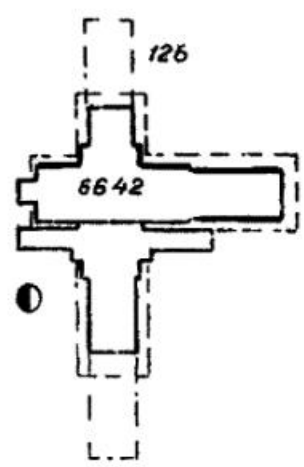
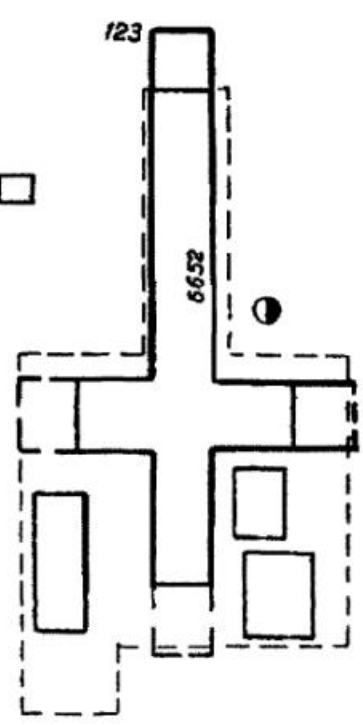
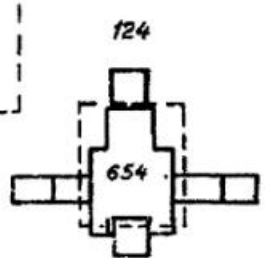
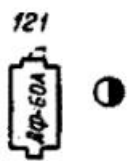
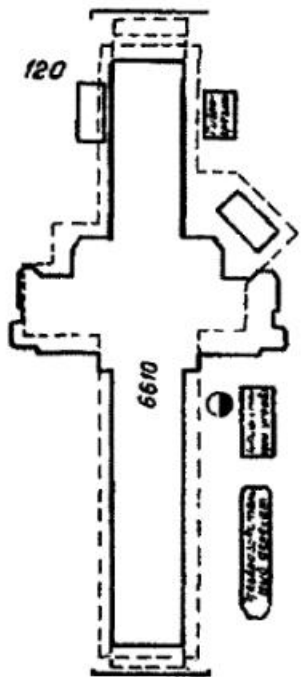
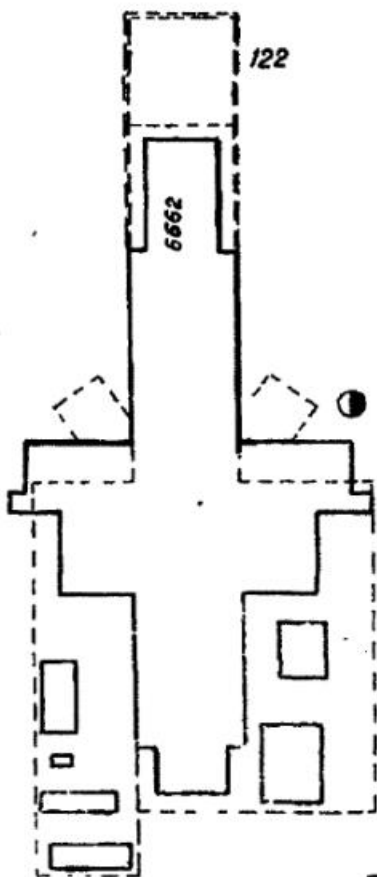


116



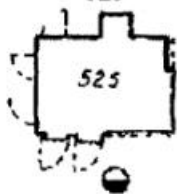
115



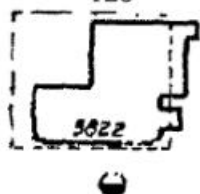


VI Зубооброблювальні верстати

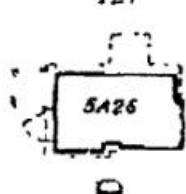
129



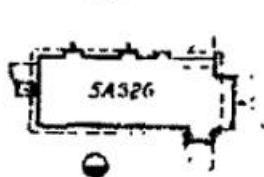
128



127



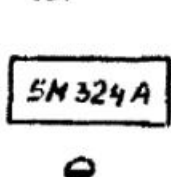
131



130



137



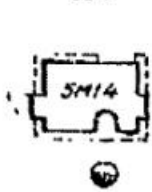
138



135



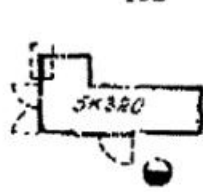
134



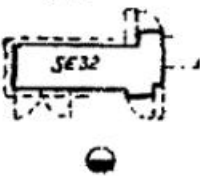
133



132



141



140



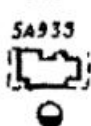
139



138



145



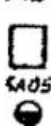
144



143



142



VII Стругальні та довбальні верстати

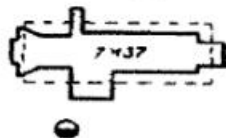
148



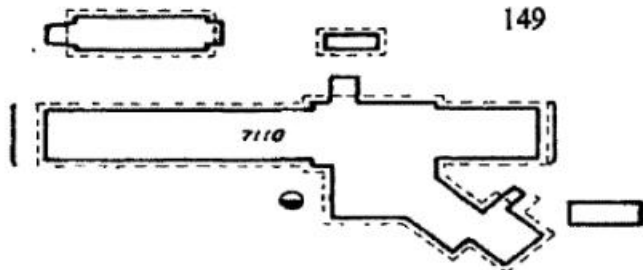
147



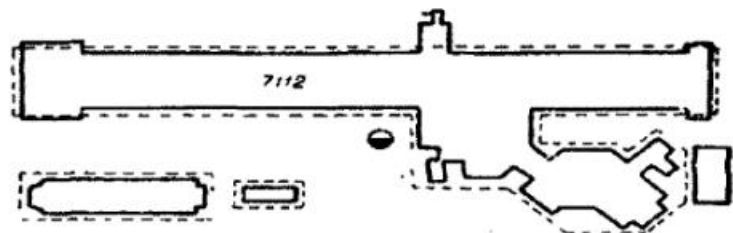
146



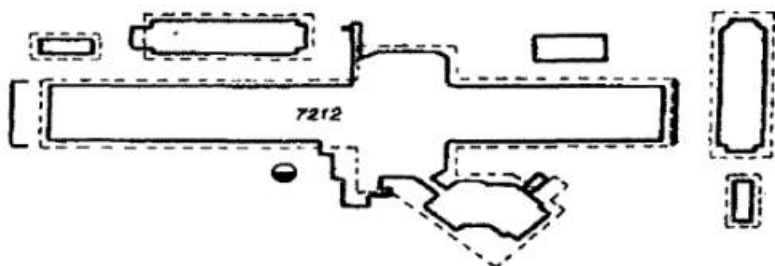
149



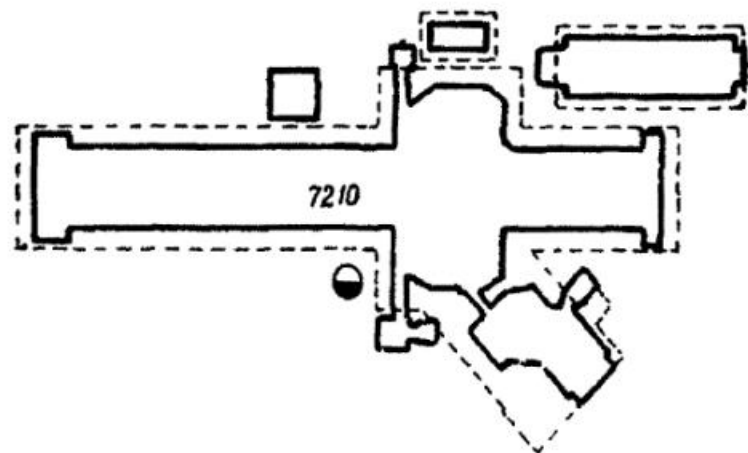
150



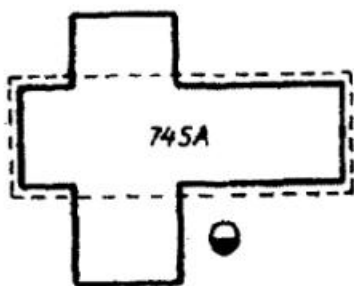
151



152



154



153



157



156



155



VIII Протяжні верстати

158



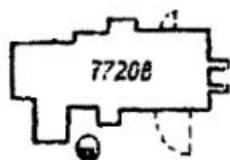
159



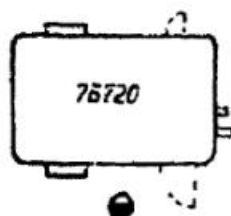
160



161



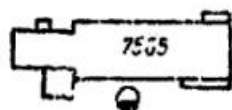
162



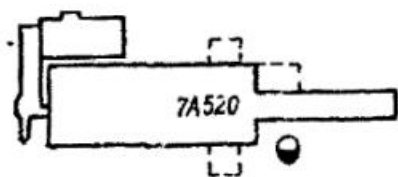
163



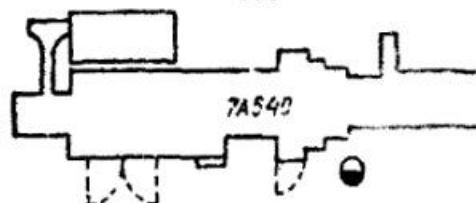
164



165



166

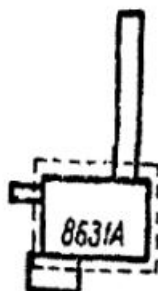


IX Відрізні верстати

169



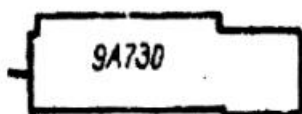
168



167



172



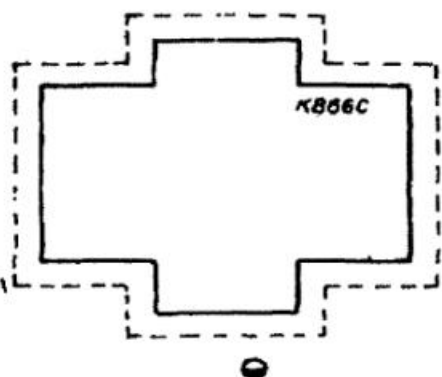
171



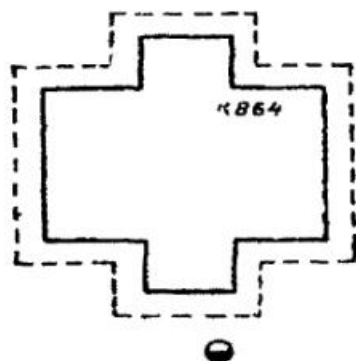
170



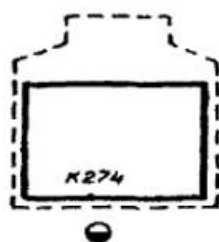
197



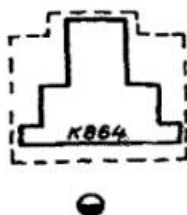
196



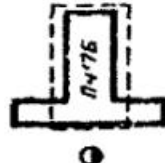
200



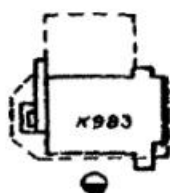
199



198



204



203



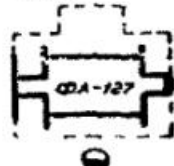
202



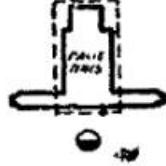
201



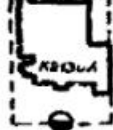
204



203



202



201



213



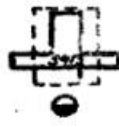
212



211



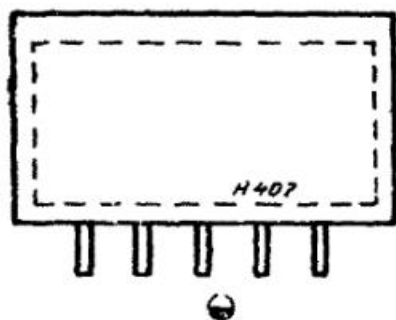
210



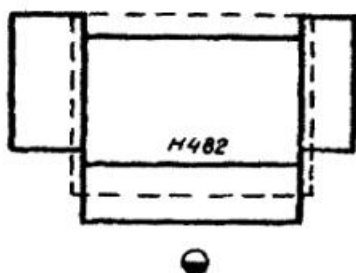
209



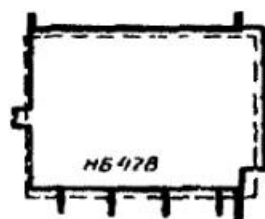
215



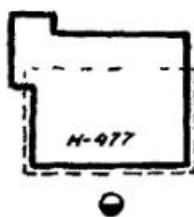
214



218



217



216



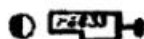
221



220



219



225



224



223



222



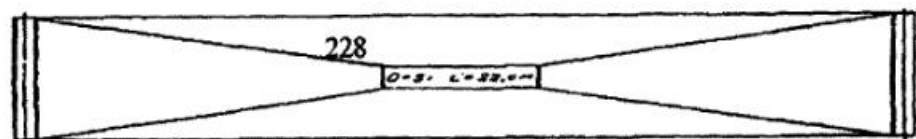
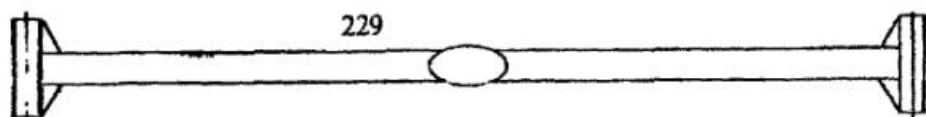
227



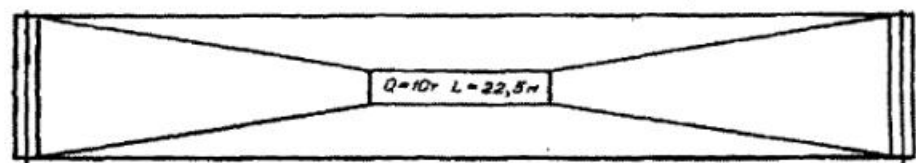
226



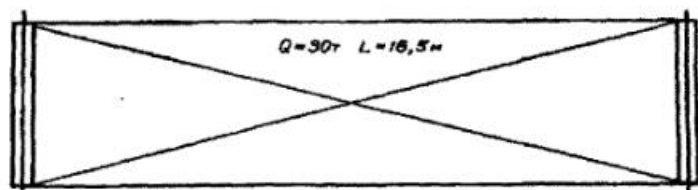
ХІ. Підйомно-транспортне устаткування



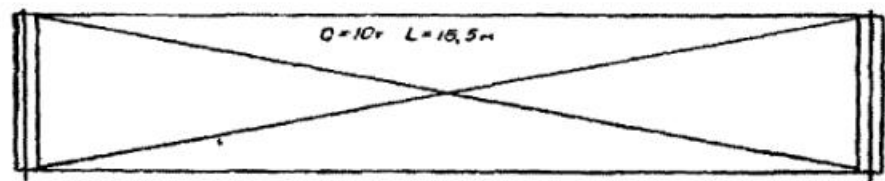
231



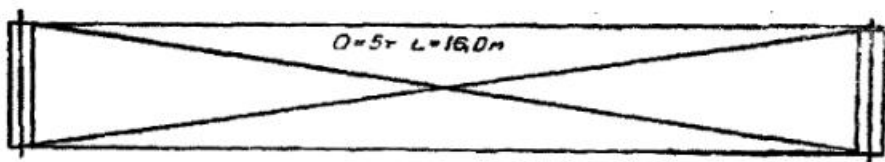
230



232



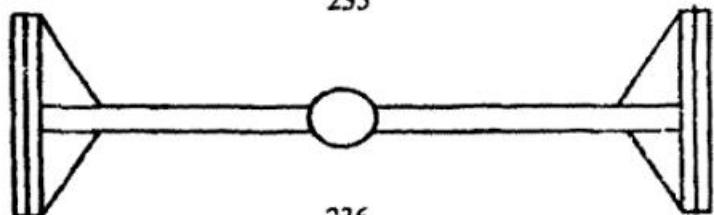
233



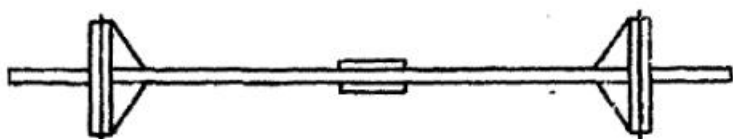
234



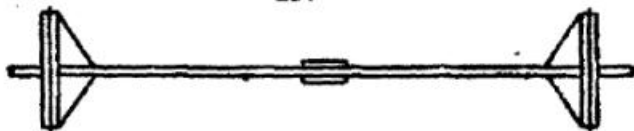
235



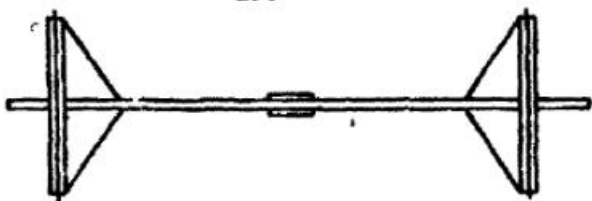
236



237



238



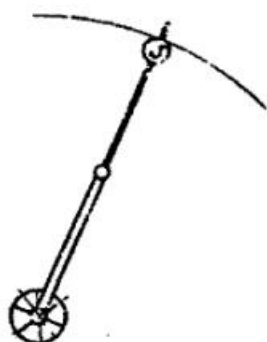
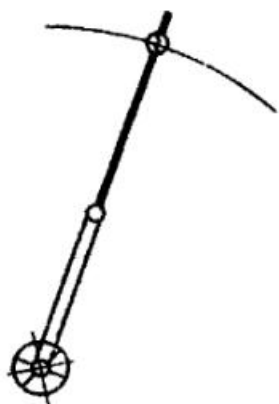
239



240

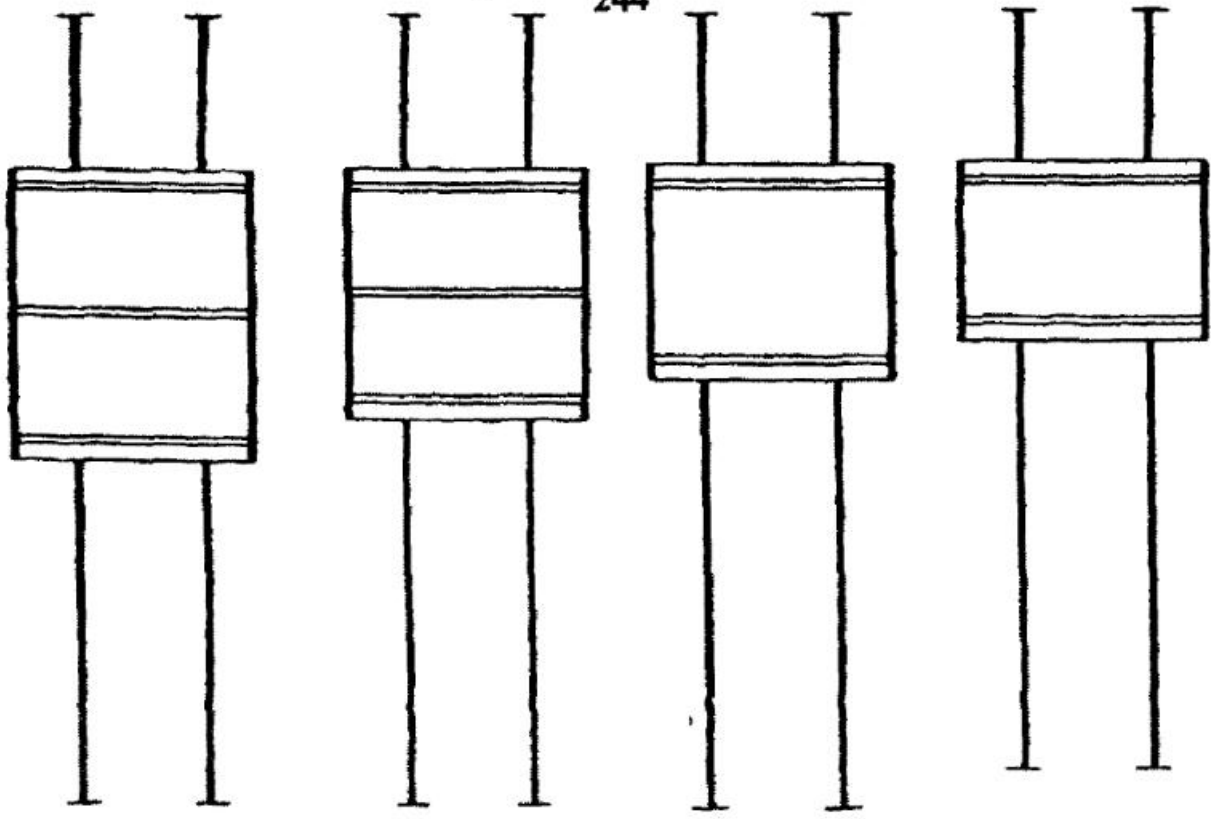
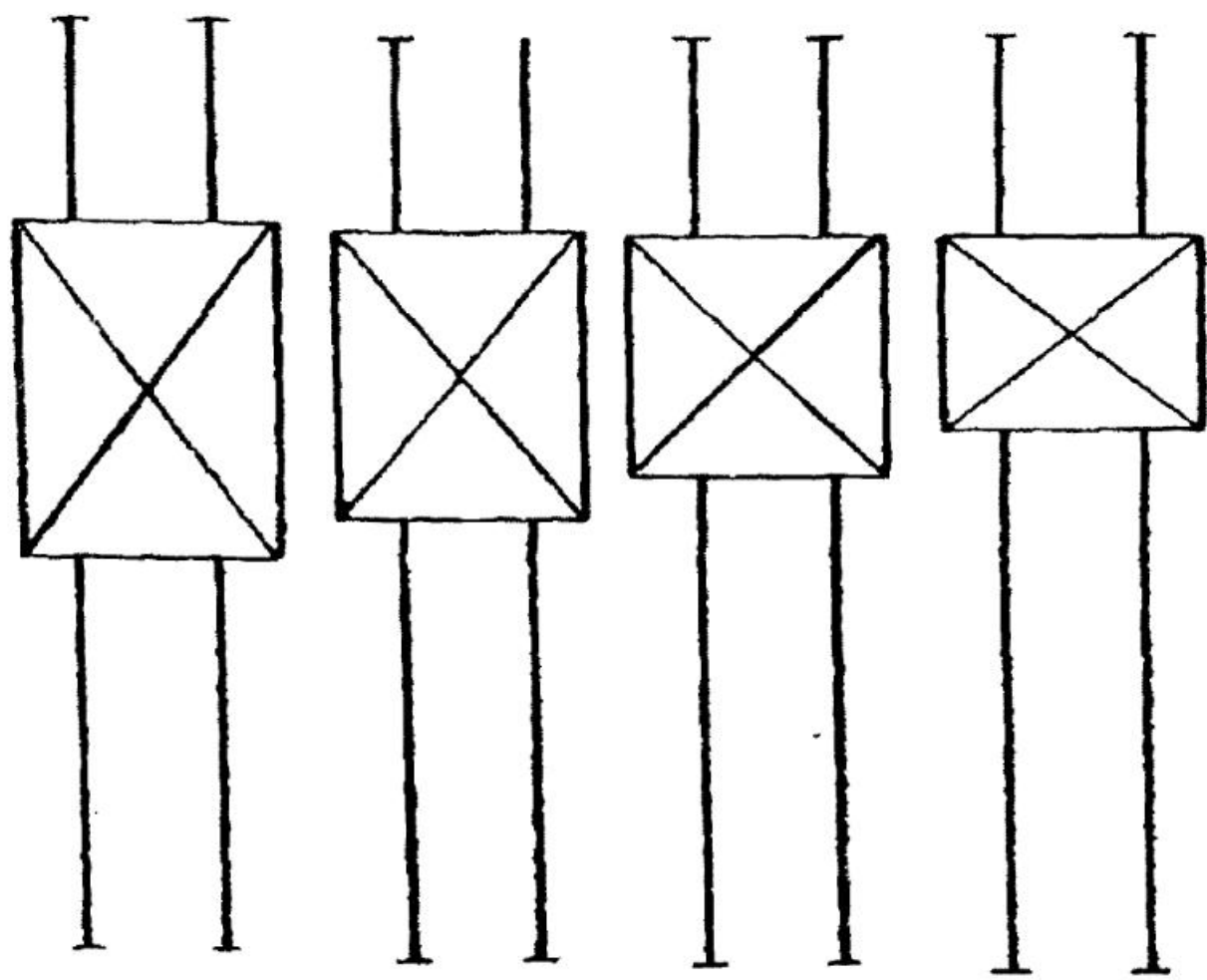


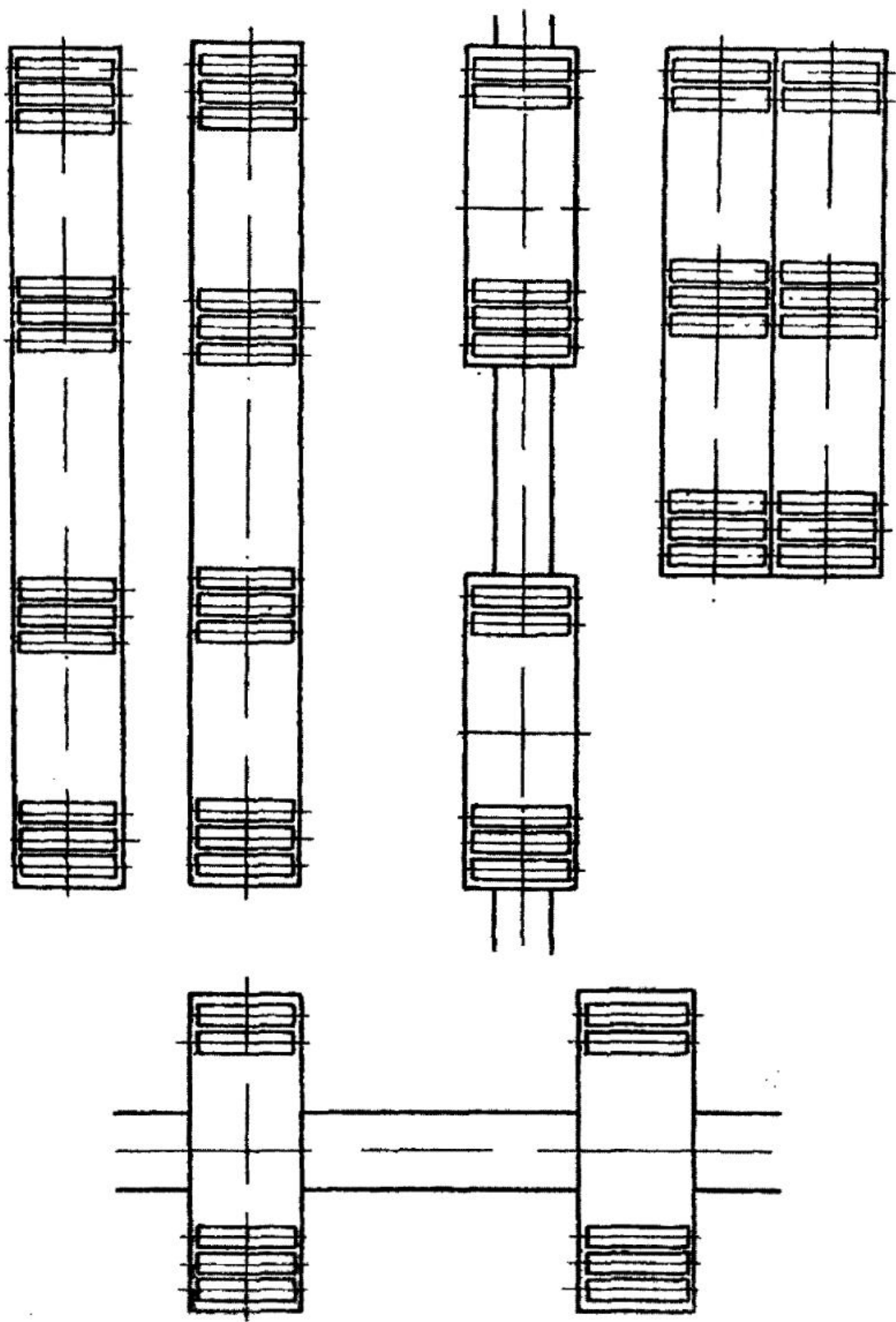
241



242

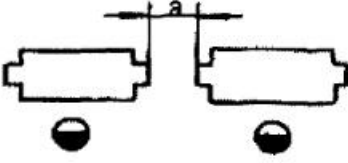
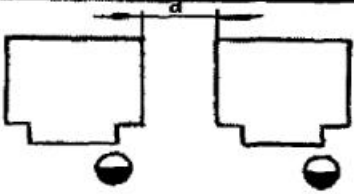
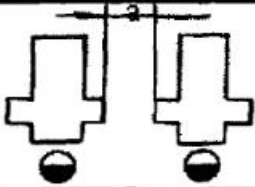




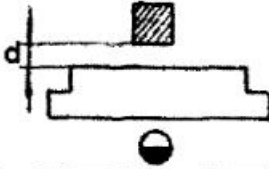
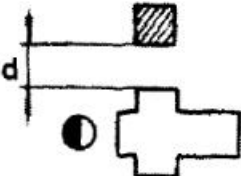
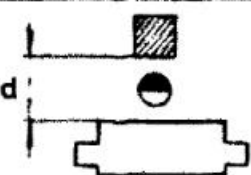


Додаток 159 Норми відстані між обладнанням та елементами будівлі

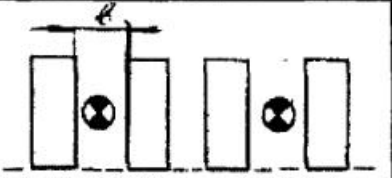
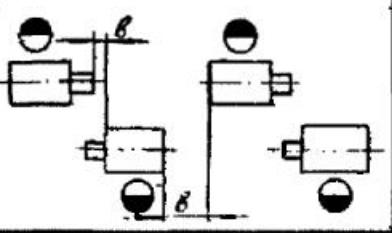

Таблиця 1. Норми відстані між верстатами по фронту.

Назва групи верстатів	Ескіз	Мінімальна відстань, а, мм		
		Мілі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Токарні, револьверні (патронні)		900	900	1500
Вертикальні багатошпиндельні, карусельні, вертикально-протяжні			1000	2000
Вертикально-свердлильні, фрезерувальні		900	900	1500

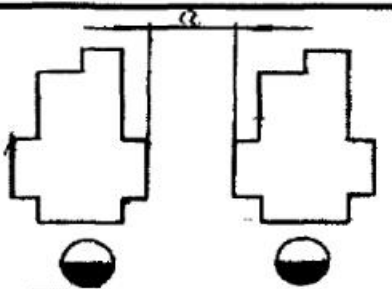
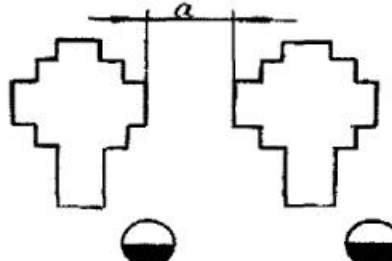
Продовження додатка 159

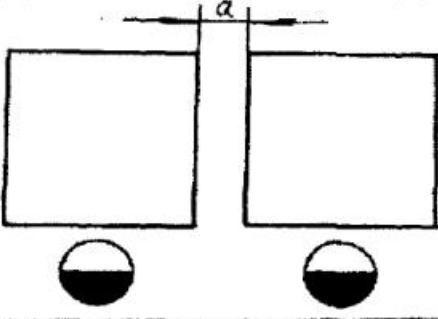
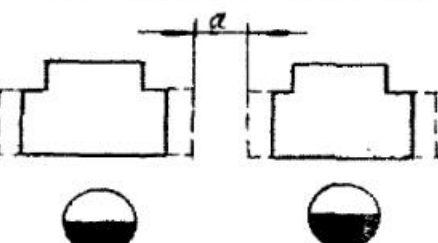
Відстань	Ескіз	Мінімальна відстань, d, мм		
		Мілі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Від колони: до тильної сторони верстата		700	800	1000
до бокової сторони верстата		700	800	1000
до фронту верстата		1300	1500	2000

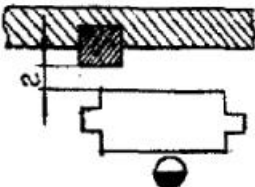
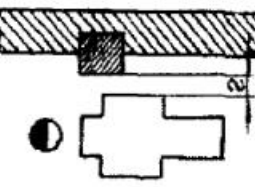
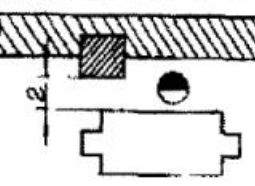
Продовження додатка 159

Схема розміщення верстатів	Ескіз	Мінімальна відстань, в мм		
		Мілі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Два верстати обслуговуються одним робочим.		1400	1600	
Револьверні пруткові та автомати Шахматне розміщення		700	800	1200
під кутом 15 - 20°		1300	1500	2000

Продовження додатка 159

Назва групи верстатів	Ескіз	Мінімальна відстань, в мм		
		Мілі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Поперечно-стругальні		900	900	
Поздовжно-фрезерні Поздовжно-стругальні			1000	2000

Назва групи верстатів	Ескіз	Мінімальна відстань, а, мм		
		Мілкі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Зуборізні		900	900	1500
Шліфувальні		900	900	1500

Відстань	Ескіз	Мінімальна відстань, г, мм		
		Мілкі верстати L=1800 мм	Середні верстати L=4000 мм	Великі верстати L=8000 мм
Від колони: до тильної сторони верстата		700	800	1000
до бокової сторони верстата		700	800	1000
до фронту верстата		1300	1500	2000

Список рекомендованой літератури.

1. Аграновский А.Л., Ланда В.М. Проектирование технологических процессов с использованием оргавтоматов. - К.: Техника 1985 – 96с.
2. Агрегатные станки средних и малых размеров / Под общ.ред. Ю.В. Тимофеева, - М.: Машиностроение, 1985 – 248с.
3. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
4. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
5. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
6. Гавриш А.П., ЕФремов А.Й. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства. - К.: Техника, 1982. – 215с.
7. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения –Минск, Беларусь 1983 г – 320 с.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
9. Григурко І.О., Брендуля.М.Ф., Доценко С.М., Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів «Новий Світ – 2000» 2006р – 576 с.
10. Григурко І.О., Брендуля.М.Ф., Доценко С.М., Організація та планування виробництва в курсових та практичних роботах Львів «Новий Світ – 2000» 2006р – 232 с.
11. Гришкевич А.В., Цымбал И.Л. Проектирование операций механической обработки. Харьков Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1985 - 144 с.
12. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. - М.: Высш. шк. 1976 - 526 с.
13. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1987 - 320 с.
14. Мельников Г.Н., В.П. Вороненко. Проектирование механосборочных цехов. М. Машиностроение. 1990 - 350 с.
15. Металлорежущие станки / В.К. Текинчиев, Л.В. Красниченко, А.А. Тихонов, Н.С. Колес. - М.: Машиностроение, 1978 – 464 с.
16. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1990 – 288 с.
17. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных колледжах. - М.: Высшая школа, 1986 - 239 с.
18. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту - М.: Машиностроение, 1984 – 445с.
19. Обработка металлов резанием : Справочник технолога / Под общ.

ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988 - 736 с.

20. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. - М.: ЦБНТ, 1980 - 32 с.

21. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С.Корсакова. - М.: Машиностроение, 1977 - 412 с.

22. Отделочные операции в машиностроении : Справочник / Под общ. ред. П.А.Руденко. - К.: Техника, 1990 - 150 с.

23. Павленко П.Н. Структура технологической операций в условиях ГПС / Изв.вузов. Машиностроение. - 1987 - №1, 102 - 105. с.

24. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам // Под общ. ред. Л.В.Худобина. - М.: Машиностроение, 1988 - 288 с.

25. Руденко П.А. Оптимизация номенклатуры режущего инструмента, применяемого на станках с ЧПК // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1982 - Вып.30, 106 - III. с.

26. Руденко П.А., Павленко Н.П. Оптимизация задач технологической подготовки производства // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1987.- Вып.39, 80 - 85 с.

27. Руденко П.А., Павленко П.Н. Оптимизация структуры технологической операции обработки детали с ЭПЖ на многооперационном станке // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. - Львов, 1988.- Вып.27.,128, с.

28. Руденко П.А., Павленко П.Н. Унификация параметров обрабатываемой детали // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1987.- Вып.40.,101 - 104. с.

29. Руденко П.А., Павленко П.Н. Формирование структуры технологических процессов и операций с помощью таблиц-слепышей //Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1988.- Вып.41.- 104 – 108 с.

30. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Вища шк. Головное изд - во, 1991.- 242 с.

31. Руденко П.О., Харламов Ю.О., Шустик О.Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин. - К.: Вища шк., 1993.-288 с.

32. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов // Под общ. ред. С.Н.Корсака.- М.: Машиностроение, 18 1988.- 352 с.

33. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения / Под ред. А.Н.Якушева. - М.: Машиностроение, 1980.-527 с.

34. Справочник технолога-машиностроителя : В 2 т. /Под ред. Малова А.Н., - М.: Машиностроение, 1985.-т. 1.- 560 С. т. 2. - 490 с.

35. Справочник металлиста : В 2 т. /Под ред. Богуславского Б.А. Т.5. - М.: Машиностроение, 1986. - 717 с.

36. Справочник нормировщика-машиностроителя. Техническое нормирование станочных работ. /Под ред. Стружестраха Е.И. - М.: Машиностроение, 1961 г. - 900 с.

37. Справочник технолога-машиностроителя : Т.1, 2. /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мешерякова.- М.: Машиностроение, 1985.- т. 1.- 656 с. Т. 2. - 496 с.

38. Стискин Г.М., Перекрестов А.В. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. – УМК Минтяжмаша, 1986 г (Днепропетровск).

39. Стискин Г.М., Топчиев В.А., Корнилов В.П. Схемы типовых технологических наладок металлорежущих станков. Альбом. -Липецк, 1989. (УМК по ССО Минавтосельхозмаша СССР) 176 с.

40. Стискин Г.М., Гаевский В.Д. Токарные станки с оперативным программным управлением. - К. : Техника, 1989. - 176 с.

41. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 256 с.

42. Топчиев В.А. "Методические указания для курсового проектирования по технологии машиностроения" часть 1 и2, Днепропетровск, 1991-120 с.

43. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин Р.В.Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.

44. Цветков В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1972. - 240 с.

45. Чернышов С.П. Методические основы функционально-стоимостного анализа изделий .- К.: Знание, 1981.- 22 с.

46. Экономика и организация производства в дипломных проектах / Под ред. К.М. Великанова.- Л.: Машиностроение, 1986. - 285 с.

Навчальне видання

**Григурко Іван Олексійович
Брендуля Микола Федорович
Доценко Сергій Михайлович**

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Керівник видавничих проектів С.В. Піча
Комп'ютерна верстка та оформлення обкладинки – О.М. Легедза

Підписано до друку 11.06.07 р.
Формат 70x100/16. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Тип Таймс.
Умовн.друк.арк. 50. Зам. 42.
Наклад 1000 прим. (1-ший завод – 400 прим.)

Видавництво «Новий світ-2000»
а/с №2623, м.Львів-60, 79060, Україна
E-mail: novyisvit2000@org.lviv.net

Свідоцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:
серія ДК № 59 від 25.05.2000 року, видане Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України.

Віддруковано в поліграфічному центрі видавництва «Новий світ-2000»
м. Львів, вул. Володимира Великого, 4.

Технологія машинобудування

навчальний посібник



Григурко Іван Олексійович

Народився на Миколаївщині в 1944 році. У 1975 р. закінчив Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. Понад 25 років працював на посадах від інженера-технолога до начальника цеху. 17 років працює в Первомайському політехнічному коледжі та інституті викладачем та завідуючим відділенням. Нагороджений знаком «Відмінник освіти України». З вересня 2004 р. працює на посаді доцента кафедри «ДВЗ та ТМ» ППІ НУК. Автор 7 навчально-методичних посібників, 4 із них з грифом МОН України, 5 науково-методичних розробок та статей.



Брендуля Микола Федорович

Народився в 1941 р. на Кіровоградщині. У 1968 році закінчив Сибірський технологічний інститут. Захистив кандидатську дисертацію у 1978 р., доцент ВАК з 1987 р. Стаж педагогічної та науково-педагогічної роботи 45 років. З них 11 років - ст. викладач кафедри теплотехніки Сибірського технологічного інституту, 9 років - доцент, зав. кафедрою Первомайського загально-технічного факультету Одеського інституту холодильної промисловості. З вересня 2004 р. працює на посаді професора кафедри «ДВЗ та ТМ» Первомайського політехнічного інституту НУК. Автор 30 наукових праць та науково-методичних розробок, 4 з них із грифом МОН України



Доценко Сергій Михайлович

Народився на Миколаївщині в 1959 році. У 1982 р. закінчив Миколаївський кораблебудівний інститут ім. адмірала Макарова. Захистив кандидатську дисертацію у 2006 р. Понад 8 років працював в народному господарстві на посадах від майстра до заступника начальника цеху. З 1990 р. працював у Первомайському політехнічному коледжі, а з 1997 р. в Первомайському політехнічному інституті НУК імені адмірала Макарова. З вересня 2004 р. працює на посаді доцента кафедри «ДВЗ та ТМ» ППІ НУК. Автор 15 наукових праць, 9 навчально-методичних посібників, 5 з них із грифом МОН України.

ISEN 966-418-044-0



9 789664 180440

