

621(073)
Д 84

Дусанюк Ж. П., Шевчук В.Я., Дусанюк С.В.

Система технологій

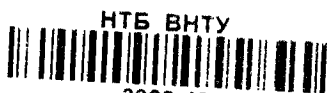
3328-40

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

Дусанюк Ж. П., Шевчук В.Я. Дусанюк С.В.

Система технологій

Лабораторний практикум



621(075) Д 84 2002

Дусанюк Ж.П. Система технологій



Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як лабораторний практикум для студентів спеціальностей 7.050201м та 7.050201і. Протокол № 4 від 27.XI.2001 року

Вінниця ВДТУ 200 2

УДК 621 (075)
Д 84

Рецензенти:

А. Д. Гарькавий, доктор технічних наук, професор

Р. Д. Іскович-Лотоцький, доктор технічних наук, професор

О. М. Переяславський, кандидат технічних наук

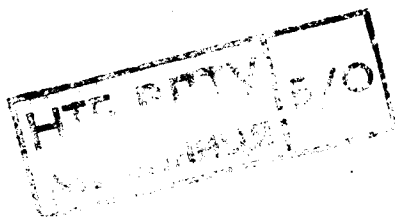
Рекомендована до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Дусанюк Ж. П., Шевчук В.Я. Дусанюк С.В.

Д84 Система технологій. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. – Вінниця; ВДТУ, 2002. – 98с.

В посібнику викладені основні аспекти теорії механічної обробки, технологій обробки на певних типах верстатів та нормування робіт на розглядуваних верстатах.

Розрахований на студентів-економістів в сфері машинобудування.



УДК 621 (075)

© Дусанюк Ж. П., Шевчук В.Я. Дусанюк С.В., 2002

Зміст

Вступ

Тема. Обробка деталей машин різанням		5
Лабораторна робота №1	Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні	6
Лабораторна робота №2	Дослідження впливу геометричних параметрів різця на шорсткість поверхні	14
Лабораторна робота №3	Вивчення типів стружки	18
Лабораторна робота №4	Технологія обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті	21
Лабораторна робота №5	Технологія обробки заготовок деталей машин на вертикально-свердлильному верстаті	35
Лабораторна робота №6	Технологія обробки заготовок деталей машин на вертикально-фрезерному верстаті	45
Література		56
Тема. Нормування операцій механічної обробки деталей машин		57
Лабораторна робота №1	Нормування токарної операції	60
Лабораторна робота №2	Нормування свердлильної операції	69
Лабораторна робота №3	Нормування фрезерної операції	79
Література		85
Додаток А	Приклади розрахунку норми штучного і норми підготовчо-заключного часу	
Приклад №1	(для токарної операції)	86
Приклад №2	(для свердлильної операції)	91
Приклад №3	(для фрезерної операції)	93

Вирішення задач реформування економіки України безпосередньо пов'язано з інтенсифікацією науково-технічного прогресу, визначенням і впровадженням ефективних шляхів, засобів і методів задоволення потреб суспільства в машинобудівній продукції.

Підвищення продуктивності праці та зменшення собівартості продукції машинобудування залежить від того, наскільки широко впроваджуються у виробництво сучасні прогресивні технології, рівня кваліфікації працюючого та керуючого персоналу і ефективності вирішення задач управління машинобудівельним виробництвом.

Дисципліна "Система технологій в машинобудуванні" покликана сформувати у студентів системний підхід до вирішення задач ефективного управління машинобудівним виробництвом.

"Система технологій" як дисципліна базується на засвоєнні фундаментальних положень таких спеціальних дисциплін як "Основи виробництва машин", "Стандартизація і вимірювання" і має бути теоретичною основою для подальшого вивчення таких дисциплін як "Технологія машинобудування", "Прогресивні технології в машинобудуванні" та інших.

Навчальний посібник з дисципліни "Система технологій в машинобудуванні" дозволяє студентам ознайомитись з технологічними основами теорії різання, технологіями обробки поверхонь деталей машин, інструментами та обладнанням, що використовуються, методикою розрахунку і призначення режимів різання та основ нормування та основами нормування операцій механічної обробки.

Посібник містить такі теми як "Обробка деталей машин різанням" і "Нормування операцій механічної обробки".

Перша тема висвітлює процеси, що виникають під час механічної обробки деталей машин, а саме: вплив параметрів режимів різання і геометричних параметрів різального інструмента на шорсткість поверхні при точінні та методику визначення типів стружки. Детально наведені відомості про технологію обробки деталей машин на токарних, свердлильних і фрезерних верстатах, розглянуті типи різальних інструментів, допоміжного обладнання, спеціальних пристроїв та видів металорізального обладнання, що використовується.

Друга тема присвячена методиці нормування операцій механічної обробки, розглянута структура норми часу та наведені приклади розрахунку норми часу на виконання токарної, свердлильної і фрезерної операцій механічної обробки.

Посібник призначений для практичної підготовки студентів – виконання лабораторних робіт, в зв'язку з цим до його складу входять короткі теоретичні відомості, порядок виконання роботи, вимоги до звіту, питання для самоконтролю.

Автори будуть вдячні за всі подані зауваження, пропозиції, поради.

Тема: «Обробка деталей машин різанням»

Якість поверхонь деталей машин (а відповідно і їх довговічність), залежить не тільки від матеріалу і способів одержання заготовок, але також і від вибраних методів обробки різанням, геометричних параметрів різального інструмента, типу пристроїв та верстатів, що використовуються.

Геометричні параметри різального інструмента впливають на шорсткість оброблюваної поверхні, інтенсивність усадки стружки і теплових деформацій.

Шорсткість поверхні суттєво впливає на опір деталі поломкам та зношуванню. Це пояснюється тим, що риски, які утворюються на поверхні деталі після обробки різанням, є концентраторами напружень. В місцях утворення концентраторів напружень з'являються мікротріщини, які можуть з часом збільшуватись і призводити до поломки деталі.

Визначають шорсткість поверхні також і аеродинамічні та гідродинамічні властивості деталей машин, оскільки в залежності від висоти мікронерівностей опір руху рідини чи повітря є різним.

Поверхні з малою шорсткістю мають більшу протикорозійну стійкість, оскільки загальна площа контакту із корозійним середовищем є значно меншою, ніж у поверхонь зі значною шорсткістю.

Вплив режимів різання і геометрії різального інструмента на шорсткість поверхні при обробці деталей машин визначається дослідним (експериментальним) шляхом, коли змінюється певний параметр режимів різання або геометрії різального інструмента, проводиться обробка деталі, а потім вимірюється шорсткість обробленої поверхні.

Досягнення заданих конструктором вимог шорсткості і точності поверхонь деталей машин можливо лише за умови використання раціональних та ефективних технологій обробки заданих поверхонь.

Вирішення актуальних задач вибору найбільш раціональних методів обробки поверхонь деталей машин, відповідних інструментів і обладнання базується, в свою чергу, на досконалих і ґрунтовних знаннях технологічних методів формоутворення поверхонь та функціональних можливостях металорізального обладнання.

Правильний вибір технології обробки поверхонь деталей машин забезпечує зменшення часу механічної обробки та підвищений рівень продуктивності праці, що створює умови для мінімізації собівартості продукції.

Цикл лабораторних робіт, об'єднаних темою "Обробка деталей машин різанням", дозволяє студентам ознайомитись з методикою дослідження впливу режимів різання і геометричних параметрів різців на шорсткість поверхні при її механічній обробці та вивчення типів стружки, а також з технологіями обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному, вертикально-свердлильному і вертикально-фрезерному верстатах.

Лабораторна робота №1

Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні

Мета роботи: вивчення впливу швидкості, подачі і глибини різання на шорсткість поверхні, набуття практичних навичок вимірювання шорсткості, знайомство з конструкцією приладів для вимірювання шорсткості.

Короткі теоретичні відомості

Руйнування деталей машин в процесі їх експлуатації в більшості випадків починається з поверхневого шару. Тому велике практичне значення має вивчення якості поверхні деталі і вплив на неї різних факторів процесу різання. Якість обробленої поверхні характеризується її шорсткістю, мікроструктурою, ступенем і глибиною наклепу, величиною і знаком залишкових напружень та іншими ознаками.

Шорсткість є однією із основних характеристик якості поверхні. Вона являє собою сукупність нерівностей, з відносно малими кроками, які утворюють мікрорельєф поверхні. Для кількісної оцінки шорсткості поверхні ГОСТ 2789-78 встановлені такі параметри:

R_a – середнє арифметичне відхилення профілю;

R_z – висота нерівності профілю по десяти точках;

R_{max} – найбільша висота профілю;

S_m – середній крок нерівності профілю;

S – середній крок місцевих виступів профілю;

t_p – відносна опорна довжина профілю;

де p – значення рівняння перерізу профілю; p вибирається з ряду 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 % від R_{max} .

Величина R_a визначається як середнє арифметичне абсолютних значень відхилення профілю в границях базової довжини (рис. 1.1):

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad (1.1)$$

Величина R_z визначається як сума середніх абсолютних значень п'яти найбільших виступів і глибин п'яти найбільших впадин профілю в границях базової довжини:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5} \quad (1.2)$$

де y_{pmi} – висота i -го найбільшого виступу профілю,
 y_{vmi} – глибина i -го найбільшого виступу профілю.

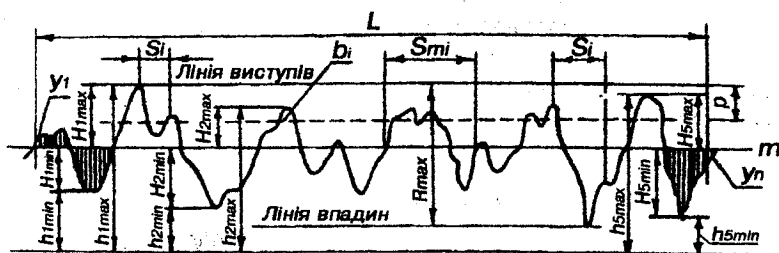


Рис. 1.1 Шорсткість поверхні

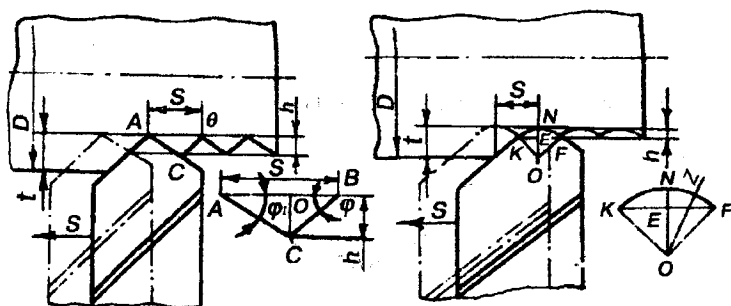


Рис. 1.2 Вплив радіуса при вершині різця r на шорсткість оброблюваної поверхні

Між величинами R_z і R_a існує певне співвідношення k :

$$R_a \approx \frac{1}{4} R_z \quad (1.3)$$

Для начорно оброблених поверхонь $k \approx 4$, при чистовій обробці величина k ближче до 5.

Величина R_{max} визначається як відстань між лінією виступів профілю і лінією впадин профілю в границях базової довжини.

Величина S_m визначається як середнє значення кроку нерівностей в границях базової довжини.

Величина S визначається як середнє значення кроку місцевих виступів профілю в границях базової довжини.

Величина t_p визначається як відношення опорної довжини профілю до базової довжини:

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^m b_i \quad (1.4)$$

Висоту мікронерівностей можна визначити із геометричної побудови, зробивши такі припущення: оброблюваний матеріал не піддається деформації; система "верстат-приспосовування-інструмент-деталь" (ВПД) – абсолютно жорстка; різальні кромки інструмента є геометричними лініями. В тому випадку, коли у різця відсутній радіус при вершині, висоту мікронерівностей можна визначити із співвідношення (рис. 1.2а):

$$AO = OC \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1 \quad (1.5)$$

$$OB = OC \cdot \operatorname{ctg} \varphi = h \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (1.6)$$

$$AO + OB = S = h \cdot (\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi_1) = h \cdot \frac{\sin(\varphi + \varphi_1)}{\sin \varphi \cdot \sin \varphi_1} \quad (1.7)$$

$$h = R_z = \frac{S \cdot \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} \quad (1.8)$$

Якщо працює тільки радіусна різальна кромка (рис. 1.2б), отримуємо:

$$h = EN = ON - OE \quad (1.9)$$

$$OE = \sqrt{OK^2 - KE^2} = \frac{\sqrt{4r^2 - S^2}}{2} \quad (1.10)$$

$$h = R_z = r - \frac{\sqrt{4r^2 - S^2}}{2} \quad (1.11)$$

При одночасній роботі прямолінійної і радіусної різальних кромок:

$$h = R_z = r - \frac{r(\sin \varphi + \sin \varphi_1) - S \cdot \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} \quad (1.12)$$

Таким чином, розрахункові нерівності при точінні визначаються величинами подачі, кутів в плані і радіуса при вершині. Однак, дійсні розміри і форми мікронерівностей значно відрізняються від розрахункових. Це викликано спільним впливом таких процесів, як: пластична плинність матеріалу із зони первинної деформації в сторону вершин мікронерівностей; коливання деталі і інструмента в процесі різання; утворення наросту; зношення контактних площадок інструмента та інших. Одним з найбільш активно впливових процесів є наростотворення. Його вплив на формоутворення мікронерівностей можна характеризувати таким чином. В результаті адгезійної взаємодії на контактних площадках утворюється нарост. Поступово він збільшується в розмірах і все більш заглиблюється в оброблювану заготовку нижче номінальної лінії зрізу. Це збільшує опір заглиблення, призводить до

утворення тріщини, яка викликає руйнування. При руйнуванні наросту він розділяється на три частини – одна із них міцно скріплюється зі стружкою і виноситься з нею, друга залишається на передній поверхні інструмента і є основою для формування нового наросту, а третя – залишається на обробленій поверхні і впливає на розміщення і розміри мікронерівностей, утворюючи характерну лускатість.

Наростоутворення в значній мірі пояснює вплив на шорсткість поверхні швидкості різання. При малих швидкостях різання, коли нарід відсутній, висота мікронерівностей невелика. При збільшенні швидкості висота наросту збільшується, а разом з нею росте висота мікронерівностей, досягаючи максимуму в зоні найбільш ефективного наростоутворення. Далі нарід зменшується, викликаючи зниження шорсткості. Після зникнення наросту відмічається подальше зниження шорсткості, яке обумовлене зменшенням об'єму пластичної деформації і середнього коефіцієнта тертя на площинах контакту. Якщо оброблюваний матеріал не схильний до наростоутворення, висота мікронерівностей монотонно зменшується із збільшенням швидкості різання, хоча ступінь цього зменшення невеликий.

Коли швидкість різання досягає 120...150 м/хв, вона в більшості випадків практично перестає впливати на шорсткість.

Величина подачі, кутів в плані, радіуса при вершині впливають на висоту мікронерівностей так, як наведено в формулах (1.8), (1.11), (1.12): при зменшенні подачі, кутів φ і φ_1 , та збільшенні радіуса r шорсткість зменшується.

Глибина різання (ширина зрізу) і передній кут інструмента значного впливу на висоту мікронерівностей не мають. З підвищенням твердості і міцності оброблюваного матеріалу і зниженням його пластичності шорсткість зменшується внаслідок зниження середнього коефіцієнта тертя і об'єму пластичної деформації та зменшення інтенсивності наростоутворення.

Вплив технологічного середовища на шорсткість обробленої поверхні виявляється в першу чергу у зміні інтенсивності наростоутворення і величини середнього коефіцієнта тертя внаслідок утворення на контактних площинах інструмента змащувальних плівок. В результаті їх часткового чи повного зникнення при великих значеннях швидкості різання дія технологічного середовища послаблюється, а відмінності в характері впливу різних середовищ зникають.

Вище зазначалося, що висоту мікронерівностей на обробленій поверхні неможливо визначити тільки із геометричної побудови. Тому з'явилися неодноразові спроби підібрати для розрахунків емпіричні залежності. Серед них можна навести, наприклад:

$$R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r} \quad (1.13)$$

$$R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r} + \frac{a_{\min}}{2} \left(1 + \frac{a_{\min}}{S^2} \right) \quad (1.14)$$

де $a_{\min} = K \cdot S \cdot \sqrt{\frac{t}{2 \cdot r}}$ – мінімальна товщина зрізаного шару (1.15)

K – коефіцієнт, що враховує зменшення розмірів перерізу зрізу і механічні властивості матеріалу; для сталі 45 величина $K \approx 0,3$.

Характерні залежності $R_z = f(v)$, $R_z = f(S)$, $R_z = f(t)$ наведено на рис.1.3, 1.4, 1.5.

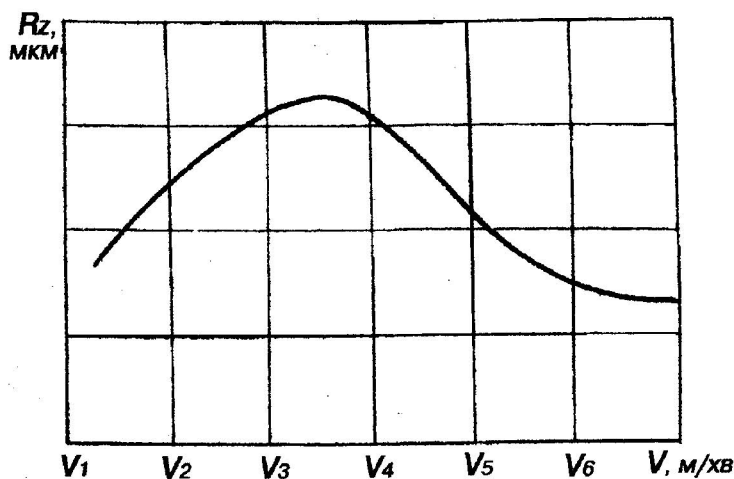


Рис. 1.3 Вплив швидкості різання V на шорсткість оброблюваної поверхні

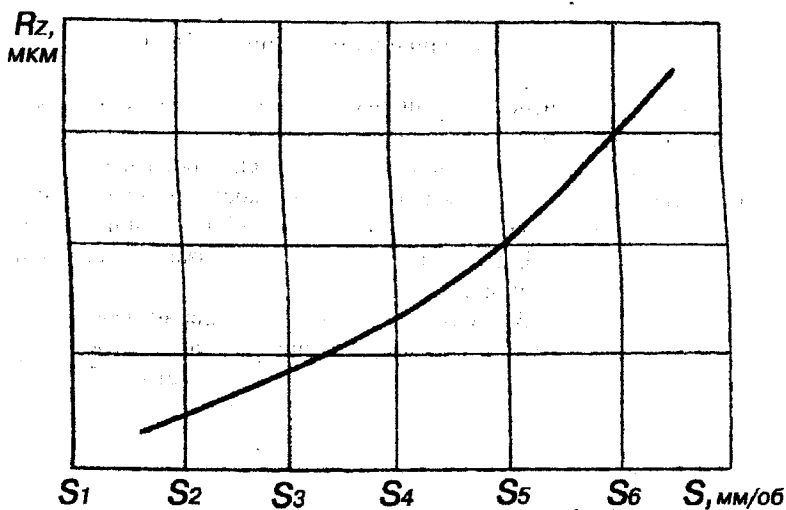


Рис. 1.4 Вплив подачі S на шорсткість оброблюваної поверхні

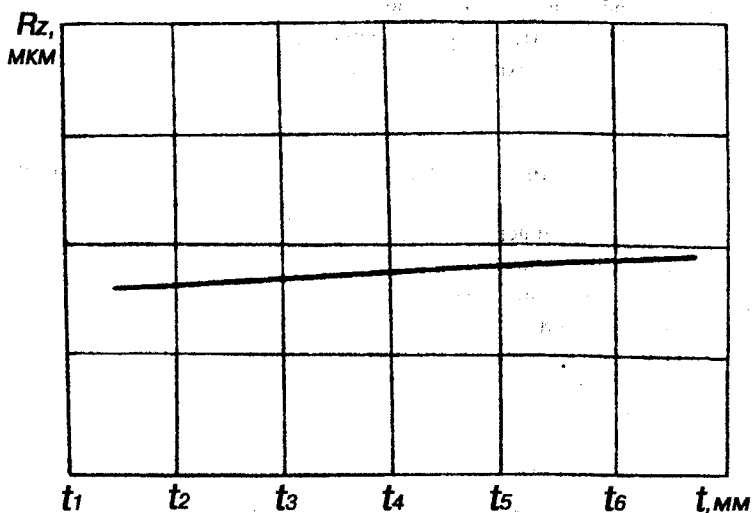


Рис. 1.5 Вплив глибини різання t на шорсткість оброблюваної поверхні

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з фізико-хімічними властивостями заготовки і геометрією різальної частини інструмента.

2. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання. З цією метою пояски заготовки точити при постійній глибині різання $t=0,5$ мм при подачі $S=0,21$ мм/об, але з різною швидкістю різання, наприклад, $v_1=10$ м/хв, $v_2=25$ м/хв, $v_3=50$ м/хв, $v_4=100$ м/хв.

3. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від величини подачі. З цією метою пояски заготовки точити при глибині різання $t=1$ мм і частоті обертання $n=630$ об/хв, але з різною подачею, наприклад $S_1=0,1$ мм/об, $S_2=0,21$ мм/об, $S_3=0,4$ мм/об, $S_4=0,6$ мм/об.

4. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від глибини різання. З цією метою пояски заготовки точити при подачі $S=0,21$ мм/об; частоті обертання $n=630$ об/хв, але з різними глибинами, наприклад: $t_1=0,1$ мм, $t_2=0,25$ мм, $t_3=0,5$ мм, $t_4=1,0$ мм.

5. Визначити шорсткість оброблених поверхонь. Результати вимірів занести в таблицю 1.1 даного звіту.

6. Побудувати графік і визначити характер залежності шорсткості оброблюваної поверхні від досліджуваних факторів:

$$R_{z(a)} = f(v), \quad R_{z(a)} = f(S), \quad R_{z(a)} = f(t)$$

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Токарний верстат.
2. Різці токарні прохідні, праві.
3. Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.
5. Міри порівняння.
6. Мікроскоп.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Короткі відомості про верстат: найменування, основні параметри (висота центрів, відстань між центрами, потужність привода головного руху).
3. Відомості про оброблюваний матеріал заготовки: марка матеріалу, геометричні розміри.

- Відомості про різальний інструмент: матеріал, геометричні параметри.
- Дані вимірювань у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Результати дослідів						
№ п/п	№ досліду	Режими різання				Шорсткість R_z чи R_a , мкм
		t , мм	S , мм/об	n , об/хв	v , м/хв	

- Короткий опис прийомів вимірювання шорсткості поверхні і приладів, що були використані.
- Графіки залежності $R_{z(a)} = f(v)$; $R_{z(a)} = f(S)$; $R_{z(a)} = f(t)$ і коротке їх пояснення.
- Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

- Що розуміється під шорсткістю поверхні, якими параметрами вона характеризується?
- Як геометрично визначити висоту мікронерівностей?
- Від яких факторів залежить висота мікронерівностей?
- В чому причини невідповідності величин розрахункових і дійсних мікронерівностей?
- Вплив наростоутворення на шорсткість поверхні при точінні.
- Вплив швидкості різання на шорсткість оброблюваної поверхні.
- Що більше впливає на шорсткість поверхні – подача чи глибина різання і чому?
- Як впливають на шорсткість поверхні властивості оброблюваного матеріалу?
- Вплив технологічного середовища на шорсткість поверхні.
- Методика вимірювання шорсткості поверхні.

Лабораторна робота №2

Дослідження впливу геометричних параметрів різця на шорсткість поверхні

Мета роботи: вивчення впливу головного φ , допоміжного φ_1 кутів в плані, радіуса при вершині різця на шорсткість обробленої поверхні, набуття практичних навичок вимірювання шорсткості.

Короткі теоретичні відомості з теми лабораторної роботи наведено в лабораторній роботі №1 "Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні".

Порядок виконання роботи.

1. Виміряти геометричні параметри різця φ , φ_1 , r і занести дані вимірювання в таблицю 2.1.
2. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від головного кута в плані φ . За цією метою пояски заготовки при постійній глибині різання $t=0,5$ мм, подачі $S=0,3$ мм/об, швидкості $v=35$ м/хв, але різними різцями, що мають головний кут в плані $\varphi=30; 45; 60; 90^\circ$.
3. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від допоміжного кута в плані φ_1 . За цією метою пояски заготовки точити при постійній глибині різання $t=0,5$ мм, подачі $S=0,3$ мм/об, швидкості $v=35$ м/хв, головному куті в плані $\varphi=45^\circ$, але різними різцями, що мають допоміжні кути в плані $\varphi_1 = 10; 20; 30; 40^\circ$.
4. Виконати обточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від радіуса при вершині різця r . За цією метою пояски заготовки проточити при постійній глибині різання $t=0,5$ мм, подачі $S=0,3$ мм/об, швидкості $v=35$ м/хв, але різними різцями, що мають радіус при вершині різця $r=0,5; 2; 3; 4$ мм.
5. Визначити шорсткість оброблених поверхонь. Результати вимірів занести в таблицю 2.1 звіту.
6. Побудувати графіки і визначити характер залежності шорсткості обробленої поверхні від досліджуваних факторів:

$$R_{z(a)} = f(\varphi); R_{z(a)} = f(\varphi_1); R_{z(a)} = f(r).$$

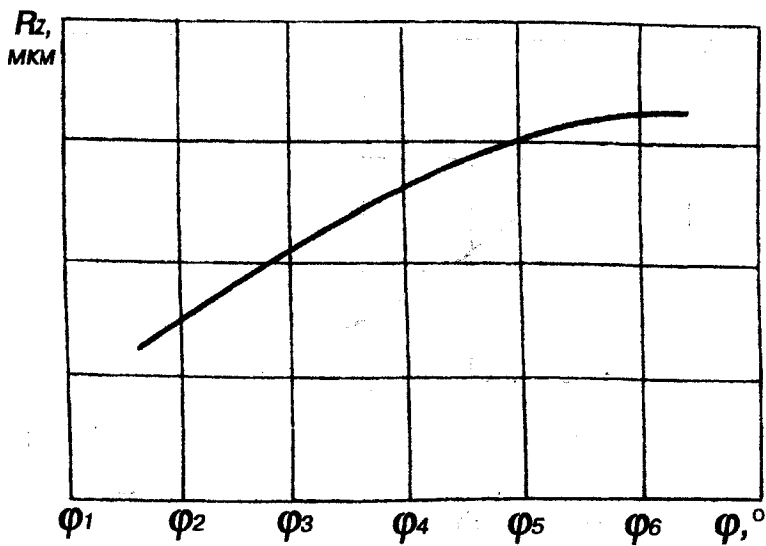


Рис. 2.1 Вплив головного кута в плані φ на шорсткість оброблюваної поверхні

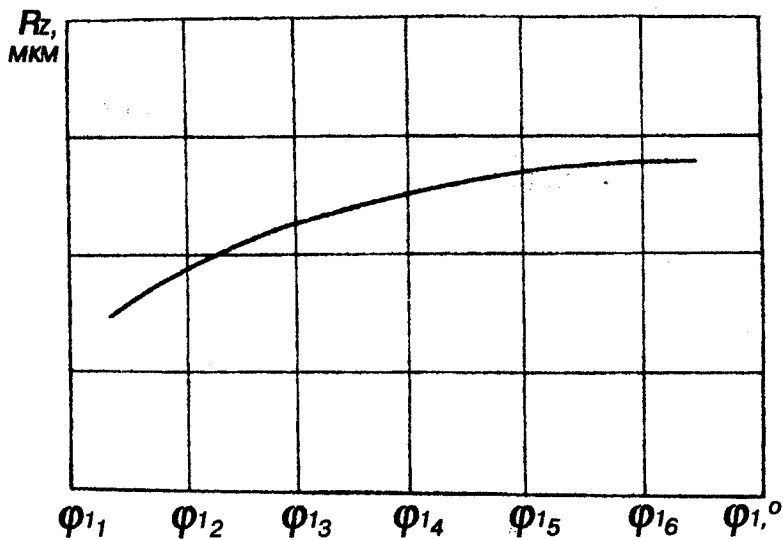


Рис. 2.2 Вплив допоміжного кута в плані φ_1 на шорсткість оброблюваної поверхні

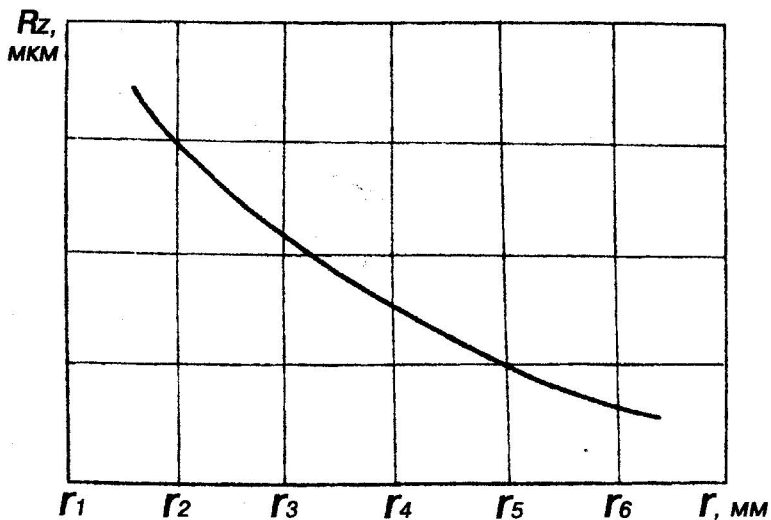


Рис. 2.3 Вплив радіуса при вершині різця r на шорсткість оброблюваної поверхні

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Токарний верстат.
2. Набір різців: з різними головними і допоміжними кутами φ і φ_1 , радіусами при вершині r .
3. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.
5. Міри порівняння.
6. Мікроскоп.
7. Міри для вимірювання кутів різця.
8. Шаблони для визначення радіусів при вершині різця.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Відомості про верстат: найменування, модель, основні параметри (висота центрів, відстань між центрами, потужність привода головного руху).
3. Відомості про оброблюваний матеріал заготовки: марка матеріалу, геометричні розміри.
4. Відомості про різальний інструмент: матеріал, геометричні параметри.

5. Дані вимірювань у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Результати дослідів

№ п/п	№ дослідів	Геометричні параметри різця			Шорсткість R_z чи R_a , мкм
		φ , град	φ_1 , град	r , мм	

6. Дані про режими різання: швидкість v , подача S , глибина t .

7. Короткий опис прийомів вимірювання шорсткості поверхні і приладів, що були використані.

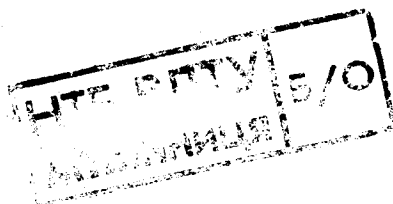
8. Побудувати графічні залежності :

$$R_{z(a)} = f(\varphi); R_{z(a)} = f(\varphi_1); R_{z(a)} = f(r)$$

9. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Що таке головний φ і допоміжний φ_1 кути в плані різця, радіус при вершині r ?
2. Вплив головного φ , допоміжного φ_1 кутів в плані на шорсткість поверхні при точінні.
3. Вплив радіуса при вершині різця на шорсткість оброблюваної поверхні.
4. Характеристики шорсткості поверхні.
5. Методи вимірювання шорсткості поверхні.



Лабораторна робота №3

Вивчення типів стружки

Мета роботи: ознайомлення з типами стружок і умовами їх утворення.

Короткі теоретичні відомості

В процесі різання металу виникає складний напружений стан. Картина процесу різання має такий вигляд: різець, діючи передньою площиною на зрізуваний шар, деформує його, в результаті чого виникають пружні, а потім — пластичні деформації. При певних умовах деформований елемент шару відділяється від основної маси металу. При подальшому русі різця описаний процес буде послідовно повторюватися.

В залежності від властивостей оброблюваного металу, параметрів різання, геометрії різального інструмента і властивостей змащувально-охолоджувальних рідин вид одержуваних стружок буде різним.

Класифікація стружок, одержуваних в процесі різання була дана в 1970 році І.О. Тімме.

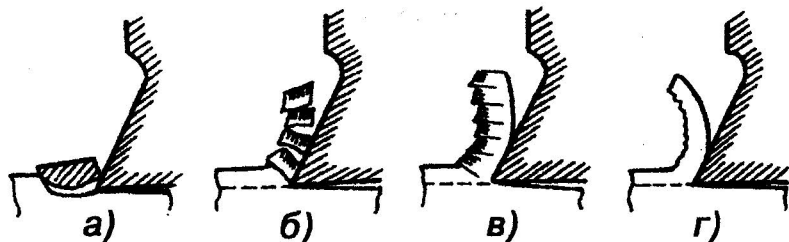


Рис. 3.1 Види стружок:

а – надлому; *б* – елементна; *в* – сколювання; *г* – зливна

Якщо зрізувані елементи шару залишаються не зв'язаними між собою, то стружку, у випадку обробки пластичних металів, можна назвати елементною (рис. 3.1, б).

Якщо елементи зрізуваного шару залишаються з'єднаними між собою, утворюючи суцільну стрічку з гладкою зовнішньою стороною, що приєднана до передньої поверхні різця, а з внутрішньої сторони має яскраво виділені зазубрини або "суглоби", то така стружка називається стружкою сколювання або суглобною (рис. 3.1, в).

Якщо ж стружка не має помітних зазубрин ("суглобів"), то її називають зливною (рис. 3.1, г).

При обробці крихких металів (чавуна, бронзи) одержують окремі елементи стружки, що не зв'язані між собою. Вони мають, на відміну від

вище перерахованих видів стружки, шорстку поверхню, що приєднується до передньої поверхні різця. Цей тип стружки І.О. Тімме назвав стружкою надлому або стружкою відриву (рис. 3.1, *a*).

При обробці одного і того ж металу можна одержати всі перераховані типи стружок, оскільки пластичність і крихкість є не властивостями металу, а лише його станом. Це підтверджується експериментальними дослідженнями, які показують, що в процесі стружкоутворення всі метали зазнають пластичної деформації і, що навіть при різанні чавуну можна одержати стружку, в якій елементи не розділені і яка має гладку поверхню, що прилягає до різця.

Вид утвореної стружки (її форма і колір) дають уяву про ті деформації, що мали місце під час процесу різання металу і дозволяють оцінити якісну сторону протікання такого процесу.

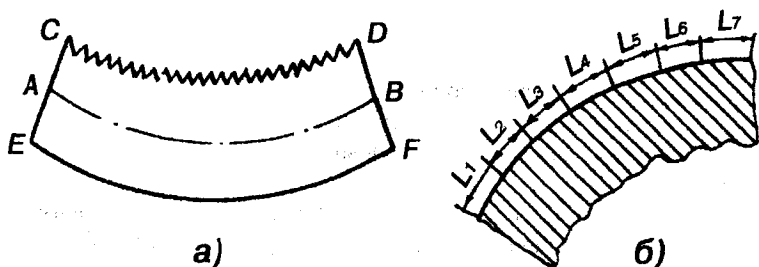


Рис. 3.2 Схема для визначення коефіцієнта усадки стружки:

a – за методом Кузнецова В.Д;

б – за проекцією стружки

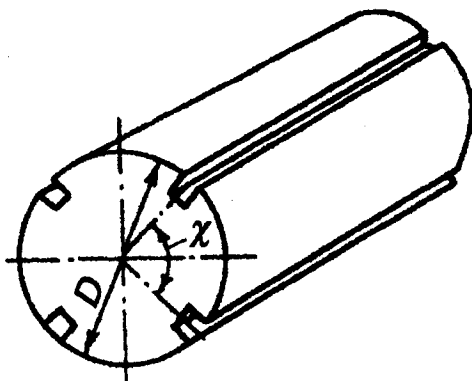


Рис.3.3 Заготовка з пазами

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з фізико-механічними властивостями заготовки і геометрією різального інструмента.
2. Виконати обточування 4 ділянок вала при вказаних викладачем умовах, одержуючи стружки: елементну, сколювання, зливну і надлому.
3. Порівняти одержані типи стружки і виконати їх ескізи.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Токарний верстат.
2. Токарні різці.
3. Штангенциркуль ШЦІ-125-0,1 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.

Зміст звіту

1. Мету і порядок виконання роботи.
2. Короткі відомості про верстат: найменування, модель, основні параметри (висота центрів, відстань між центрами, потужність привода головного руху).
3. Відомості про різальний інструмент (матеріал, геометричні параметри).
4. Записати відомості про оброблюваний матеріал і режими обробки, при яких одержані різні типи стружки.
5. Ескізи одержаних типів стружки і їх описання.
6. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Елементи режиму різання, їх визначення.
2. Що називається шириною і товщиною поперечного перерізу зрізу?
3. Типи стружок і умови їх утворення.
4. Процес утворення стружки сколювання, зливної стружки і стружки надлому.
5. Основні методи визначення коефіцієнта усадки стружки.

Лабораторна робота №4

Технологія обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті

Мета роботи: вивчити конструкцію та основні вузли токарно-гвинторізного верстата; ознайомитися з основними типами різальних інструментів, що використовуються для виконання операцій механічної обробки на токарно-гвинторізному верстаті; ознайомитися з технологічними методами обробки поверхонь заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті; ознайомитися з пристроями та допоміжним інструментом, що використовуються на токарно-гвинторізному верстаті.

Короткі теоретичні відомості

Токарна обробка є одним із найбільш поширених методів обробки різанням.

Технологічний метод формоутворення поверхні при точінні характеризується обертальним рухом заготовки (головний рух) і поступальним рухом інструмента (рух подачі).

Методом точіння обробляють зовнішні і внутрішні поверхні, що мають форму тіл обертання, а також плоскі (торцеві) поверхні, нарізують внутрішні і зовнішні різі. На спеціальних і спеціалізованих верстатах можна обробляти і більш складні поверхні, наприклад, поверхні, що описують рівнянням спіралі Архімеда, циклоїди і т.п., а також плоскі багатогранні (чотири-, шестигранні плоскі поверхні і т.п.)

Під терміном точіння (обточування), як правило, розуміють обробку зовнішніх поверхонь; підрізання - обробка плоских (торцевих) поверхонь і розрізання - розділення заготовки на частини або відрізання готової деталі від її заготовки - пруткового прокату.

Токарні верстати поділяють на токарні, токарно-гвинторізні, карусельні, багаторізцеві, лобові, револьверні, автомати та напівавтомати, верстаті спеціального і спеціалізованого призначення та інші.

На рис. 4.1 наведено загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата. Станина 2 з горизонтальними призматичними напрямними необхідна для монтажу вузлів верстата і закріплена на двох тумбах. В передній тумбі 1 змонтований електродвигун привода головного руху верстата, в задній тумбі 12 - бак для зберігання змащувально-охолоджувальної рідини і насосна станція для подачі рідини в зону різання під час обробки заготовок.

В передній бабі 6, що встановлена з лівої сторони верстата, змонтовані коробка швидкостей верстата і шпindel. Механізми і передачі

коробки швидкостей дозволяють одержати різні частоти обертання шпинделя верстата. На шпинделі закріплюють затискні пристрої для передачі крутного моменту оброблюваній заготовці. З чільного боку передньої бабки встановлена панель керування 5 механізмами і передачами коробки швидкостей.

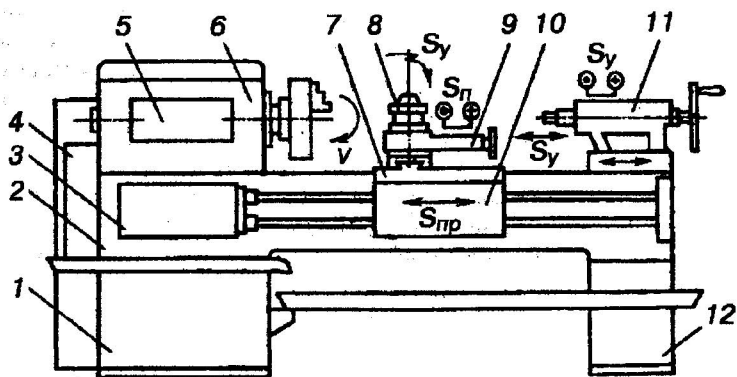


Рис. 4.1 Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата

Коробку подач 3 кріплять до чільного боку станини. В коробці подач змонтовано механізми і передачі, що дозволяють одержати різні швидкості руху супортів. З лівої торцевої сторони станини встановлена коробка 4 змінних зубчастих коліс, необхідних для налагодження верстата на нарізування різі.

Поздовжній супорт 7, встановлений на напрямних станини, переміщується по них і забезпечує поздовжню подачу різця. По напрямних поздовжнього супорта перпендикулярно осі обертання заготовки переміщується поперечна каретка, на якій змонтований верхній супорт 9. Поперечна каретка забезпечує різцю поперечну подачу. Верхній поворотний супорт можна встановлювати під будь-яким кутом до осі обертання заготовки, що необхідно при обробці конічних поверхонь заготовок деталей машин.

На верхньому супорті змонтовано чотирипозиційний поворотний різцетримач 8, в якому можна одночасно закріплювати чотири різці. До поздовжнього супорта прикріплено фартух 10 верстата, на якому змонтовані механізми і передачі, що перетворюють обертальний рух ходового валика або ходового гвинта в поступальний рух супортів. Задня бабка 11 встановлена з правої сторони станини і переміщується по її напрямних поверхнях. В пеналі задньої бабки встановлюють задній центр або інструмент для обробки отворів (свердла, зенкери, розвертки тощо).

Корпус задньої бабки може змішуватися відносно її основи в поперечному напрямку, що необхідно при обточуванні зовнішніх конічних поверхонь. Для захисту від травмування стружкою робітника, що працює на верстаті, встановлено спеціальний захисний екран.

Значна кількість видів поверхонь, що обробляються на токарних верстатах привела до створення багатьох видів токарних різців, що можуть бути класифіковані за різними ознаками.

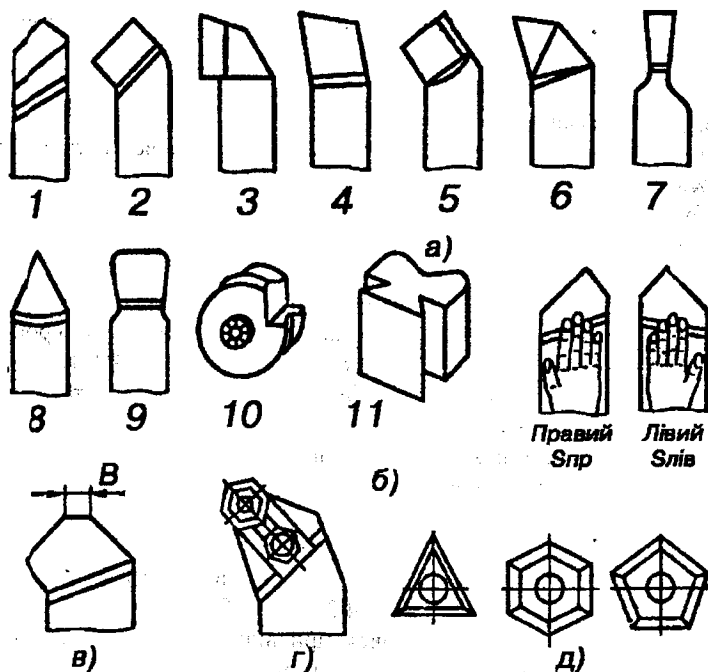


Рис. 4.2 Токарні різці

За технологічним призначенням розрізняють різці (рис. 4.2, а): прохідні 1-3 для обточування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь; підрізні 4 для обточування плоских торцевих поверхонь; розточні 5 для розточування наскрізних і 6 для глухих отворів; відрізні 7 для розрізання заготовок; різеві 8 для нарізування зовнішніх і внутрішніх різей; фасонні круглі 10 і призматичні 11 для обточування фасонних поверхонь, прорізні для обточування кільцевих канавок; галтельні - для обточування місць переходу між поверхнями валів по радіусу та інші.

За характером обробки різці (рис. 4.2, а) ділять на прями 1, відігнуті 2, 5 відтянуті 7, які використовуються для розрізання на частини заготовок великих діаметрів.

За напрямком подачі різці ділять на праві і ліві (рис. 4.2, б). Праві працюють з подачею $S_{пр}$, ліві - з $S_{лів}$.

За способом виготовлення розрізняють різці: цілі, з привареною робочою частиною, з привареною чи припаяною пластинкою інструментального матеріалу, зі змінними пластинками різального матеріалу.

За видом матеріалу різальної частини різці бувають із швидкорізальної сталі, з пластинками із твердого сплаву, з пластинками із мінералокераміки, з кристалами алмазів.

Для високопродуктивного точіння з великими подачами використовують різці з додатковим різальним лезом (рис. 4.2, в). Довжина В додаткового різального леза складає:

$$1.1 \cdot S_{\text{пов}}, \quad (4.1)$$

де $S_{\text{пов}}$ - поздовжня подача.

Різець встановлюється на верстаті так, щоб додаткове різальне лезо знаходилося паралельно лінії центрів верстата. В цьому випадку оброблена поверхня буде мати невелику шорсткість.

В промисловості широко використовують різці з багатограничними неперегострюваними твердосплавними пластинками (рис. 4.2, г). Коли одне із різальних лез пластинки виходить із ладу внаслідок затуплення, механічний притискач пластинки відкріплюють і встановлюють в робоче положення сусіднє лезо. Форма пластинок зображена на рис. 4.2, д.

Характер установлення і закріплення заготовки деталі, що обробляється на токарному верстаті, залежить від типу верстата, виду оброблюваної поверхні, характеристики заготовки (відношення довжини заготовки до її діаметра), необхідних параметрів точності обробки та інших факторів.

При обробці на токарно-гвинторізних верстатах широко застосовують закріплення заготовок в трикулачковому самоцентрувальному патроні (рис. 4.3, а). Трикулачкові патрони застосовують для закріплення заготовок при відношенні їх довжини до діаметра ($L_{\text{заг}}/D_{\text{заг}}$) < 4. При відношенні ($L_{\text{заг}}/D_{\text{заг}}$) = 4 ... 10 заготовку встановлюють в центрах, а для передачі крутного моменту від шпинделя до заготовки використовують повідковий патрон і хомутик.

Для установлення в центрах заготовку необхідно зацентрувати, тобто виготовити центрові отвори з торців вала за допомогою спеціального центрового свердла.

Центри бувають опорні (рис. 4.3, б), зрізані (рис. 4.3, в), кулькові (рис. 4.3, г), зворотні (рис. 4.3, д) і обертові (рис. 4.3, е). Опорні центри виготовляють із твердосплавними наконечниками, що підвищує їх довговічність. Зрізані центри застосовують при підрізанні торців заготовки, кулькові центри - при обточуванні конічних поверхонь заготовок способом зміщення задньої бабки в поперечному напрямку; зворотні центри - при обробці заготовок невеликих діаметрів. В такому випадку торцевим поверхням заготовки надають конічної форми, яка відповідає заглибленням, що виготовлені в зворотному центрі.

Оберткові центри застосовуються при видаленні шару металу великого перерізу або при обробці на великих швидкостях різання.

При установленні заготовки деталі в центри для передачі до неї крутного моменту від шпинделя верстата використовують повідковий патрон (рис. 4.3, ж) і хомутик (рис. 4.3, з). Повідковий патрон складається з корпусу 3, що накручується на шпindel верстата, на торці патрона запресовано циліндричний палець 4, на який встановлюється хомутик. Закріплення хомутика на заготовці здійснюється за допомогою болта.

При відношенні $(L_{заг}/D_{заг}) > 10$ заготовку встановлюють в центрах; для передачі крутного моменту від шпинделя верстата використовують повідковий патрон і хомутик, а для зменшення деформації заготовки від сил різання додатково застосовують люнети. Рухомий (відкритий) люнет (рис. 4.3, і) встановлюють на поздовжньому супорті верстата, нерухомий (закритий) (рис. 4.3, к) - закріплюють на станині. Зусилля різання сприймається опорами люнетів, що зменшує деформацію заготовок.

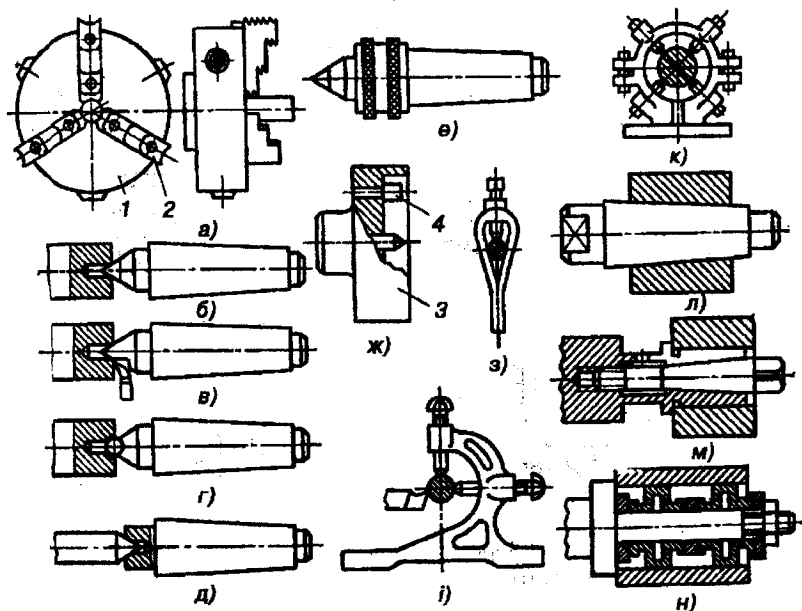


Рис. 4.3 Пристосування для закріплення заготовок на токарних верстатах

Для обробки заготовок деталей типу втулок, кілець і стаканів застосовують: кончні оправки (рис. 4.3, л), в яких заготовка тримається на оправці за рахунок сили тертя на сполучних поверхнях: цангові оправки (рис. 4.3, м) з розтискними пружними елементами - цангами; пружні з гідропластмасою, гофрованими втулками (рис. 4.3, н), тарілчастими пружинами і т.п.

Обточування зовнішніх циліндричних поверхонь. Зовнішні циліндричні поверхні обточують за допомогою прямих або відігнутих прохідних різців з поздовжньою подачею (рис. 4.4, а), гладкі вали - при установленні заготовки в центри. Спочатку обточують один кінець заготовки деталі на довжину, що необхідна для установлення і закріплення хомутика, потім її повертають на 180° і обробляється решта заготовки.

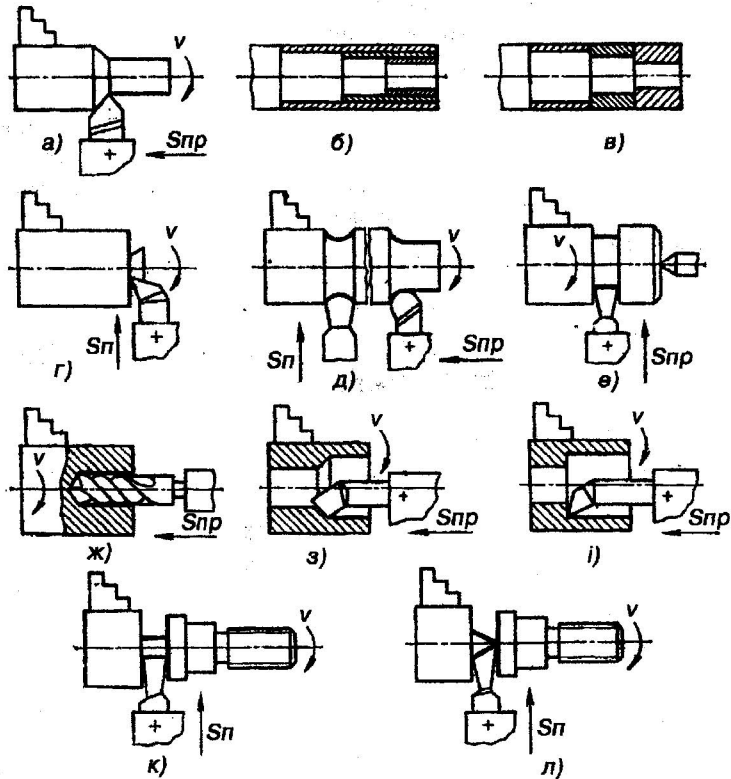


Рис. 4.4. Схеми обробки заготовок на токарно-гвинторізному верстаті

Східчасті вали обточують за двома схемами: розподілом припуску на частини (рис. 4.4, б) та розподілом заготовки деталей на частини (рис. 4.4, в). За першою схемою обробка заготовки деталі машини проходить із меншими глибинами різання, але загальний шлях різця при цьому є більшим, що приводить до зростання основного часу (T_0) на механічну обробку. При використанні другої схеми припуск з кожного східця видаляється зразу за рахунок обробки заготовки з великою глибиною різання. При цьому T_0 зменшується, але виникає необхідність у збільшеній потужності привода верстата.

Нежорсткі вали рекомендується обробляти прохідними різцями, у яких головний кут в плані $\varphi = 90^\circ$. При обробці заготовок валів такими різцями радіальна складова сили різання $P_v = 0$, що зменшує деформацію заготовок.

Підрізування торців. Перед обточуванням зовнішніх поверхонь заготовки обробляють один або два її торці. Торці обробляють (підрізають) підрізними різцями з поперечною подачею до центра (рис. 4.4, г) або від центра заготовки. При підрізуванні з подачею від периферії до центра торець заготовки отримує вигнутість внаслідок дії на різець складових сил різання: осьової (P_x) і радіальної (P_y). При підрізуванні в напрямку від центра до периферії шорсткість поверхні торця зменшується, а випуклість поверхні - збільшується. Після наступного технологічного переходу торець заготовки стає плоским.

Обточування галтелей (рис. 4.4, д). Цю операцію виконують прохідними різцями з заокругленнями між різальними лезами по відповідному радіусу за допомогою поздовжньої подачі або спеціальними галтельними різцями - з використанням поперечної подачі.

Проточування канавок (рис. 4.4, е). Канавки проточують з поперечною подачею прорізними різцями, довжина головного різального леза яких відповідає за розмірами ширині канавки, що проточується. Широкі канавки проточують такими ж різцями спочатку за допомогою поперечної, а потім - поздовжньої подачі.

Свердління, зенкерування, зенкування і розвертання отворів виконують за допомогою відповідних інструментів, закріплених в пінолі задньої бабки. На рис. 4.4, ж зображено схему свердління в заготовці циліндричного отвору.

Розточування внутрішніх циліндричних поверхонь. Розточують внутрішні циліндричні поверхні розточними різцями за допомогою поперечної подачі. При відрізання деталі різцем з прямим головним різальним лезом (рис. 4.4, к) руйнується утворювана шийка, тому при цьому додатково підрізається торець готової деталі. При відрізання деталі різцем з похилим різальним лезом (рис. 4.4, л) торець має оптимальну шорсткість, тому додатково його підрізати не потрібно. При обробці заготовок на верстатах напівавтоматах і автоматах оброблені деталі відрізають від прутка відрізними різцями з похилим різальним лезом.

Обточування зовнішніх конічних поверхонь заготовок. Конічні поверхні обточують на токарно-гвинторізних верстатах такими способами.

1. Широкими токарними різцями (рис. 4.5, а). Як правило, за допомогою такого способу обточують короткі конічні поверхні з довжиною твірної конуса 25...30 мм токарними прохідними різцями, у яких головний кут в плані φ дорівнює половині кута при вершині обточеної конічної поверхні. Довжина головного різального леза різця має бути на 1...3 мм більша довжини твірної конічної поверхні. Обточують за допомогою поперечної або поздовжньої подачі різця. Спосіб

найбільш широко використовують при обробці фасок на попередньо оброблених поверхнях циліндричних заготовок деталей машин.

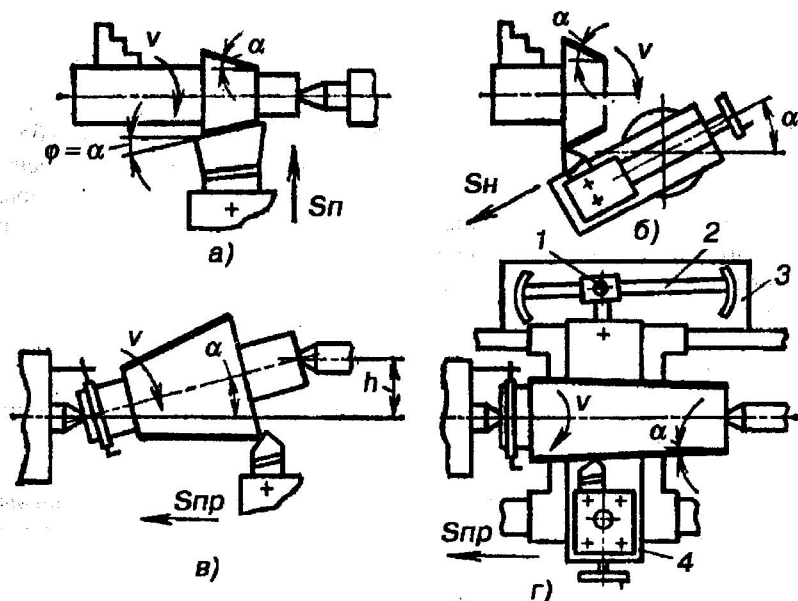


Рис. 4.5 Схеми обточування зовнішніх кінцевих поверхнь на токарно-гвинторізному верстаті

2. Поворотом каретки верхнього супорта (рис. 4.5, б). При обробці кінцевих поверхнь за допомогою такого способу каретку верхнього супорта повертають на кут, що відповідає половині кута при вершині оброблюваного конуса. Обробку проводять з ручною подачею верхнього супорта під кутом до лінії центрів верстата (S_{Π}). Таким способом обточують кінцеві поверхні, довжина твірної яких не перевищує величини ходу каретки верхнього супорта (150...200 мм). Кут конуса поверхні, яка обробляється, може бути будь-яким.

Кут повороту каретки верхнього супорта визначається за залежністю:

$$\alpha = \arctg \frac{D-d}{2 \cdot l}, \quad (4.2)$$

де D – більший діаметр кінцевої поверхні, що обробляється, мм;

d – менший діаметр кінцевої поверхні, що обробляється, мм;

l – довжина (висота) кінцевої поверхні, мм.

3. Зміщенням корпусу задньої бабки (рис. 4.5, в). При обточуванні кінцевих поверхнь за допомогою даного способу корпус задньої бабки зміщують відносно її основи в напрямку, перпендикулярному до лінії

центрів верстата. Оброблювану заготовку встановлюють на кулькові центри. При цьому вісь обертання заготовки розміщується під кутом до лінії центрів верстата, а твірна конічної поверхні - паралельно лінії центрів верстата. Обточують за допомогою поздовжньої подачі різця довгі конічні поверхні з невеликим кутом конуса при вершині ($2\alpha \leq 8^\circ$).

Зміщення (в мм) задньої бабки в поперечному напрямку визначається за формулою:

$$h = \frac{(D-d) \cdot L}{2 \cdot l}, \quad (4.3)$$

де L - повна довжина заготовки, що обробляється, мм.

4. За допомогою копіювальної конусної лінійки (рис. 4.5, г). Конус 3 конусної лінійки закріплюють на кронштейнах на станині верстата. На корпусі 3 є призматична напрямна 2, яку за шкалою встановлюють під кутом до лінії центрів верстата. По напрямній переміщується повзун 1, зв'язаний через важіль з кареткою поперечного супорта верстата 4. При цьому гайку ходового гвинта поперечної подачі від'єднують від каретки супорта. Конічну поверхню за допомогою даного способу проточують з поздовжньою подачею. Швидкість поздовжньої подачі складається з швидкості поперечної подачі, яка передається каретці поперечного супорта від повзуна, що переміщується, в свою чергу, по напрямній лінійці. Об'єднання обох рухів забезпечує переміщення різця під кутом до лінії центрів верстата. За допомогою такого способу можна обробляти довгі конічні поверхні з кутом при вершині конуса до $30 \dots 40^\circ$.

Кут повороту напрямної конусної лінійки визначається за залежністю, град:

$$\alpha = \arctg \frac{D-d}{2 \cdot l} \quad (4.4)$$

Обточування внутрішніх конічних поверхонь. Внутрішні конічні поверхні обробляють на токарно-гвинторізних верстатах широким різцем, поворотом каретки верхнього супорта, з використанням конусної лінійки. Досить часто внутрішні конічні поверхні обробляють спеціальними конічними зенкерами, які закріплюють в пінолі задньої бабки.

Обточування фасонних поверхонь. Короткі фасонні поверхні заготовок з довжиною твірної лінії $30 \dots 40$ мм обточують токарними фасонними різцями. За конструкцією фасонні різці ділять на стрижневі, круглі, призматичні і тангенціальні. Фасонні поверхні такими різцями обточують тільки за допомогою поперечної подачі S_p при обертальному русі заготовки з швидкістю V .

Фасонні поверхні на токарно-гвинторізних верстатах, як правило, обточують тільки стрижневими різцями; різцями інших видів обточують фасонні поверхні на токарних напівавтоматах і автоматах.

Стрижневі різці встановлюють і закріплюють в різцетримачі токарного верстата (рис. 4.6, а), а круглі (рис. 4.6, б), призматичні (рис. 4.6, в) і тангенціальні (рис. 4.6, е) - в спеціальних різцетримачах. На відміну від стрижневих, круглих і призматичних тангенціальні різці встановлюються нижче лінії центрів верстата так чином, щоб кожна точка різального лека різця при поперечній подачі проходила по твірній до відповідної точки

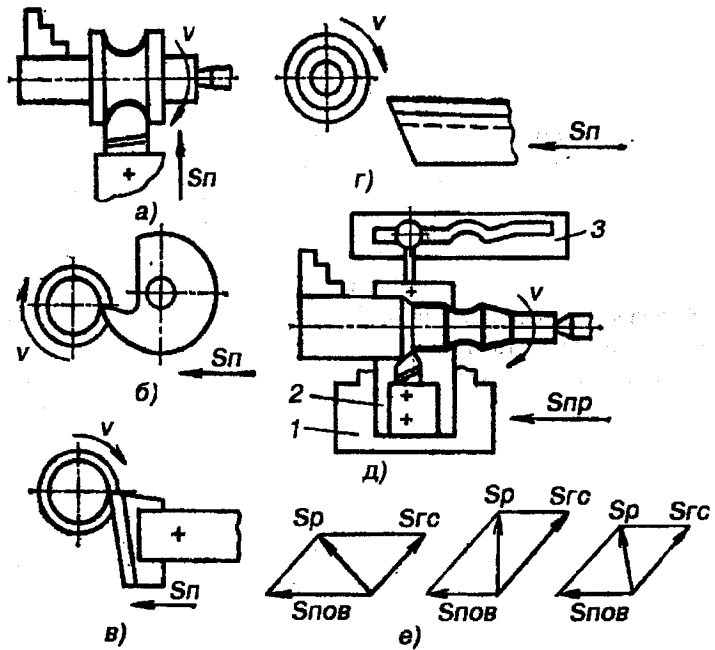


Рис. 4.6. Схеми обточування фасонних поверхонь:

- 1- повздовжній супорт;
- 2- поперечний супорт;
- 3- копія

фасонної поверхні оброблюваної заготовки. Різець, переміщуючись під заготовкою, обробляє фасонну поверхню до потрібного розміру, тобто напрохід.

Круглі, призматичні і тангенціальні різці мають велику стійкість і витримують значно більшу кількість перегострювань, ніж стрижневі, при одночасному збереженні форми та розмірів різального лека.

Довгі фасонні поверхні обробляють прохідними різцями з поздовжньої подачі за допомогою фасонного копіра, що встановлюється замість конусної лінійки (рис. 4.6, д).

В серійному виробництві для обробки фасонних поверхонь на токарних верстатах використовують спеціальний гідрокопіювальний

супорт замість поперечного супорта. Прохідний різець одержує подачу S_p від поздовжнього супорта верстата і подачу $S_{гс}$ від рухомої каретки гідросупорта. Подачу $S_{пов}$ супорт одержує від спеціального копіра та слідкуючого пристрою гідросупорта. Поєднання таких рухів забезпечує рух різця за складною траєкторією (рис. 4.6, е).

Нарізування різі. На токарно-гвинторізних верстатах нарізають зовнішню та внутрішню різі. Різі нарізають різевими різцями, форма різальних лез яких визначається профілем і розмірами поперечного перерізу нарізуваних різей. Різець встановлюють на верстаті за шаблоном. Різі (рис. 4.7, а) нарізають за допомогою поздовжньої подачі різця $S_{пов}$ при обертальному русі заготовки з швидкістю V . При нарізуванні різі поздовжній супорт одержує поступальний рух від ходового гвинта, змонтованого на фартусі верстата. Це необхідно для того, щоб різець одержував рівномірний поступальний рух, який забезпечить сталість кроку різі, що нарізається.

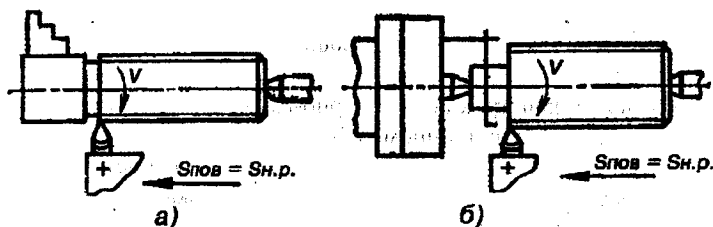


Рис. 4.7 Схеми нарізування однозаходної та багатозаходної різі на токарно-гвинторізному верстаті

При налагоджуванні токарно-гвинторізного верстата на нарізування різі із заданим кроком $S_{н.р.}$ необхідно розрахувати число зубців змінних зубчастих колес гітари. Очевидно, що за кожний оберт заготовки різець повинен переміщуватися вздовж її осі на величину кроку різі, що нарізається. Тому рівняння кінематичного балансу цих рухів має вигляд:

$$i_{об.ш.п.} \cdot i_p \cdot i_{зм} \cdot i_{н.п.} \cdot i_{х.в.} = S_{н.р.}, \quad (4.5)$$

де i_p - передаточне відношення реверсивного механізму короби подачі;

$i_{зм}$ - передаточне відношення змінних зубчастих колес гітари;

$i_{н.п.}$ - передаточне відношення передач короби подачі;

$i_{х.в.}$ - крок різі ходового гвинта.

Звідси:

$$i_{зм} = \frac{S_{н.р.}}{i_p \cdot i_{н.п.} \cdot i_{х.в.}} = \frac{z_1}{z_2 \cdot z_3}, \quad (4.6)$$

z_A

де z_1, z_2, z_3, z_A - число зубців змінних зубчастих колес гітари.

На токарно-гвинторізних верстатах нарізають метричні, дюймові, модульні та спеціальні різі. Нарізування багатозахідних різей на

токарно-гвинторізному верстаті вимагає точного кутового поділу оброблюваної заготовки при переході від однієї нитки різі, що нарізається до другої. Багатозахідну різь нарізають такими способами:

- 1) поворотом заготовки на кут з використанням повідкового патрона з прорізями, виконаними під певними кутами, в які входить відігнутий кінець хомутика; при повороті заготовки на кут гвинторізний ланцюг розривають (вимикають моторну гайку);
- 2) з використанням спеціального градуйованого патрона, який дозволяє одну частину патрона разом з заготовкою повернути відносно другої частини патрона на потрібний кут (рис.4.7, б).
- 3) зміщенням різця на крок різі за допомогою ходового гвинта верхнього супорта;
- 4) з використанням декількох різців, що зміщені один відносно одного в осьовому напрямку на величину кроку нарізуваної різі (застосовують при нарізанні різьби на гладких валах - обробка напрохід).

Зміст роботи

1. Ознайомитися з конструкцією токарно-гвинторізного верстата, його основними вузлами та принципом роботи.
2. Ознайомитися з різальним інструментом, що використовується для механічної обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті, способом його кріплення.
3. Ознайомитися з пристроями, що використовуються для закріплення заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті, вивчити їх конструкцію та спосіб установалення і закріплення на даному верстаті.
4. Ознайомитися з допоміжним інструментом, що використовується при виконанні операцій механічної обробки на токарно-гвинторізному верстаті.
5. Ознайомитися з технологією механічної обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Токарно-гвинторізний верстат.
2. Набір різального інструмента.
3. Набір пристроїв.
4. Набір допоміжного інструмента.
5. Оброблювані заготовки деталей.

Порядок виконання роботи

1. Пройти інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.
2. Вивчити конструкцію токарно-гвинторізного верстата, його склад, основні вузли, принцип роботи.

3. Одержати набір різального інструмента. Визначити, які технологічні операції виконані за допомогою даного інструмента. Ознайомитися з способом кріплення різального інструмента на верстаті.
4. Ознайомитися з конструкцією пристроїв, що використовуються для закріплення заготовок деталей при обробці на токарно-гвинторізному верстаті. Вивчити спосіб установалення та закріплення заготовок деталей в даних пристроях, а також самого пристрою на верстаті.
5. Одержати набір допоміжного інструмента. Визначити, які допоміжні операції виконуються за допомогою даного інструмента.
6. Налогодити верстат на роботу.
7. Виконати обробку поверхонь деталей.
8. Зобразити ескізи обробки поверхонь деталі і вказати режими різання.
9. Оформити звіт з висновками по роботі.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Відомості про верстат (найменування, модель, основні параметри (висота, ширина і довжина, потужність привода головного руху)).
3. Схема токарно-гвинторізного верстата.
4. Відомості про різальні інструменти.
5. Відомості про пристрої.
6. Відомості про допоміжний інструмент.
7. Спосіб установалення та закріплення різальних інструментів, пристроїв на верстаті.
8. Зведені таблиці виконуваних операцій механічної обробки деталі на токарно-гвинторізному верстаті та параметрів, режими обробки (табл. 4.1 і 4.2)
9. Висновки по роботі.

Таблиця 4.1

Зведена таблиця вибраних методів обробки

№ п/п поверхні	Розміри поверхні, мм	Параметри точності і шорсткості	Ескіз обробки	Різальний і допоміжний інструмент
1	2	3	4	5

Зведена таблиця режимів різання

№ п/п	Діаметр поверхні деталі D , мм	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання v_p , м/хв	Частота обертання n_p , хв ⁻¹ (об/хв)	Час обробки T_o , хв
1	2	3	4	5	6	7

Питання для самоконтролю

1. Призначення токарно-гвинторізного верстата.
2. Характеристика методів обробки (технологічних операцій) заготовок деталей на токарно-гвинторізному верстаті.
3. Конструкція токарно-гвинторізного верстата, його основні вузли та їх призначення.
4. Принцип роботи токарно-гвинторізного верстата.
5. Типи різального інструмента, що використовується для механічної обробки заготовок деталей машин на токарно-гвинторізному верстаті.
6. Спосіб кріплення різального інструмента на токарно-гвинторізному верстаті.
7. Допоміжний інструмент, що використовується на токарно-гвинторізному верстаті.
8. Пристрої, що використовуються для виконання операцій механічної обробки на токарно-гвинторізному верстаті.
9. Види робіт, що виконуються на токарно-гвинторізному верстаті.
10. Характеристика точності операцій механічної обробки, що виконуються на токарно-гвинторізному верстаті.

Лабораторна робота №5

Технологія обробки заготовок деталей машин на вертикально-свердильному верстаті

Мета роботи: вивчити конструкцію та основні вузли вертикально-свердильного верстата; ознайомитися з основними типами різальних інструментів, що використовуються для виконання операцій механічної обробки на вертикально-свердильному верстаті; ознайомитися з технологічними методами обробки отворів на свердильних верстатах; ознайомитися з пристроями та допоміжним інструментом, що використовуються на вертикально-свердильному верстаті.

Короткі теоретичні відомості

Обробка заготовок деталей машин на свердильних верстатах - поширений метод одержання отворів з різними параметрами точності розмірів і шорсткості поверхні. Процес видалення стружки з оброблюваної поверхні при свердлінні реалізується за рахунок обертального руху інструмента (головного руху) та одночасного переміщення інструмента вздовж осі отвора, що обробляється (рух подачі).

На свердильних верстатах виконують свердління, розсвердлювання, зенкерування, розвертання, цекування, зенкування, нарізування різі та обробку складних отворів в заготовках деталей машин.

Свердильні верстати за видами робіт, що виконуються, поділяють на вертикально-свердильні, радіально-свердильні, багатошпиндельні і одношпиндельні напівавтомати, горизонтально-свердильні та інші. Найбільш поширеними є вертикально-свердильні і радіально-свердильні верстати (рис. 5.1, 5.2).

На рис. 5.8, а приведений загальний вигляд вертикально-свердильного верстата. На фундаментальній плиті 1 змонтована колона 2. В верхній частині колони розміщена коробка швидкостей 6, через яку шпинделю з різними інструментом надається головний обертальний рух. Рух подачі (поступальний у вертикальній площині) інструмент одержує через коробку подач 5, розміщену в кронштейні 4. Заготовку встановлюють на столі 3. Стіл і кронштейн мають встановлювальні переміщення по вертикальних напрямних колони 2. Суміщення осі обертання інструмента з заданою віссю отвору досягається шляхом переміщення заготовки.

Отвори на свердильних верстатах обробляють свердлами, зенкерами, розвертками і мітчиками.

Свердла за конструкцією і призначенням ділять на спіральні (рис. 5.3), центрувальні (рис. 5.4) і спеціальні (рис. 5.5).

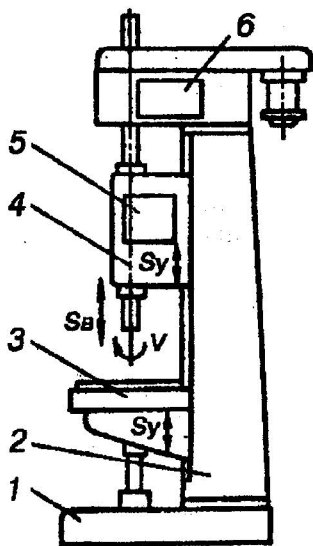


Рис. 5.1 Загальний вигляд вертикально-свердильного верстата

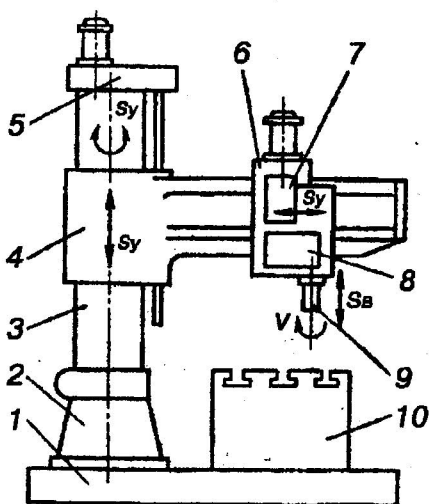


Рис. 5.2 Загальний вигляд радіально-свердильного верстата

Зенкери за видами оброблюваних отворів поділяють на циліндричні (рис. 5.6, а), конічні (рис. 5.6, б) і торцеві (рис. 5.6, в). Зенкери бувають цілісними, з конічним хвостовиком (рис. 5.6 а, б) і насадні (рис. 5.6, в).

Розвертки за формою оброблюваного отвору, поділяють на циліндричні (рис. 5.6, г) і конічні (рис. 5.6, д).

За способом використання розрізняють машинні та ручні розвертки. За конструкцією кріплення розвертки ділять на хвостові та насадні. На рис.5.6, е показана машинна насадна розвертка з механічним кріпленням різальних пластинок до її корпусу.

Для нарізування різі в отворах використовують мітчики (рис. 5.6, ж).

При обробці на свердильних верстатах застосовують різні пристрої для установалення і закріплення заготовок деталей машин на столах верстатів (рис. 5.7 а,б,в,г; рис. 5.8).

Заготовки деталей машин закріплюють притискними планками або в машинних лещатах. При свердлінні наскрізних отворів заготовку деталі встановлюють на підкладки, що забезпечує вільний вихід свердла з отвору. При обробці отворів, паралельних або розмішених під кутом до встановлювальної плити, використовують кутники: прості (рис. 5.7, б) і універсальні (рис. 5.7, в). Заготовки деталей, що мають циліндричні частини, закріплюють в три- або в чотирикулачкових патронах, які, в свою чергу, закріплюють на столі верстата.

При свердлінні отворів в циліндричних заготовках їх встановлюють на призмі і закріплюють за допомогою струбцин (рис. 5.7, г). Для свердління декількох точно розмішених отворів в заготовках деталей машин, що обробляють великими партіями, широко використовують спеціальні пристрої - кондуктори (рис. 5.8).

Різальний інструмент в шпинделі свердильного верстата закріплюють з використанням допоміжного інструмента: перехідних втулок, свердильних патронів і оправок.

Різальні інструменти з конічним хвостовиком закріплюють безпосередньо в шпинделі свердильного верстата (рис. 5.9, а). Якщо розмір конуса хвостовика інструмента менший розміру конічного отвору шпинделя, то застосовують перехідні конічні втулки (рис. 5.9, б).

Інструменти з циліндричним хвостовиком закріплюють в дво-, трикулачкових або цангових патронах. Закріплення різального інструмента в цанговому патроні зображено на рис. 5.9, в.

На рис. 5.10 показані види робіт, що виконують на вертикально-свердильному верстаті.

Свердління (рис. 5.10, а) наскрізного отвору виконують спіральним свердлом. В залежності від необхідної точності і розміру партії оброблюваних заготовок деталей машин отвори свердлять в кондукторі або за розміткою.

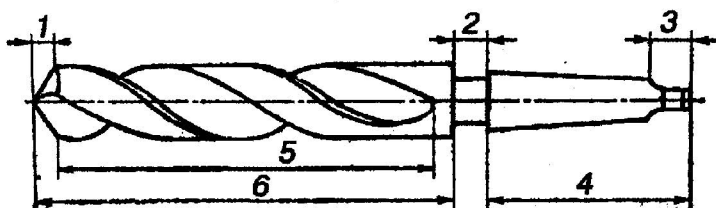


Рис. 5.3 Частини спірального свердла

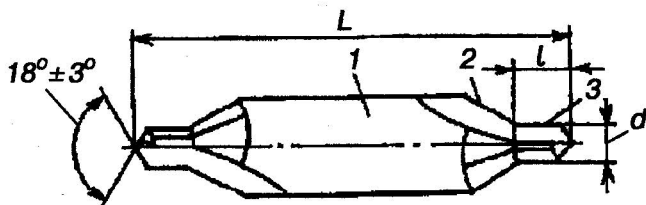


Рис. 5.4 Свердла центрувальні:

1- державка;

2,3 – зенкувальна і свердлувальна частина

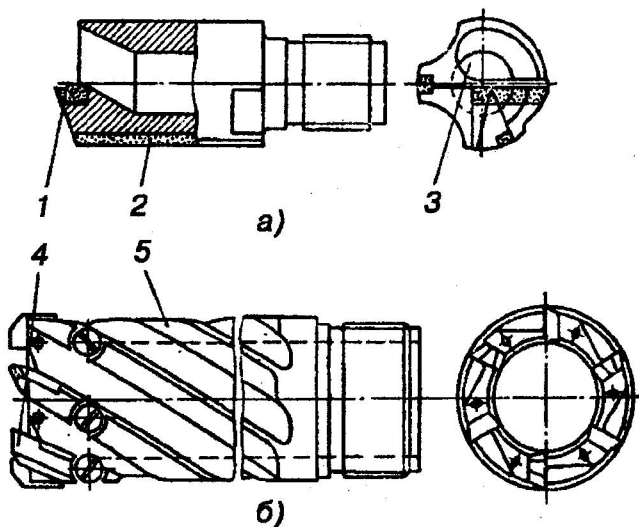


Рис. 5.5 Свердла для глибокого свердління

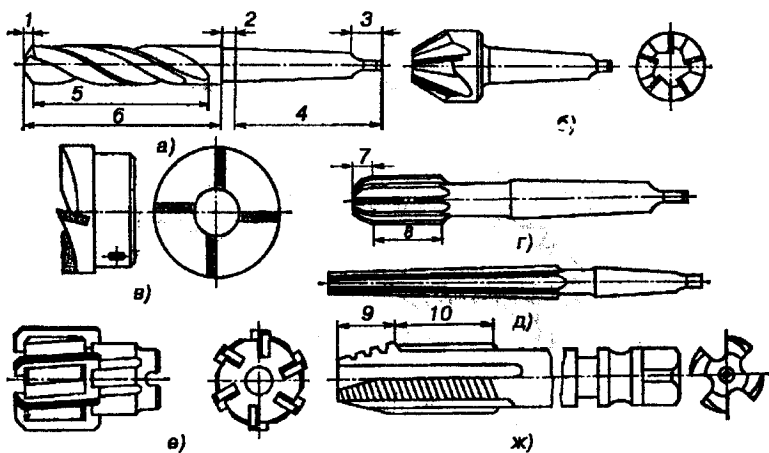


Рис. 5.6 Інструмент для обробки отворів на свердильних верстатах:
а, в – зенкери; *г, е* – розвертки; *ж* – мітчик

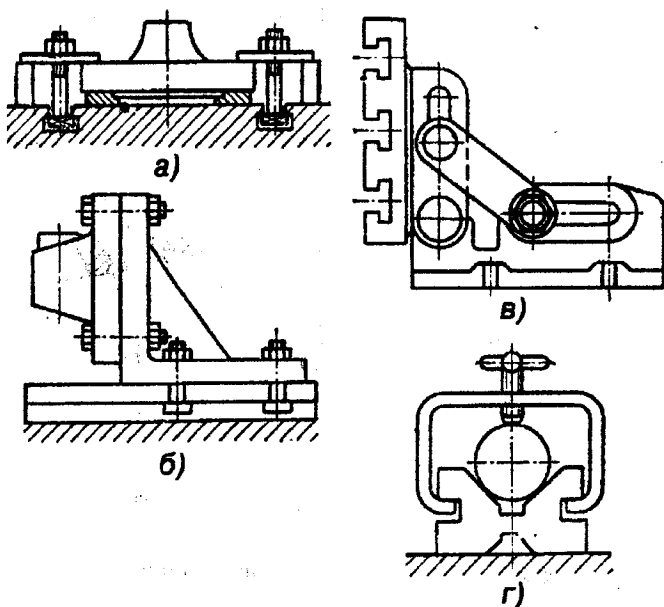


Рис. 5.7 Пристосування для закріплення заготовок на свердильних верстатах

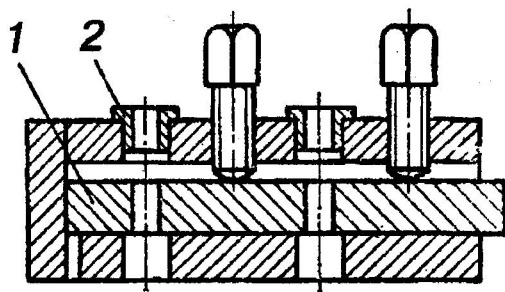


Рис. 5.8 Кондуктор

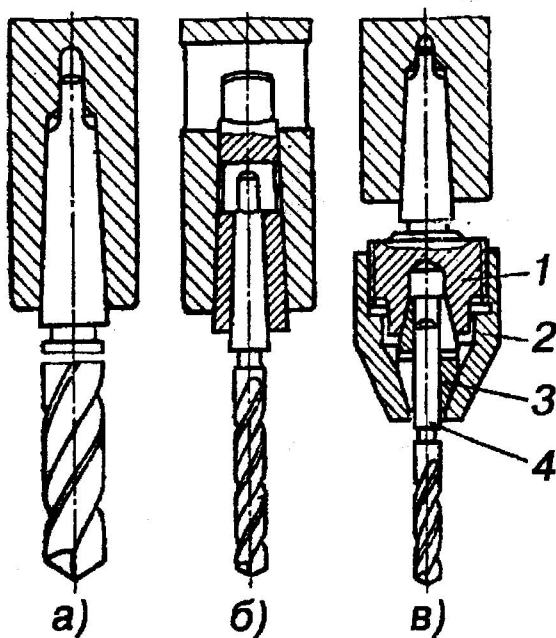


Рис. 5.9 Схеми закріплення інструмента в шпинделі верстата

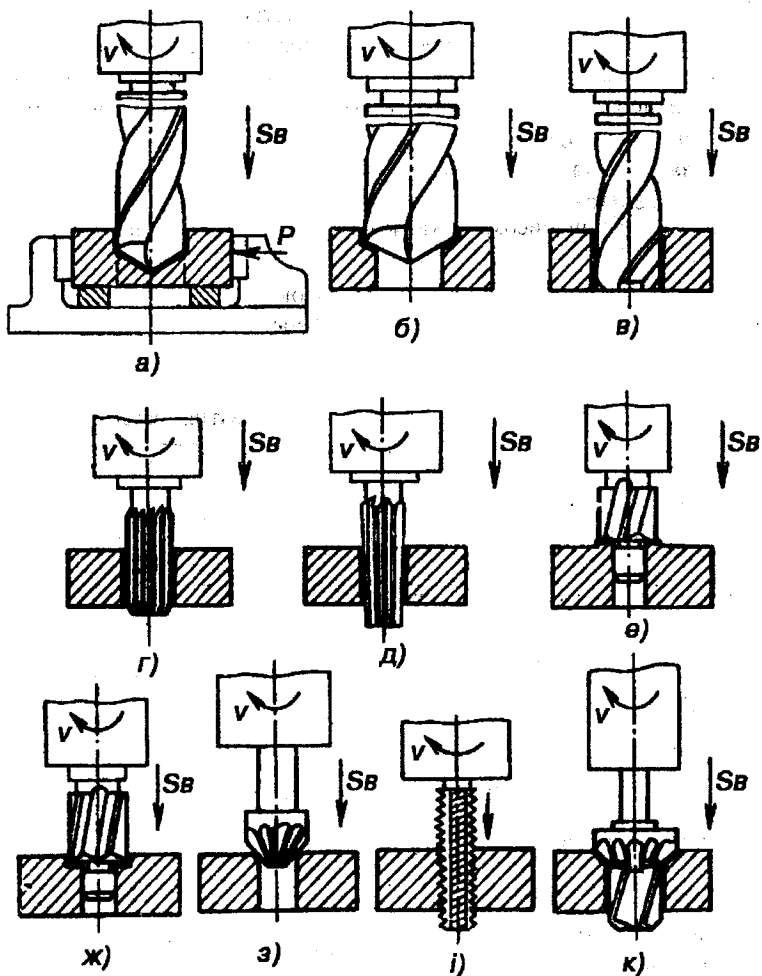


Рис. 5.10. Схеми обробки заготовок на вертикально-свердильних верстатах

Розсвердлювання - це процес збільшення діаметра попередньо просвердленого отвору за допомогою свердла більшого діаметра (рис.5.10, б). Розсвердлюють, як правило, отвори діаметром більше 30 мм.

Зенкерування - це обробка попередньо одержаних отворів для надання їм більш правильної геометричної форми, підвищення точності та зниження шорсткості за допомогою багатолезового різального інструмента - зенкера (рис. 5.10, в).

Розвертання - це остаточна обробка циліндричного або конічного отвору розверткою (як правило виконується після зенкерування) з метою одержання більш високого квалітету точності і зменшених параметрів шорсткості обробленої поверхні (рис. 5.10 г,д).

Цекування - це обробка торцевої поверхні отвору торцевим зенкером для досягнення перпендикулярності плоскої торцевої поверхні отвору відносно його осі (рис. 5.10, е).

Зенкування - це одержання в оброблених отворах циліндричних чи конічних заглиблень під головки гвинтів, болтів, заклепок та інших деталей. На рис. 5.10, ж, з показано зенкування циліндричного заглиблення циліндричним зенкером (зенковкою) і конічного заглиблення - конічним зенкером.

Нарізування різі - це одержання на внутрішній циліндричній поверхні за допомогою мітчика гвинтової канавки, профіль якої відповідає профілю різальної частини інструмента (рис. 5.10, і).

Обробка складних отворів. Складні отвори обробляють за допомогою комбінованого різального інструмента. На рис. 5.10, к показана обробка двох поверхонь - циліндричного та конічного отворів комбінованим зенкером.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією вертикально-свердильного верстата, його основними вузлами та принципом роботи.
2. Ознайомитися з різальним інструментом, що використовується для механічної обробки заготовок деталей машин на вертикально-свердильному верстаті, способом його кріплення.
3. Ознайомитися з пристроями, що використовуються для закріплення заготовок деталей при їх обробці на вертикально-свердильному верстаті, вивчити їх конструкцію та спосіб установалення і закріплення на даному верстаті.
4. Ознайомитися з допоміжним інструментом, що використовується при виконанні операцій механічної обробки на вертикально-свердильному верстаті.
5. Ознайомитися з технологією та операціями обробки заготовок деталей машин на вертикально-свердильному верстаті.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Пройти інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.
2. Вивчити конструкцію вертикально-свердильного верстата, його склад, основні вузли, принцип роботи.
3. Одержати набір різального інструмента. Визначити, які технологічні операції можуть бути виконані за допомогою даного інструмента. Ознайомитися з способом кріплення різального інструмента на верстаті.
4. Ознайомитися з конструкцією пристроїв, що використовуються для закріплення заготовок деталей при обробці на вертикально-свердильному верстаті. Вивчити спосіб установалення і закріплення заготовок деталей в даних пристроях, а також самого пристрою на верстаті.
5. Одержати набір допоміжного інструмента. Визначити, які допоміжні операції виконуються за допомогою даного інструмента.
6. Налаштувати верстат на роботу.
7. Виконати обробку поверхонь деталей.
8. Зобразити ескізи обробки поверхонь деталей і вказати режими різання.
9. Оформити звіт з висновками по роботі.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Відомості про верстат (найменування, модель, основні параметри (висота, ширина і довжина, потужність привода головного руху)).
3. Схема вертикально-свердильного верстата.
4. Відомості про різальний інструмент.
5. Відомості про пристрої.
6. Відомості про допоміжний інструмент.
7. Спосіб установалення та закріплення різального інструмента, пристрою на верстаті.
8. Зведені таблиці виконуваних операцій механічної обробки деталей на вертикально-свердильному верстаті і параметрів режимів обробки (згідно з табл. 4.1 і 4.2).
9. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Призначення вертикально-свердильного верстата.
2. Характеристика методів обробки заготовок деталей на вертикально-свердильному верстаті.
3. Конструкція вертикально-свердильного верстата, його основні вузли та їх призначення.
4. Принцип роботи вертикально-свердильного верстата.

5. Типи різального інструмента, що використовується для механічної обробки заготовок деталей машин на вертикально-свердильному верстаті.
6. Спосіб кріплення різального інструмента на вертикально-свердильному верстаті.
7. Допоміжний інструмент, що використовується при виконанні операцій механічної обробки на вертикально-свердильному верстаті.
8. Пристрої, що використовуються для виконання операцій механічної обробки на вертикально-свердильному верстаті.
9. Види робіт, що виконуються на вертикально-свердильному верстаті.
10. Характеристика точності операцій механічної обробки, що виконуються на вертикально-свердильному верстаті.

Лабораторна робота №6

Технологія обробки заготовок деталей машин на вертикально-фрезерному верстаті

Мета роботи: вивчити конструкцію та основні вузли вертикально-фрезерного верстата; ознайомитися з основними типами фрез та основними технологічними операціями механічної обробки заготовок деталей машин на вертикально-фрезерному верстаті; ознайомитися з пристроями, що використовуються при обробці заготовок деталей машин на вертикально-фрезерному верстаті.

Короткі теоретичні відомості

Фрезерування – широкопоширений високопродуктивний метод обробки поверхонь заготовок деталей машин за допомогою різального інструмента – фрези. Головним рухом при фрезеруванні є рух обертання фрези, рух подачі реалізовано шляхом поступального руху заготовки (розрізняють поздовжню, поперечну та вертикальну подачі).

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні, похилі, фасонні поверхні, уступи та пази різного профілю. Особливістю процесу фрезерування є переривчастість різання кожним зубом фрези. Зуб фрези знаходиться в контакті з заготовкою і виконує роботу різання тільки на деякій частині оберту, а потім продовжує рух до наступного врізання не торкаючись заготовки.

Вертикально-фрезерні верстати складаються з багатьох уніфікованих деталей та вузлів (рис. 6.1). В станині 1 розташована коробка швидкостей 2. Шпindelна головка змонтована у верхній частині станини і може повертатися в вертикальній площині. При цьому шпindel 4 можна повертати під різними кутами відносно площини робочого стола 5. Рух обертання шпинделя є головним рухом. Стіл 5, на якому закріплюють заготовку, має поздовжнє переміщення по напрямних консолях 7, яка переміщується по вертикальних напрямних станини 1. Таким чином, заготовка, що встановлена на столі 5, може одержувати подачу в трьох площинах. В консолях 7 змонтована коробка подач 8.

В залежності від призначення та виду оброблюваних поверхонь розрізняють такі типи фрез: циліндричні (рис. 6.2, а), торцеві (рис. 6.2, б), дискові (рис. 6.2, в), кінцеві (рис. 6.2, г), кутові (рис. 6.2, д), шпонкові (рис. 6.2е), фасонні (рис. 6.2ж). Фрези виготовляють цілісними (рис. 6.2, д) або збірними з напайними чи вставними ножами (рис. 6.2, а, 6.2, з). Різальні леза можуть бути прямими (рис. 6.2, д) або гвинтовими (рис. 6.2, а). Фрези можуть мати гострокінцеву (рис. 6.2, и) або затиловану (рис. 6.2, і) форму зуба. У фрез з гострокінцевими зубцями передня та задня поверхні плоскі, а

у фрез із затиланою формою зуба профіль задньої поверхні виконаний за спіраллю Архімеда, тому при переточуванні по передній поверхні профіль зубця фрези зберігається.

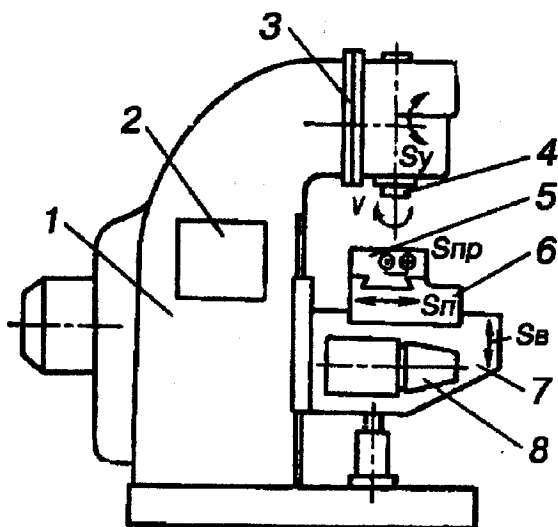


Рис. 6.1 Загальний вигляд вертикально-фрезерного верстата

Цілісні фрези виготовляють повністю з інструментальних сталей. У збірних фрез корпуси виготовлені із конструкційних сталей, а зубці (ножі) – із швидкорізальних сталей, або ж різальні пластини, що виготовлені із твердих сплавів закріплюють в корпусі фрези різними механічними способами.

Для закріплення заготовок на фрезерних верстатах застосовують універсальні та спеціальні пристрої. До універсальних пристроїв відносять прихоплювачі, кутики (рис. 5.7, а, б, в, г), призми, машинні лещата з механічним, гідравлічним або пневматичним (рис. 6.3, а) приводом.

При обробці значної кількості однакових заготовок виготовляють спеціальні пристрої, що придатні лише для установки та закріплення заготовок даного виду на верстаті.

Для обробки площин, розташованих під різними кутами, квадратних, шестигранних профілів і т.п., гвинтових поверхонь та зубчастих коліс широко використовують універсальні ділильні головки (рис. 6.3, б).

В якості допоміжного інструмента використовують фрезерні оправки, що необхідні як для закріплення фрез, так і для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до фрези. Базою для кріплення фрези може бути її центрувальний отвір або хвостовик (конічної чи циліндричної форми). За способом кріплення в першому випадку фрези називають насадні, а в другому випадку – хвостові.

На рис. 6.4а зображена оправка 2 для кріплення циліндричних і дискових фрез. Фрезу 3 насаджують на оправку і з'єднують з нею за допомогою шпонки 4. Необхідне положення фрези на оправці забезпечується за допомогою встановлювальних кілець 7. Оправку 2 встановлюють конічним хвостовиком в конічний отвір шпинделя 1 і закріплюють за допомогою затяжного болта 9. Сухарі 8, що розміщені в пазах фланців шпинделя і оправки, утримують оправку від провертання. Інший кінець оправки входить в підшипник 6, який закріплюється у вусі 5.

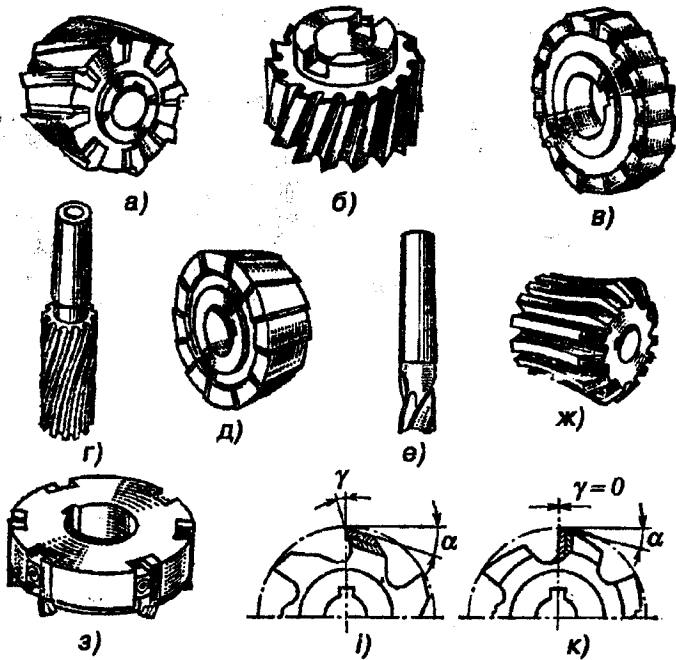


Рис. 6.2. Типи фрез

Короткі кінцеві оправки (рис. 6.4, б) використовуються для закріплення торцевих і дискових фрез. Один кінець оправки 1 закріплюють за допомогою конічного хвостовика 10, а на другому кінці – закріплюють насадну фрезу 11 за допомогою шпонки 12 і гвинта 13. Фрези з конічним хвостовиком 15 закріплюють в конічному отворі шпинделя 1 безпосередньо або за допомогою перехідних втулок 14 (рис. 6.4, в). Фрези з циліндричним хвостовиком закріплюють також і за допомогою цангового патрона, конічний хвостовик якого встановлюють в шпиндель верстата і закріплюють за допомогою болта.

Схеми фрезерування поверхонь на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах зображено на рис. 6.5.

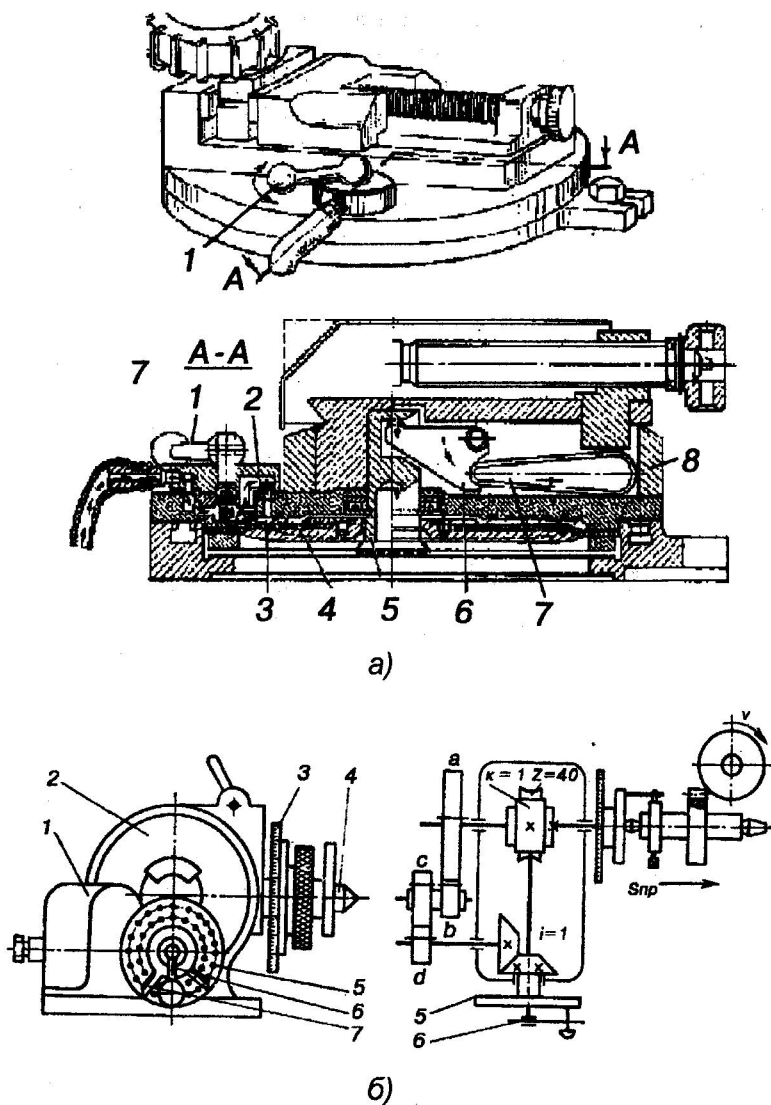


Рис. 6.3. Пристосування для виконання фрезерних операцій
 а – лещата з пневматичним приводом;
 б – загальний вигляд і схема універсальної ділильної головки налаштованої на диференційне ділення

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рис. 6.5, а) і на вертикально-фрезерних – торцевими фрезами (рис. 6.5, б). За допомогою циліндричних фрез доцільно обробляти горизонтальні площини шириною до 120 мм, причому довжина фрези має бути набагато більшою за ширину заготовки, що обробляється. В більшості випадків такі площини доцільніше обробляти торцевими фрезами, оскільки збільшена жорсткість їх кріплення в шпинделі забезпечує покращенні умови обробки (кількість зубців торцевої фрези, які працюють одночасно, перевищує кількість зубців циліндричної фрези, що працюють одночасно).

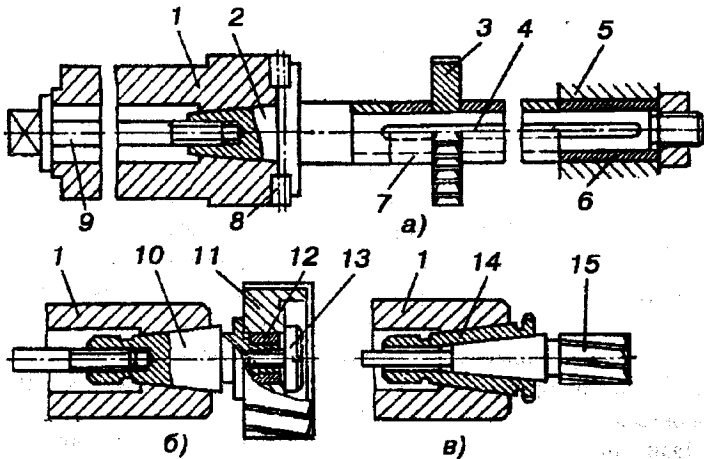


Рис. 6.4 Схеми установки і закріплення фрез на верстатах

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рис. 6.5, в) і торцевими фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних верстатах – кінцевими фрезами (рис. 22, г).

Похилі площини та скоси фрезерують торцевими (рис. 6.5, д) і кінцевими (рис. 6.5, е) фрезами на вертикально-фрезерних верстатах, що мають можливість повороту фрезерної головки разом із шпинделем у вертикальній площині. Скоси фрезерують на горизонтально-фрезерному верстаті однокутовою фрезою (рис. 6.5, ж).

Комбіновані поверхні фрезерують за допомогою набору фрез (рис.6.5, з) на горизонтально-фрезерних верстатах. Точність взаємного розташування оброблених поверхонь залежить від жорсткості кріплення фрез (довжини оправки). З цією метою застосовують додаткові опори (підвіски), уникають використання неспіврозмірних за діаметром фрез (рекомендоване відношення діаметрів фрез не більше 1,5).

Уступи і прямокутні пази фрезерують дисковими (рис. 6.5, і) і кінцевими (рис. 6.5, к) фрезами на горизонтально- і вертикально-

фрезерних верстатах. Уступи і пази доцільно фрезерувати за допомогою дискових фрез, оскільки вони мають більшу кількість зубців і забезпечують обробку із збільшеними швидкостями різання.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою (рис. 6.5, л), кутові пази – за допомогою однокутових і двокутових фрез (рис. 6.5, м) на горизонтально-фрезерних верстатах.

Пази типу “ластівчин хвіст” фрезерують на вертикально-фрезерному верстаті за два технологічних проходи: прямокутний паз отримують за допомогою кінцевої фрези; скоси паза обробляють кінцевою однокутовою фрезою (рис. 6.5, н).

T-подібні пази (рис. 6.5, о), що широко застосовують в машинобудуванні в якості кріпильних пазів (наприклад, в столах фрезерних верстатів), фрезерують, як правило, за два технологічних проходи: спочатку обробляють вузьку прямокутну частину паза за допомогою кінцевої фрези, а потім спеціальною фрезою для обробки T-подібних пазів формують розширену нижню частину паза.

Закриті шпонкові пази фрезерують за допомогою кінцевих фрез (рис. 6.5, п), а **відкриті** – кінцевих або шпонкових (рис. 6.5, р) на вертикально-фрезерних верстатах. Точність обробленого шпонкового паза є важливою умовою при фрезеруванні, оскільки від неї залежить характер посадки на шпонку сполучних з валом деталей. Фрезерування шпонковою фрезою забезпечує підвищену точність шпонкового паза, оскільки при переточуванні по торцьових зубцях діаметр шпонкової фрези практично не змінюється.

Пази під сегментні шпонки фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими фрезами (рис. 6.5, с). Заготовці при цьому надають вертикальну подачу.

Фасонні поверхні незамкненого контуру з криволінійною твірною і прямолінійною напрямною фрезерують на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах фасонними фрезами відповідного профілю (рис. 6.5, т). Застосування фасонних фрез є ефективним за умови обробки вузьких та довгих фасонних поверхонь. В інших випадках застосовують набори фасонних фрез.

Фрезерування циліндричних зубчастих коліс виконується на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах.

Методом копіювання зубчасті колеса нарізають дисковою модульною фрезою на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах (рис. 6.6, а) і пальцевою фрезою на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 6.6, б) послідовно кожен впадину вінця зубчастого колеса (з використанням ділильної головки).

Методом обкатки (рис. 6.7а, б) зубчасті колеса нарізають на зубофрезерних, зубодовбальних і зубостругальних верстатах (рис. 6.8, 6.9, 6.10).

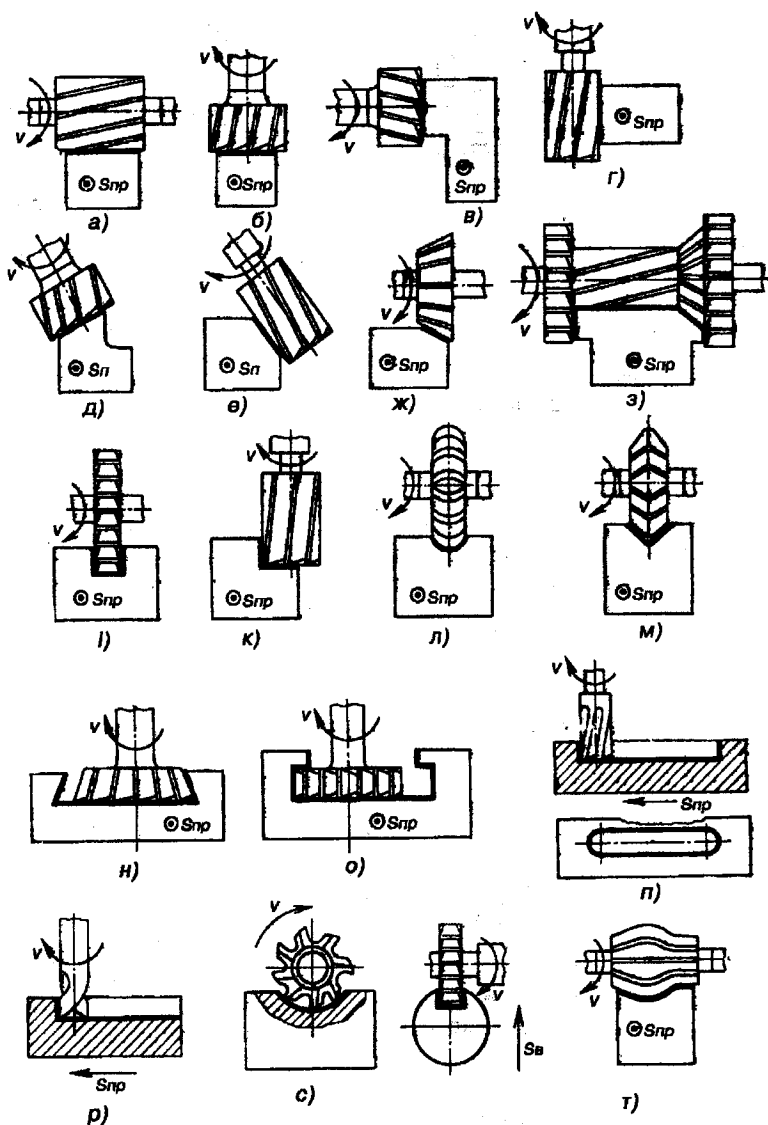


Рис. 6.5 Схеми обробки поверхнь заготовок на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах

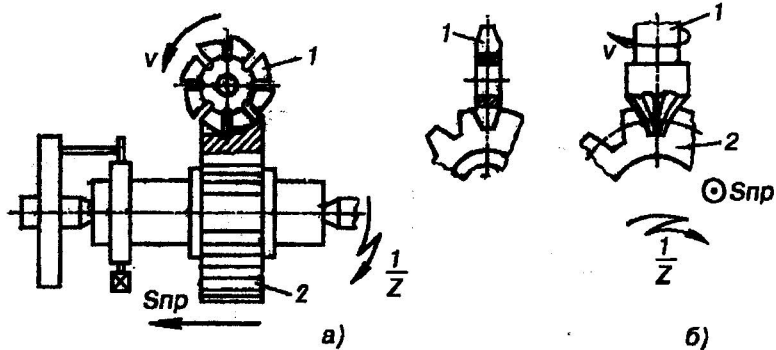


Рис. 6.6. Схеми фрезерування зубців за методом копіювання:
2 – колесо, що обробляється; 1 – фреза

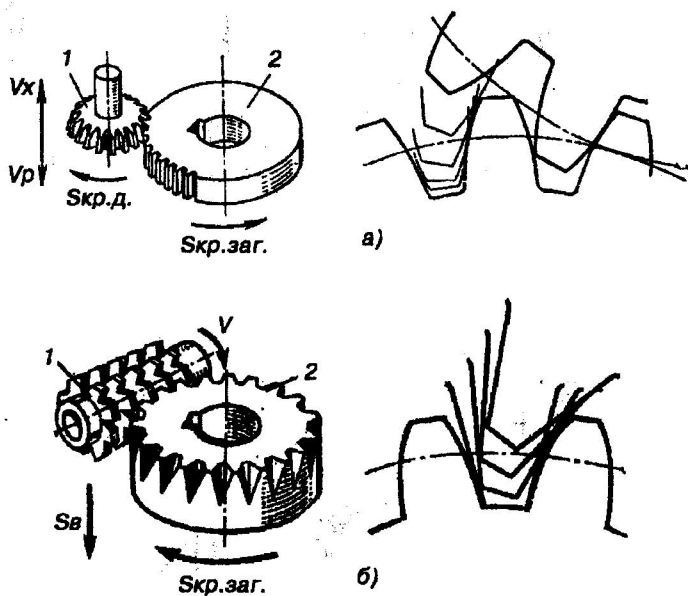


Рис. 6.7. Схема формоутворення зубців циліндричного
зубчастого колеса:
а – довбачом: 1- довбач, 2- нарізуване колесо;
б- черв'ячною модульною фрезою: 1- черв'ячна
модульна фреза; 2- нарізуване колесо

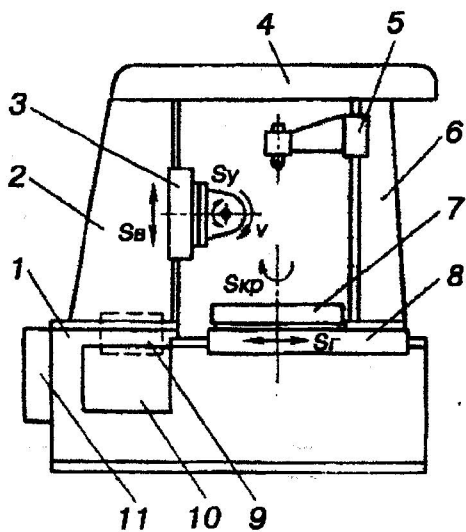


Рис. 6.8 Загальний вигляд зубофрезерного верстата

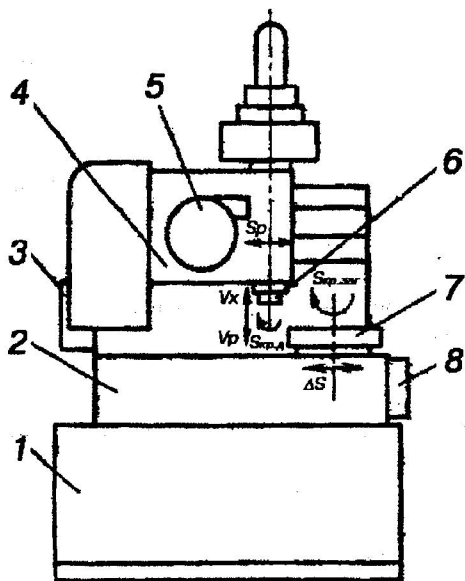


Рис. 6.9 Загальний вигляд зубодовбального верстата

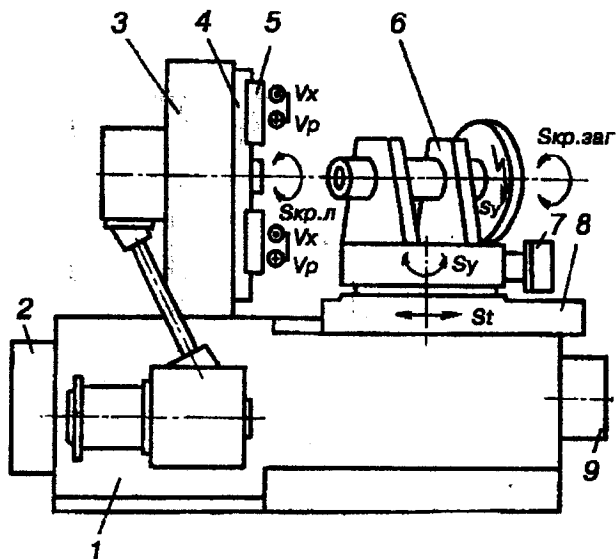


Рис. 6.10. Загальний вигляд зубостругального верстата

Зміст роботи

1. Ознайомитися з конструкцією вертикально-фрезерного верстата, його основними вузлами, принципом роботи.
2. Ознайомитися з основними типами фрез, способом їх закріплення на даному верстаті.
3. Ознайомитися з пристроями, що використовуються для закріплення заготовок деталей машин при їх обробці на вертикально-фрезерному верстаті, вивчити їх конструкцію та спосіб установлення і закріплення на даному верстаті.
4. Ознайомитися з допоміжним інструментом, що використовується при виконанні операцій механічної обробки на вертикально-фрезерному верстаті.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Вертикально-фрезерний верстат.
2. Набір фрез.
3. Набір пристроїв.
4. Набір допоміжного інструмента.
5. Оброблювані заготовки деталей.

Порядок виконання роботи

1. Пройти інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.
2. Вивчити конструкцію вертикально-фрезерного верстата, його склад, основні вузли, принцип роботи.
3. Одержати набір фрез. Визначити, які технологічні переходи можуть бути виконані за допомогою даного інструмента на вертикально-фрезерному верстаті.
4. Ознайомитися з конструкцією пристроїв, що використовуються для закріплення заготовок деталей при обробці на вертикально-фрезерному верстаті. Вивчити спосіб установлення і закріплення заготовок деталей машин в даних пристроях, а також самого пристрою на верстаті.
5. Одержати набір допоміжного інструмента. Визначити, які допоміжні операції виконуються за допомогою даного інструмента.
6. Налаштувати верстат на роботу.
7. Виконати обробку поверхонь деталей.
8. Зобразити ескізи обробки поверхонь деталі і вказати режими різання.
9. Оформити звіт з висновками по роботі.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Відомості про верстат (найменування, модель, основні параметри (висота, ширина і довжина, потужність привода головного руху)).
3. Схема вертикально-фрезерного верстата.
4. Відомості про різальний інструмент.
5. Відомості про пристрої.
6. Відомості про допоміжний інструмент.
7. Спосіб установлення та закріплення різального інструмента, пристрою на верстаті.
8. Зведені таблиці виконуваних операцій механічної обробки деталі на вертикально-фрезерному верстаті і параметрів, режими обробки (згідно з табл. 4.1 і 4.2).
9. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Призначення вертикально-фрезерного верстата.
2. Характеристика методів обробки (технологічних операцій) заготовок деталей машин за допомогою фрезерування.
3. Конструкція вертикально-фрезерного верстата, його основні вузли та їх призначення.
4. Принцип роботи вертикально-фрезерного верстата.
5. Типи фрез, що використовуються для механічної обробки заготовок деталей машин на вертикально-фрезерному верстаті.

6. Спосіб кріплення різального інструмента на вертикально-фрезерному верстаті.
7. Допоміжний інструмент, що використовується при виконанні операцій фрезерування на вертикально-фрезерному верстаті.
8. Пристрої, що використовуються для виконання операцій механічної обробки на вертикально-фрезерному верстаті.
9. Види робіт, що виконуються на вертикально-фрезерному верстаті.
10. Характеристика точності операцій механічної обробки, що виконуються на вертикально-фрезерному верстаті.

Література

1. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1993-414с.
2. Технология конструкционных материалов: Учебник / Г.А. Сологуб, Н.А. Рожнецкий и др. – К.: Высшая школа, 1991-391с.
3. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1976-534с.
4. Технология конструкционных материалов Лабораторные работы / И.В. Волчок, В.Н. Плескач, П.А. Аверченко и др. – К.: Высшая школа, 1990-152с.
5. Кожевникова Т.И., Фельдштейн Е.Э. Лабораторные работы по резанию металлов. – Минск: Высшая школа, 1985-176с.
6. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту. М.: Машиностроение, 1990-448с.

Тема: «Нормування операцій механічної обробки деталей машин»

Технічна норма часу на обробку заготовки є одним із основних параметрів для розрахунку вартості деталі, кількості виробничого обладнання, робітників і їх заробітної плати, планування виробництва.

Технічну норму часу визначають на основі технічних можливостей технологічного оснащення, різального інструмента, верстатного обладнання та умов організації робочого місця.

Норма часу є одним із основних факторів для оцінки досконалості технологічного процесу і вибору найбільш прогресивного варіанта обробки заготовки.

В машинобудівному виробництві при обробці деталей на металорізальних верстатах визначається норма часу на окремі операції (комплекс операцій) в хвилинах або норма виробітку деталей (виробів) в штуках в одиницю часу (година, зміна).

Технічна норма часу, що визначає витрати на механічну обробку (складання чи інші роботи), є основою для оплати роботи, калькуляції собівартості деталі і виробу.

Для розрахунку загальної норми часу на механічну обробку однієї деталі визначається норма штучного або штучно-калькуляційного часу виконання кожної операції технологічного процесу.

Норма штучного часу на операцію розраховується згідно з формулою, хв:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{відп}, \quad (1)$$

де T_o - основний (технологічний) час, хв;

T_d - допоміжний час, хв;

$T_{обс}$ - час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця, хв;

$T_{відп}$ - час на відпочинок і особисті потреби робітника, хв.

Основний час буде машинно-автоматичним, якщо процес обробки здійснюється лише верстатом без безпосередньої участі робітника; він буде машинно-ручним, якщо процес видалення стружки на верстаті здійснюється при безпосередній участі робітника в управлінні переміщенням інструмента чи деталі.

Допоміжний час може бути ручним, машинним або машинно-ручним (наприклад, автоматичне переміщення супорта верстата, установлення і зняття оброблюваної деталі за допомогою підйомно-транспортних пристроїв і т.п.). Сума основного (технологічного) і допоміжного часу складає оперативний час, хв:

$$T_{оп} = T_o + T_d \quad (2)$$

Основний час визначається шляхом теоретичного розрахунку за формулою, хв:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n_{\text{шп}}} = \frac{l_{\text{обр}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}}{S \cdot n_{\text{шп}}} \cdot i, \quad (3)$$

де L - розрахункова довжина обробки в напрямку подачі, що дорівнює сумі, мм:

$$L = l_{\text{обр}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (4)$$

$l_{\text{обр}}$ - довжина оброблюваної поверхні, мм;

Довжина оброблюваної поверхні $l_{\text{обр}}$ визначається за кресленням оброблюваної деталі.

$l_{\text{вр}}$ - довжина врізання інструмента, мм;

Довжина врізання інструмента визначається за формулами в залежності від виду обробки [1, с.609-619, табл. 1], або згідно з таблицями нормативів, що складені на основі формул [1, с.620-625, табл. 2-12], [5].

$l_{\text{пер}}$ - довжина перебігу інструмента, мм;

Довжина перебігу $l_{\text{пер}}$ визначається згідно з практичними даними в межах 1 ... 5 мм [1, с.620-625, табл. 2-12].

$n_{\text{шп}}$ - частота обертання шпинделя для верстатів з обертальним рухом або кількість подвійних ходів за хвилину для верстатів з прямолінійним рухом;

S - подача за один оберт або один подвійний хід головного руху (руху різання), мм/об;

n і S визначаються за [5, 7, 8 і 9] і коригуються за паспортними даними верстата;

i - кількість проходів.

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$ визначається за нормативами [5, 10, 11] і містить:

- час на установлення і зняття деталі;
- час, пов'язаний з переходом;
- час на змінювання режимів роботи верстата і на зміну інструмента;
- час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні.

В тому випадку, коли час на установлення і зняття деталі перекидається основним (технологічним або машинним) часом частково чи повністю, то значення часу з відповідними змінами включається в загальну норму часу або зовсім виключається з неї.

Час технічного і організаційного обслуговування $T_{\text{обст}}$ і час на відпочинок і особисті потреби робітника $T_{\text{воп}}$ приймається у відсотках від оперативного часу $T_{\text{оп}}$: $a_{\text{тобст}}$, $a_{\text{орг}}$, $a_{\text{воп}}$ - коефіцієнти, що визначають

відповідно час технічного, організаційного обслуговування і час на відпочинок та особисті потреби робітника у відсотках.

$a_{\text{тобс}}$ приймають 1 ... 3,5 % від $T_{\text{оп}}$;

$a_{\text{орг}}$ - 0,8 ... 2,5 % від $T_{\text{оп}}$ (для шліфувальних верстатів - 3,5 ... 7 % від $T_{\text{оп}}$);

$a_{\text{воп}}$ - 4 ... 6 % від $T_{\text{оп}}$ (при одиничному, серійному виробництвах),

$a_{\text{воп}}$ - 5 ... 8 % від $T_{\text{оп}}$ (при великосерійному і масовому виробництвах).

В серійному виробництві оперують сумарним показником: $a_{\text{обс}} = a_{\text{тобс}} + a_{\text{орг}}$, який приймають в кількості 2...4 % від $T_{\text{оп}}$. Крім перерахованих елементів часу при серійному та одиничному виробництвах в норму часу виконання операції включається підготовчо-заключний час $T_{\text{п.з.}}$.

$T_{\text{п.з.}}$ витрачається на ознайомлення з кресленням, налагодження обладнання і пристроїв, одержання їх зі складу і здачу після закінчення роботи. $T_{\text{п.з.}}$ призначається за нормативами [5, 10, 11].

З врахуванням $T_{\text{п.з.}}$ час на виконання операції називається штучно-калькуляційним і визначається за залежністю:

$$T_{\text{ш.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (5)$$

де $T_{\text{шт}}$ - штучний час, хв., визначається за формулою (1);

$T_{\text{п.з.}}$ - підготовчо-заключний час, хв.;

n - кількість деталей в партії, штук.

Кількість деталей в партії визначається за формулою, шт:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (6)$$

де N - річна програма випуску деталей, штук;

t - кількість днів запасу деталей на складі ($t = 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 6; 12; 18$ і 24 днів)

Більші значення t з наведеного діапазону приймають за умов одиничного і дрібносерійного виробництв, менші - великосерійного і масового виробництва.

Φ - кількість робочих днів за рік.

Лабораторна робота № 1

Нормування токарної операції

Мета роботи: оволодіти методикою розрахункового і експериментального визначення норми часу на виконання токарної операції.

Порядок виконання роботи

1. Одержати вхідні дані: креслення оброблюваної деталі, режими різання.
2. Записати відомості про верстат, що використовується для обробки деталі, різальний інструмент.
3. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу на виконання токарної операції шляхом поелементного нормування:
 - основний час T_0 - за формулою (3), величини врізання і перебігу інструмента - за табл. 3.3;
 - допоміжний час T_d , що містить: t_1 - час на установлення і зняття деталі (табл. 1.2); t_2 - час, пов'язаний з переходом (табл. 1.3); t_3 - час на змінування режимів роботи верстата і на зміну інструменту (табл. 1.4); t_4 - час на контрольні вимірювання (табл. 1.7, 1.8):

$$T_d = (t_1 + \Sigma t_2 + \Sigma t_3 + \Sigma t_4) \cdot K_{цз} \quad (1.1)$$

де $K_{цз}$ - поправковий коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії (табл. 1.9);

- час на обслуговування $T_{обс}$ (табл. 1.5);
 - час на відпочинок і особисті потреби робітника $T_{відп}$ (табл. 1.5);
 - підготовчо-заключний час $T_{п.з.}$ (табл. 1.6).
4. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу експериментальним шляхом (виконати хронометраж операції).
 5. Заповнити таблицю 1.1 даних розрахунку і хронометражу норм часу на виконання токарної операції.
 6. Порівняти одержані дані і зробити висновки.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Токарно-гвинторізний верстат мод. 1К625.
2. Набір різців.
3. Штангенциркуль ШЦ I - 125 - 0,1 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.
6. Секундомір.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Короткі відомості про верстат: найменування, модель, висота центрів, відстань між центрами, потужність привода.
3. Ескіз оброблюваної деталі з наведеними даними про матеріал деталі.
4. Відомості про різальний інструмент: назва, матеріал, геометричні параметри.
5. Дані про прийняті режими різання.
6. Поелементний розрахунок норми часу на виконання токарної операції.
7. Дані поелементного хронометражу на виконання операції.
8. Заповнена таблиця 1.1.
9. Висновки по роботі.

Таблиця 1.1

Результати розрахунку та експериментального визначення норми часу на операцію

Зміст операції	T _{ос} , хв		T _{дб} , хв		T _{осс} , хв		T _{вдш} , хв		T _{пз} , хв		T _{пк} , хв	
	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж	Роз-ра-ху-нок	Хро-но-мет-раж
				t _{контр}								
				t _{пер}								
				t _{уст}								
				t _{контр}								
				t _{пер}								
				t _{уст}								

Таблиця 1.2

Допоміжний час на установлення і зняття деталі при токарних роботах

Допоміжний час на установлення і зняття деталі									
Установлення в самоцентрувальному патроні									
№ позиції	Спосіб установлення деталі		Маса деталі, кг, до						
			0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12	
			Час, хв						
1	В патроні з пневматичним затиском	Без вивірення	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30	
2		З вивіренням на биття (крейдою)	0,25	0,35	0,40	0,47	0,55	0,65	
Установлення в центрах									
№ позиції	Спосіб установлення деталі	Спосіб підведення пінолі задньої бабки	Маса деталі, кг, до						
			0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12	
			Час, хв						
3	З надяганням хомутика	Поворотом маховичка	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46	0,55	
4	В центрах з самозатискним хомутиком	За допомогою пневматичного пристрою	-	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37	
Установлення в центровій оправці									
5	При вільному встановленні деталі	За допомогою пневматичного пристрою	-	0,23	0,27	0,34	0,41	0,50	

Примітка: При переустановленні деталі застосовувати коефіцієнт 0,8.

Таблиця 1.3

Допоміжний час, пов'язаний з переходом при токарних роботах

Допоміжний час, пов'язаний з переходом Токарно-гвинторізнi верстати									
	Характер обробки. Спосiб установлення iнструмента на стружку			Роз- мiр, що вимi- рю- ється	Обробка на операцiї				
					одним iнструментом		декiлькама iнструментами		
					Найбiльший встановленого над станиною, мм до		дiаметр виробу до		
					300	400	300	400	
1	Рiзцем, встановленим на розмiр (чорновий або чистовий прохiд при одноперехiдних операцiях)			25	0,08	0,11	-	-	
2				100	0,09	0,12	-	-	
3				> 100	0,10	0,13	-	-	
4	3 установкою рiзця по лiмбу або упору (чорновий або чистовий прохiд)			25	0,13	0,17	0,16	0,21	
5				100	0,14	0,19	0,17	0,23	
6				> 100	0,16	0,21	0,19	0,25	
7	3 попереднiм промiрюванням (чорновий прохiд)			25	0,27	0,3	0,30	0,36	
8				100	0,33	0,36	0,38	0,42	
9	Поздо- вжнє точiння i розто- чування	3 взяттям пробних стружок (чистовий прохiд)	Ква- лiтет точ- ностi	9	25	0,24	0,29	0,27	0,33
10				10	100	0,35	0,43	0,38	0,47
11				8	25	0,38	0,43	0,41	0,47
12					100	0,60	0,70	0,65	0,75
13	По- перечне точiння	3 установленням рiзця по лiмбу або по упору (чорновий або чистовий прохiд грубiше 0,3 мм)		-	0,17	0,23	0,27	0,3	
14		3 попереднiм промiром (чорновий прохiд)		100	0,31	0,35	0,38	0,34	
15				300	0,43	0,49	0,55	0,46	
16		Iз взяттям пробних стружок (чистовий прохiд грубiше 0,3 мм)		100	0,27	0,33	0,37	0,30	
17				300	0,50	0,60	0,65	0,55	

Таблиця 1.4

Допоміжний час, пов'язаний з переходом при токарних роботах

Допоміжний час, пов'язаний з переходом на прийоми, що не ввійшли в комплекси					
№ позиції	Найменування прийомів			Найбільший діаметр виробу, встановлений над станиною, мм до	
				300	400
	Час, хв				
1	Змінювання частоти обертання шпинделя			0,07	0,08
2	Змінювання величини або напрямку подачі			0,06	0,07
3	Зміна різця поворотом різцевої головки			0,07	0,07
4	Встановити і зняти інструмент	Різець	Прохідний, підрізний розточний	0,5	0,6
5			Різевий, відрізний, фасонний	0,6	0,8
6		Свердло, зенкер, розвертка	0,1	0,12	

Таблиця 1.5

Час на обслуговування робочого місця і перерви на відпочинок та особисті потреби при токарних роботах

Час	Найбільший діаметр виробу, встановлений над станиною, мм до	
	300	400
Час на обслуговування робочого місця (в % від оперативного часу)	3,5	4,0
Час перерви на відпочинок та особисті потреби (в % від оперативного часу)	4,0	4,0

Таблиця 1.6

Підготовчо-заключний час при токарних роботах

Підготовчо-заключний час на партію			
А. На налагодження верстата, інструмента та пристроїв			
Спосіб устанавлення	Кількість різальних інструментів в наладці до	Найбільший діаметр виробу, встановленого над станиною, мм до	
		300	400
		Час, хв	
В універсальному пристрої (патрон, центри, оправка)	2	14	16
	4	17	20
	6	22	26
Б. На додаткові прийоми			
Встановити і зняти копір чи конусну лінійку		4	4
Встановити і зняти люнет з регулюванням кулачків		3	4
В. На одержання інструмента і пристроїв і здачу їх після закінчення обробки			
Одержання інструмента і пристроїв вико- навцем роботи до початку і здача їх після закінчення обробки партії деталей		7 ... 10	

Таблиця 1.7

Періодичність контрольних вимірювань деталей на операцію

Види оброблюваних поверхонь	Характер обробки	Точність вимірювання	Розмір, що вимірюється, мм до	Спосіб досягнення розмірів Обробки		
				Забезпечується конструктивними розмірами інструмента	Робота інструментом, встановленим на розмір	Робота з пробними стружками або по лімбу
Циліндричні	Точіння, розточування, розвертання, зовнішнє шліфування і внутрішнє протягування	9-10 квалітети	50	0,3	0,4	0,8
			200	0,4	0,5	0,9
		7-8 квалітети	50	0,4	0,5	1,0
			200	0,5	0,6	1,0
Плосцини	Шліфування	0,01 мм 0,05 мм 0,1 мм	200	-	-	1,0
			50	-	-	0,8
			200	-	-	0,9
			50	-	-	0,7
			200	-	-	0,8
	Фрезерування, стругання	0,1 мм 0,2 мм	50	-	0,3	0,8
			200	-	0,4	0,9
	0,2 мм	50	-	0,2	0,7	
		200	-	0,3	0,8	

Таблиця 1.8

Допоміжний час на контрольні вимірювання

№ по- зиції	Вимірюва- льний інструмент	Точність вимірю- вання	Розмір, що вимірює- ться мм, до	Довжина поверхні, що вимірюється, мм			
				50	100	200	500
				Час, хв			
1	Штанген- циркуль	0,1	50	0,10	0,13	0,16	0,21
2			100	0,13	0,16	0,19	0,24
3			200	0,16	0,17	0,21	0,25
4	Скоба одно- стороння гранична	9-10 квалітети	50	0,05	0,06	0,08	0,10
5			100	0,07	0,08	0,10	0,11
6		7-8 квалітети	50	0,09	0,10	0,13	0,16
7	100		0,12	0,13	0,16	0,19	
8	Калібр - пробка гладка дво- стороння	9-10 квалітети	25	0,07	0,09	0,13	-
9			50	0,09	0,11	0,15	-
10		7-8 квалітети	25	0,11 0,13	0,14	0,20	-
11	50		0,16		0,22	-	
№ по- зи- цій	Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Розмір, що вимірю- ється, мм, до				
			100	300	500		
12	Лінійка масштабна Шаблон або скоба лінійка одностороння	0,2 ... 0,5	0,07	0,08	0,10		
13			0,07	0,09	0,11		
			0,10	0,13	0,16		

Таблиця 1.9

Поправковий коефіцієнт на допоміжний час

Середні значення поправкових коефіцієнтів K_{cd} на допоміжний час в залежності від розміру партії оброблюваних деталей									
Оперативний час, хв	Кількість деталей в партії, шт								
	16	25	40	63	100	160	250	400	630
	Коефіцієнт								
1	-	-	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81
4	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	-
8	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	-	-
30 і більше	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	-	-	-

Лабораторна робота №2

Нормування свердлильної операції

Мета роботи: оволодіти методикою розрахункового і експериментального визначення норми часу на виконання свердлильної операції.

Порядок виконання роботи:

1. Одержати вхідні дані: креслення оброблюваної деталі, режими різання.
2. Записати відомості про верстат, що використовується для обробки деталі, різальний інструмент.
3. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу на виконання свердлильної операції шляхом поелементного нормування:
 - основний час T_0 - за формулою (3), величини врізання і перебігу інструмента – за табл. 3.3;
 - допоміжний час T_d , що містить t_1 - час на установку і зняття деталі (табл. 2.1, 2.2); t_2 - час, пов'язаний з переходом (табл. 2.3); t_3 - час на зміну режимів роботи верстата і на зміну інструмента (табл.2.4,2.5); t_4 - час на контрольні вимірювання (табл. 1.7, 1.8). T_d визначається за формулою (7), $K_{ш}$ за табл. 9;
 - час на обслуговування $T_{обс}$ (табл. 2.6);
 - час на відпочинок і особисті потреби робітника $T_{відп}$ (табл. 2.6);
 - підготовчо-заклучний час $T_{пз}$ (табл. 2.6).
4. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу експериментальним шляхом (виконати хронометраж операції).
5. Заповнити таблицю 1.1 даних розрахунку і хронометражу норм часу на виконання свердлильної операції.
6. Порівняти одержані дані і зробити висновки.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н125.
2. Набір свердл.
3. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.
5. Секундомір.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Короткі теоретичні відомості про верстат: найменування, модель, найбільший діаметр отвору, який можна просвердлити, потужність.
3. Ескіз оброблюваної деталі з наведеними даними про матеріал деталі.
4. Відомості про різальний інструмент: назва, матеріал різальної частини, геометричні параметри.
5. Дані про прийняті режими різання.
6. Поелементний розрахунок норми часу на виконання свердлильної операції.
7. Дані поелементного хронометражу на виконання операції.
8. Заповнена таблиця 1.1.
9. Висновки по роботі.

Таблиця 2.1

Допоміжний час на установлення і зняття деталі при свердильних роботах

№ позиції	Спосіб установлення деталі	Стан установлювальної поверхні	Характер вивірення	Кількість одночасно встановлюваних деталей	Маса деталі, кг до					
					1	3	5	8	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Без закріплення	-	-	1	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	
2	На столі Із закріпленням одним болтом і планкою	Оброблена або необроблена, з прокату	Без вивірення	1	0,40	0,45	0,50	0,55	0,50	
3	В самоцентруючому патроні з закріпленням ключем	-	Без вивірення	-	-	0,35	0,40	0,47	0,55	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	В пристрої з накладною кришкою (з рукояткою ексцентрикового затиску)	-	-	-	0,16	0,19	0,25	0,28	0,35
5	В лещатах з гвинтовим затиском	Оброблена або необроблена з прокату	Без вивірення	1	0,23	0,27	0,29	0,32	0,36
6				2	0,29	0,35	0,40	0,46	0,55
7	В лещатах з гвинтовим затиском	Необроблена (вливков)	Без вивірення з вивіренням рейсмусом	1	0,28	0,32	0,34	0,37	0,41
8				1	0,7	0,8	0,85	0,95	1,05

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	В лещатах з гвинтовим затиском	Оброблена або необроблена з прокату	Без вивірення	1	0,13	0,17	0,19	0,22	0,26
10				2	0,19	0,25	0,30	0,36	0,45
11		Необроблена (випивок)	Без вивірення	1	0,18	0,22	0,24	0,27	0,31
12				3	0,60	0,70	0,75	0,85	0,95
13	При встановленні деталей понад вказану кількість на кожну наступну деталь додавати			-	0,08	0,11	0,14	-	-

Таблиця 2.2

Допоміжний час на установлення в спеціальних пристроях вручну і зняття деталі при свердильних роботах

№ позиції	Установлювальні елементи пристрою					
	Спосіб закріплення		Площина призми			
			Маса деталі, кг до			
	1	3	8	12		
1	Без кріплення		0,09	0,11	0,15	0,18
2	Рукояткою пневматичного чи гідравлічного затиску		0,13	0,15	0,19	0,22
3	Рукояткою ексцентрикового чи роликowego затиску		0,13	0,15	0,20	0,23
4	Додавати на кожний затискач кількістю понад один		0,03	0,03	0,04	0,24
5	Накидною кришкою з ексцентриковим затиском		0,16	0,19	0,25	0,28
6	При установленні в багатомісному пристрої на кожен наступну деталь додавати		0,06	0,08	0,12	0,15
Очищення пристрою від стружки						
№ позиції	Прийоми		Розмір очищуваної поверхні			
			100x100	200x300	300x400	
	Час, хв					
7	Очищення пристрою від стружки	Стиснення повітрям	0,05	0,07	0,08	
8		Щіткою	0,07	0,08	0,09	

Примітка. При роботі з накладним кондуктором час на установлення кондуктора приймати рівним часу на установлення деталі у відповідності зі способом базування і закріплення та додавати до часу на установлення і зняття деталі.

Таблиця 2.3

Допоміжний час, пов'язаний з переходом при свердильних роботах

Допоміжний час, пов'язаний з переходом			Вертикально- і радіально-свердильні						
№ позиції	Харак-тер обробки	Вид пода- чі	Група верстатів						
			I			II			
			Найбільший діаметр отвору, що свердлиться, мм до						
			35			50			
			Довжина горизонтального переміщення інструмента для обробки наступного отвору, мм до						
			0	200	500	0	200	500	1000
			Час, хв						
1	Сверд- ління по розмітці	Ме- ха- нічна	0,10	0,12	0,15	0,11	0,14	0,17	0,20
2		Ручна	0,07	0,09	0,12	0,08	0,13	0,14	0,17
3	Свердлі- ня по кон- дуктору,	Ме- ха- нічна	0,07	0,10	0,13	0,09	0,12	0,15	0,18
4	розсвер- длюван- ня, зенкеру- вання, розвертан ня	Ручна	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
5	Зенку- вання, цекуван- ня верхньої площини	Ручна	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
6	Нарізу- вання різі	-	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15

Таблиця 2.4

Допоміжний час, пов'язаний з переходом при свердильних роботах

Допоміжний час, пов'язаний з переходом на прийоми, що не ввійшли в комплекс			Вертикально- і радіально-свердильні верстати			
№ позиції	Найменування прийомів					Час, хв
1	Увімкнути чи вимкнути обертання шпинделя	Кнопкою	Група верстатів	-		0,02
2		За допомогою важеля		1 ... 11		0,02
3	Змінити частоту обертання шпинделя або подачу					0,08
4	Установити і зняти інструмент	В швидко-змінному патроні	Без вимикання обертання шпинделя	Діаметр інструмента, мм до	15	0,05
5					25	0,06
6		В кулачковому патроні				0,17
7		В конусі морзе №			2	0,12
8					3	0,15
9		В державці	Для зенковки, цековки чи підрізного ножа			0,24
10	Для мітчика			0,08		
11	Поставити і зняти кондукторну втулку при внутрішньому діаметрі втулки до 20 мм					0,07

Таблиця 2.5

Допоміжний час на виведення свердла

№ позиції	Час на виведення свердла при свердлінні для очищення від стружки		Вертикально і радіально-свердлильні верстати			
	Оброблюваний матеріал	Діаметр свердла, мм до	Довжина свердління в діаметрах свердла			
			3D _c	4D _c	6D _c	8D _c
			Час, хв			
1	Сталі вуглецеві в'язкі, сталі жароміцні	10	-	0,05	0,07	0,11
2		20	-	0,07	0,14	0,24
3	Сталі конструкційні, латунь, алюміній	10	-	0,04	0,06	0,10
4		20	-	0,07	0,13	0,20
5	Чавун, бронза	3...10	-	0,03	0,05	0,07
6		20	-	0,07	0,11	0,16

Примітка: Час на виведення свердла для очищення від стружки розрахований для роботи свердлом до 10 мм з ручною подачею і свердлами більше 10 мм з механічною подачею.

Таблиця 2.6

Час на обслуговування робочого місця, перерви на відпочинок і особисті потреби та підготовчо-заклучний при свердильних роботах

Час на обслуговування робочого місця, час перерв на відпочинок і особисті потреби та підготовчо-заклучний час		Вертикально- і радіально-свердильні верстати (серійне виробництво)			
I. Час на обслуговування робочого місця					
Група верстатів		I	II	III	
Найбільший діаметр отвору, що просвердлюється, мм до		12	25	50	
Час (в % від оперативного часу)		3,5	4,0	4,0	
II. Час перерви на відпочинок та особисті потреби					
Характер подачі – механічна		4%			
III. Підготовчо-заклучний час на партію					
A. На налагодження верстата, інструмента, пристроїв					
№ позиції	Спосіб установлення деталі		Кількість різальних інструментів в налазці	Група верстатів	
				I	II
				Найбільший діаметр отвору, що свердлиться, мм до	
				12	15
		Час, хв			
1	В універсальному пристрої		3	10	11
2			6	11	13
3	В кондукторі при установленні кондуктора	Вручну	3	11	13
4			6	12	15
B. На додаткові прийоми					
5	Встановити і зняти багатшпindelну головку			20	25
6	Установити і зняти додатковий стіл			2	2
B. На одержання інструмента і пристроїв до початку і здача їх після закінчення обробки					
7	Одержання інструмента і пристроїв виконавцем роботи до початку і здача їх після закінчення обробки партії деталей				5...7

Лабораторна робота №3

Нормування фрезерної операції

Мета роботи: оволодіння методикою розрахункового і експериментального визначення норми часу на виконання фрезерної операції

Порядок виконання роботи

1. Одержати вхідні дані: креслення оброблюваної деталі, режими різання.
2. Записати відомості про верстат, що використовується для обробки деталі, різальний інструмент.
3. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу на виконання фрезерної операції шляхом поелементного нормування:
 - основний час T_0 - за формулою (4), величини врізання і перебігу інструмента - за табл. 3.4;
 - допоміжний час T_d , що містить: t_1 - час на установлення і зняття деталі (табл. 2.1, 2.2); t_2 - час, пов'язаний з переходом (табл. 3.1); t_3 - час на зміювання режимів роботи верстата і на зміну інструменту (табл. 3.1); t_4 - час на контрольні вимірювання (табл. 1.7, 1.8). При фрезеруванні площин інструментом, встановленим на розмір з точністю до 0,1 мм і вимірюваному розмірі до 50 мм, поправковий коефіцієнт на час t_4 дорівнює 0,3;
 - T_d визначається за формулою (7), $K_{тд}$ - табл. 1.9;
 - час на обслуговування $T_{обс}$ (табл. 3.2);
 - час на відпочинок і особисті потреби робітника $T_{відп}$ (табл. 3.2);
 - підготовчо-заклучний час $T_{п.з}$ (табл. 3.2).
4. Визначити норму штучного (штучно-калькуляційного) часу експериментальним шляхом (виконати хронометраж операції).
5. Заповнити таблицю 1.1 даних розрахунку і хронометражу норм часу на виконання фрезерної операції.
7. Порівняти одержані дані і зробити висновки.

Устаткування та обладнання, що необхідні для виконання роботи

1. Вертикально-фрезерний верстат.
2. Набір фрез.
3. Штангенциркуль ШЦ - I - 125 - 0,1 ГОСТ 166-80.

4. Заготовка.
5. Секундомір.

Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Короткі відомості про верстат: найменування, модель, розміри стола, потужність.
3. Ескіз оброблюваної деталі з наведеними даними про матеріал деталі.
4. Відомості про різальний інструмент: назва, матеріал, геометричні параметри.
5. Дані про прийняті режими різання.
6. Поелементний розрахунок норми часу на виконання токарної операції.
7. Дані поелементного хронометражу на виконання операції.
8. Заповнена таблиця 1.1.
9. Висновки по роботі.

Таблиця 3.1

Допоміжний час при виконанні фрезерних робіт

Допоміжний час								
Горизонтально-, вертикально- і універсально-фрезерувальні верстати								
№ позиції	Характер обробки, спосіб установаження інструмента на стружку					Група верстатів		
	Час, пов'язаний з переходом					I	II	
						Довжина стола, мм до		
	750		1250					
	Час на прохід, хв							
1	Фрезерування площин, фасонних поверхонь і пазів		Фрезою, встановленою на розмір			0,14	0,18	
2			3 установленням фрези	По лімбу		0,24	0,30	
3				По розмітці				0,47
4	Фрезерування площин, фасонних поверхонь і пазів		Із видаленням однієї стружки	Універсальні інструменти	Розмір, що вимірюється, мм	≤ 100	0,55	0,65
5						≤ 100	0,47	0,55
Час на прийоми, що пов'язані з переходом, які не ввійшли в комплекс								
6	Змінити частоту обертання					0,06	0,07	
7	Змінити величину або напрямок подачі					0,06	0,07	
8	Повернути ділильну головку чи ділильний пристрій на одну позицію					0,04	0,04	
9	Повернути пристрій з робочої позиції на завантажувальну					-	0,09	
10	Поставити і зняти захисний щиток від стружки			Шарнірний		0,05	0,06	
11				Знімний		0,16	0,18	

Таблиця 3.2

Час обслуговування , перерви на відпочинок і підготовчо-заключний час при фрезерних роботах

Час на обслуговування робочого місця, час перерви на відпочинок та особисті потреби і підготовчо-заключний час					
Горизонтально-, вертикально- і універсально-фрезерувальні верстати					
Час на обслуговування робочого місця					
Група верстатів			I	III	
Довжина стола, мм до			750	1250	
% від оперативного часу			3,0	3,5	
Час перерви на відпочинок та особисті потреби					
% від оперативного часу				4	
Підготовчо-заключний час на налагодження верстата, інструмента і пристроїв					
№ позиції	Спосіб установлення деталі		Кількість встановлених фрез	Група верстатів	
				I	II
				Довжина стола, мм до	
				750	1250
				Час. Хв	
1	В універсальному пристрої (патрон, патрон з центром, центри, болти з планками, лещата)	Без ділильної головки	-	10	11
2			1...2	14	16
3		3 ділильною головкою	-	16	17
4			1...2	20	22
5	В спеціальному пристрої при установленні пристрою	Вручну	-	13	16
6			1...2	17	21
На одержання інструмента і пристроїв до початку і здачу їх після закінчення обробки					
7	Час, хв	7		10	

Таблиця 3.3

Величина врізання і перебігу інструмента при виконанні токарних і свердильних робіт

Величина врізання та перебігу інструмента							
Типи різців	Головний кут різця в плані ф, °	Глибина врізу, t мм					
		1	2	4	6	8	10
		Врізання і перебіг, мм					
Прохідні, підрізні, розточні	45	2	3,5	6	8	11	13
	60	2	2,5	4	5	7	8
	75	2	2,5	3	4	5	6
	90	3 ... 5					
Врізні і прорізні	-	2 ... 5					
Величина врізання і перебігу інструмента для обробки отворів							
Характер обробки			Діаметр інструмента D _c , мм до				
			3	5	10	15	20
			Вріз і перебіг, мм				
Свердління напрохід свердлами з одинарною заточкою			2	2,5	5	6	8
Зенкерування	Напрохід з глибиною різання t, мм	1	-	-	-	3	3
		3	-	-	-	5	5
Розвертання напрохід циліндричних отворів			-	8	9	15	18
Мітчики машинні	Напрохід	Довжина заборної частини 3 ... 6 ниток + 1 ... 2 нитки - калібруючі					
	В упор	(2,5 ... 3)·S					

Таблиця 3.4

Величина врізання та перебігу інструмента при виконанні фрезерних робіт

Величина врізання і перебігу інструмента: фрези циліндричні, дискові, прорізні, фасонні і кінцеві						
Глибина врізання t , мм	Діаметр фрези D , мм до					
	40	50	63	80	100	200
	Врізання і перебіг, мм ($l_{вр} + l_{пер}$)					
6	16	18	21	24	27	38
7	17	19	22	25	29	41
8	18	20	24	27	30	43
9	19	21	25	28	32	46
10	19	2.2	26	29	33	48
50	-	-	-	-	-	91

Примітки: При чистовій обробці з метою забезпечення відповідної шорсткості поверхні при виході фрези величину врізання і перебігу для дискових фрез потрібно приймати вдвічі більшою.

Питання для самоконтролю

1. Що таке норма штучного часу на виконання операції?
2. Що таке норма штучно-калькуляційного часу на виконання операції?
3. Чим відрізняється норма штучного часу від норми штучно-калькуляційного часу на виконання операції?
4. В яких випадках нормується штучний і штучно-калькуляційний час виконання операції?
5. Складові частини норми штучного часу, їх визначення.
6. Складові частини норми штучно-калькуляційного часу, їх визначення.
7. Що таке хронометраж операції?
8. Мета визначення норми штучного (штучно-калькуляційного) часу на виконання операції.

Література

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А.Панова.- М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985.-Т. 1.-656 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985.-Т. 2.-496 с.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Под ред. А.Ф. Горбачевича.- Минск: Высшая школа, 1983. - 288 с.
5. Стародубцева В.С. Сборник задач по техническому нормированию в машиностроении (литейные, кузнечно-штамповочные, станочные, слесарно-сборочные и электросварочные работы). – М.: Машиностроение, 1974.-272с.
6. Мовчин В.Н., Мовчин С.В. Сборник задач по техническому нормированию в механических цехах.- М.: Машиностроение, 1983.- 156 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч I. - М.: Машиностроение, 1974.-416 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч II. - М.: Машиностроение, 1974.-200 с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч III. - М.: НИИтруда, 1978.-360с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. - М.: НИИтруда, 1984.- 469 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением.- М.: НИИтруда, 1980.- 203 с.

ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ НОРМИ ШТУЧНОГО І НОРМИ ПІДГОТОВЧО-ЗАКЛЮЧНОГО ЧАСУ

Приклад № 1. Визначити норму штучного і норму підготовчо-заключного часу на токарну операцію попередньої обробки деталі машини (серійне виробництво).

Вихідні дані

Деталь – стакан. Матеріал – чавун сірий СЧ 15-32, НВ 163 ... 229. Заготовка – виливок. Маса деталі 0,7 кг. Обладнання – токарно-гвинторізний верстат мод. 1К62Б. Пристосування – самоцентруючий пневматичний патрон. Обробка – без охолодження. Партія 200 шт.

Організаційні умови:

1. Одержання і здача інструмента і пристосувань здійснюється самим робітником.
2. Заточування інструмента – централізоване.
3. Планування робочого місця відповідає вимогам наукової організації праці.

Зміст операції

- А. Установити і зняти деталь.

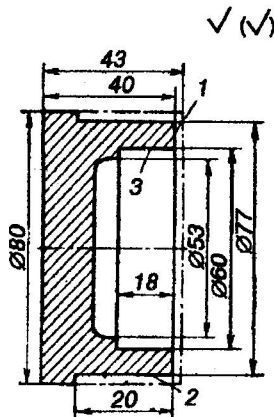


Рис. Д.1. Ескіз обробки деталі “Стакан”

1. Підрізати торець 1.
2. Обточити поверхню 2 на $D=77$ мм, $l=20$ мм.
3. Розточити отвір 3 до $D=60$ мм, $l=18$ мм.

Різальний інструмент – різці перерізом 16x25 мм із пластинками з твердого сплаву ВК6. Різець розточувальний з державкою діаметром 16 мм.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль.

Послідовність розрахунку

1. Проводиться аналіз вихідних даних.

2. Різальний інструмент визначається за [5, табл. 35]. Для чорнової обробки по кірці при безперервному різанні, нормальній жорсткості системи ВПД (верстат – пристосування - інструмент - деталь) в якості інструментального матеріала рекомендується використовувати твердий сплав ВК6.

Геометрія різальної частини інструмента визначається за [5, табл. 36]: при обробці чавуна форма передньої грані – плоска. Головний кут в плані для підрізування, обточування і розточування східчастих поверхонь в упор $\phi=90^0$. При перерізі різця до 30x30 мм радіус при вершині різця $r=1,0$ мм (див. [5, примітку до табл. 40]).

3. Розміри місць обробки і розрахункова довжина обробки визначаються для кожного переходу, виходячи з розмірів деталі за кресленням і припуском (див. ескіз).

Перехід 1

Діаметр оброблюваної поверхні (розмір заготовки) $D=80$ мм.

Довжина оброблюваної поверхні $l=(D-d):2=(80-53):2=13,5$ мм.

Розрахункова довжина обробки $L = l + l_1$.

За [5, табл. 46] визначається величина врізання і перебігу інструмента: при $\phi = 90^0$ - $l_1 = 3 \dots 5$ мм. Приймаємо $l_1 = 4$ мм.

Отже, $L = 13,5 + 4 = 17,5$ мм.

Перехід 2

Діаметр оброблюваної поверхні (до обточування) $D = 80$ мм.

Довжина оброблюваної поверхні $l=20$ мм.

Розрахункова довжина обробки $L=20+4=24$ мм.

Перехід 3

Діаметр оброблюваної поверхні $D=60$ мм (у розрахунок приймається максимальний діаметр – розмір розточеного отвору).

Довжина оброблюваної поверхні $l=18$ мм.

Розрахункова довжина обробки $L=18+4=22$ мм.

4. Глибина різання t визначається за величиною припуску на обробку деталі за кресленням заготовки (див. ескіз).

Перехід 1. $t=3$ мм.

Перехід 2. $t=(D-D_1):2=(80-77):2=1,5$ мм, де D_1 - діаметр деталі після обробки, мм.

Перехід 3. $t=(D - d):2=(60 - 53):2=3,5$ мм, де D – діаметр отвору після обробки, мм; d – діаметр отвору до обробки, мм.

5. Подача s визначається для кожного переходу: для першого і другого згідно з [5 , табл. 39].

Перехід 1. При $t=3$ мм, $D=80$ мм, перерізу різця 16x25, різальній пластинці ВК6 рекомендується подача $s=0,8 \dots 1, 2$ мм/об.

Приймаємо $s=1, 2$ мм/об.

Перехід 2. При $t=1,5$ мм, $D=80$ мм, перерізу різця 16x25, різальній пластинці ВК6 рекомендується подача $s=0,8 \dots 1,2$ мм/об.

Приймаємо $s=1,2$ мм/об.

Перехід 3. При $t=3,5$ мм, діаметру державки різця $d=16$ мм, вильоту різця 80 мм рекомендується подача $s=0,1 \dots 0,18$ мм/об.

Приймаємо $s=0,18$ мм/об.

Далі прийняті значення подач уточнюються відповідно паспортних даних верстата:

Перехід 1. $s=1,2$ мм/об.

Перехід 2. $s=1,2$ мм/об.

Перехід 3. $s=0,18$ мм/об.

6. Швидкість різання v визначається для кожного переходу за [5,табл. 43].

Перехід 1. Поперечне точіння. При НВ 143 ... 229, $t=3$ мм, $s=1,2$ мм/об, $d: D=53:80=0,66$, $\varphi=90^0$ рекомендується швидкість різання $v = 64$ м/хв.

Перехід 2. Поздовжнє обточування. При НВ 143 ... 229, $t=3$ мм, $s=1,2$ мм/об, $\varphi=90^0$ рекомендується $v=63$ м/хв.

Перехід 3. Розточування. При НВ 143 ... 229, $t=3,5$ мм, $s=0,18$ мм/об, $\varphi=90^0$ рекомендується $v=92$ м/хв.

7. Частота обертання (число обертів за хвилину) визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (Д.1)$$

$$\text{Перехід 1. } n = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 80} = 255 \text{ об / хв}$$

$$\text{Перехід 2. } n = \frac{1000 \cdot 63}{3,14 \cdot 80} = 251 \text{ об / хв}$$

$$\text{Перехід 3. } n = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 60} = 488 \text{ об / хв}$$

Частота обертання коригується за паспортними даними верстата:

Перехід 1. $n=250$ об/хв.

Перехід 2. $n=250$ об/хв.

Перехід 3. $n=500$ об/хв.

8. Фактична швидкість різання визначається за формулою:

$$v_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} \quad (Д.2)$$

$$\text{Перехід 1. } v_{\phi} = \frac{250 \cdot 3,14 \cdot 80}{1000} = 62,8 \text{ м / хв}$$

$$\text{Перехід 2. } v_{\phi} = \frac{250 \cdot 3,14 \cdot 80}{1000} = 62,8 \text{ м / хв}$$

$$\text{Перехід 3. } v_{\phi} = \frac{500 \cdot 3,14 \cdot 60}{1000} = 94,2 \text{ м / хв}$$

9. Хвилинна подача $s_{\text{хв}}$ мм/хв визначається за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S \cdot n \quad (\text{Д.3})$$

$$\text{Перехід 1. } S_{\text{хв}} = 1,2 \cdot 250 = 300 \text{ мм/хв}$$

$$\text{Перехід 2. } S_{\text{хв}} = 1,2 \cdot 250 = 300 \text{ мм/хв}$$

$$\text{Перехід 3. } S_{\text{хв}} = 0,18 \cdot 500 = 90 \text{ мм/хв.}$$

10. Кількість проходів i визначається в залежності від припуску на обробку і обраної глибини різання. Обробка всіх поверхонь даної операції проводиться за один прохід.

11. Основний (технологічний) час обробки для кожного переходу визначається за формулою (3):

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i,$$

або

$$T_0 = \frac{L}{s_{\text{хв}}} \cdot i \quad (\text{Д.4})$$

$$\text{Перехід 1. } T_0 = \frac{17,5}{300} \cdot 1 = 0,06 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 2. } T_0 = \frac{24,0}{300} \cdot 1 = 0,08 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 3. } T_0 = \frac{22,0}{90} \cdot 1 = 0,24 \text{ хв}$$

Усього:

$$T_0 = \sum_1^3 T_0 = 0,06 + 0,08 + 0,24 = 0,38 \text{ хв}$$

12. Допоміжний час обробки T_d визначається по [5, табл. 47]. Для кожного переходу визначається допоміжний час по елементах:

а) Допоміжний час на установлення і знімання деталі $t_{\text{уст}}$ визначається за [5, табл. 47, поз. 1]. При установці деталі масою до 1 кг. У самоцентруючому патроні із пневматичним затиском без вивірення $t_{\text{уст}} = 0,13$ хв.

б) Допоміжний час, пов'язаний з переходом, $t_{\text{пер}}$ визначається за [5, табл. 48].

Перехід 1. При поперечному точінні з установленням різця по лімбу (поз. 13) $t_{\text{пер}} = 0,23$ хв.

Перехід 2. При поздовжньому точінні з установленням різця по лімбу вимірваний розмір до 100 мм (поз. 5) $t_{пер}=0,19$ хв.

Перехід 3. Умови ті ж, що при переході 2, $t_{пер}=0,19$ хв.

в) Допоміжний час, пов'язаний з переходом на прийоми, що не ввійшли в комплекси, $t_{пер}$, визначається за [5, табл. 49].

Перехід 1. Після попереднього розточування деталі необхідно змінити частоту обертання 0,08 хв. (поз.1); змінити величину подачі 0,07 хв. (поз.2), повернути різцеву головку 0,07 хв. (поз. 3).

Перехід 2. У даному переході число оборотів і подача залишаються такі ж, як і при переході 1. Необхідно тільки повернути різцеву головку 0,07 хв. (поз. 3).

Перехід 3. Перед розточуванням отвору необхідно змінити частоту обертання 0,08 хв. (поз. 1); змінити величину подачі 0,07 хв. (поз. 2); повернути різцеву головку 0,07 хв. (поз. 3).

Допоміжний час, розрахований по елементах і підсумовується для кожного переходу операції:

Перехід А. $t_{вст}=0,13$ хв.

Перехід 1. $t_{пер} + \sum t'_{пер} = 0,23 + 0,08 + 0,07 + 0,07 = 0,45$ хв.

Перехід 2. $t_{пер} + \sum t'_{пер} = 0,19 + 0,07 = 0,26$ хв.

Перехід 3. $t_{пер} + \sum t'_{пер} = 0,19 + 0,08 + 0,07 + 0,07 = 0,41$ хв.

г) Допоміжний час на контрольні вимірювання $t_{вим}$ установлюється згідно з [5, табл. 53], вимірювання штангенциркулем: поверхні 1 – 0,1 хв. (поз. 1); поверхні 2 – 0,13 хв. (поз. 2); поверхні 3 – 0,13 хв. (поз. 2).

Періодичність контролю визначається за [5, табл. 52]: при установленні різця на розмір по лімбу для розмірів до 200 мм коефіцієнт періодичності дорівнює 0,9.

За таких умов:

$$t_{вим} = (0,1 + 0,13 + 0,13) \cdot 0,9 = 0,32 \text{ хв.}$$

Поправковий коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії визначається за [5, табл. 54]: при розмірі партії $n=200$ шт і величині оперативного часу на одну деталь:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,38 + 1,57 = 1,95 \text{ хв}$$

$$K_{дл} = 0,81$$

Допоміжний час на операцію визначається за формулою:

$$T_d = (t_{вст} + \sum t'_{пер} + \sum t_{вим}) \cdot K_{дл} = (0,13 + 0,45 + 0,26 + 0,41 + 0,32) \cdot 0,81 = 1,57 \cdot 0,81 = 1,27 \text{ хв.}$$

13. Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{обс} = (T_o + T_d) \cdot \frac{a_{обс}}{100} = (0,38 + 1,27) \cdot \frac{4}{100} = 0,07 \text{ хв.}$$

де $a_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця у відсотках від оперативного часу, визначається за [5, табл. 50],

$$a_{обс} = 4 \%$$

14. Час перерв на відпочинок і особисті потреби:

$$T_{\text{воп}} = (T_o + T_o) \cdot \frac{a_{\text{воп}}}{100} = (0,38 + 1,27) \cdot \frac{4}{100} = 0,07 \text{ хв}$$

де $a_{\text{воп}}$ – час перерви на відпочинок і особисті потреби у відсотках від оперативного часу, згідно з [5, табл. 50],

$$a_{\text{воп}} = 4 \%$$

15. Штучний час визначається за залежністю:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{воп}} = 0,4 + 1,27 + 0,07 + 0,07 = 1,81 \text{ хв.}$$

16. Підготовчо-заклучний час $T_{\text{п.з}}$ визначається за [5, табл. 51]:

$$T_{\text{п.з}} = 20 + 7 = 27 \text{ хв.}$$

Приклад № 2. Визначити норму штучного і норму підготовчо-заклучного часу на свердильну операцію (серійне виробництво).

Вихідні дані

Деталь – Стакан. Матеріал – чавун сірий СЧ 18-36, НВ 170 ... 229.

Заготовка – виливок. Маса деталі 3,65 кг. Обладнання – радіально-свердильний верстат мод. 2А55. Пристосування – спеціальне з накладним кондуктором. Обробка – без охолодження. Партия 200 шт.

Зміст операції

А. Установити і зняти деталь.

Б. Установити і зняти накладний кондуктор.

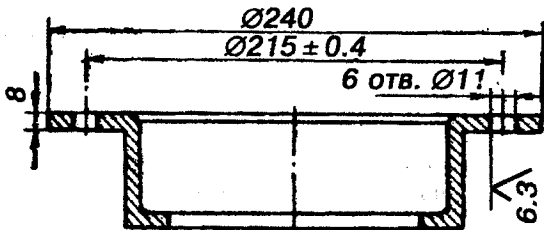


Рис. Д.2. Ескіз обробки деталі “Стакан”

1. Свердлити шість отворів $D=11$ мм.

Рзальний інструмент – свердло $D_c = 11$ мм із швидкорізальної сталі

P18.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль.

Послідовність розрахунку

1. Проводиться аналіз вихідних даних.

2. Різальний інструмент визначається за нормативами [5,табл. 64]. Для суцільного свердління отворів у деталях з чавуну при нормальній жорсткості системи ВПД (верстат – пристосування - інструмент - деталь) рекомендуються свердла, оснащені твердим сплавом ВК6 або із швидкорізальної сталі Р18 (у випадку неможливості забезпечення достатньої швидкості різання). Приймаємо свердло $D_c=11$ мм зі сталі Р18. Для свердлів діаметром до 12 мм при обробці чавуна форма заточення одинарна (нормальна) [5,табл. 65].

3. Розміри місць обробки визначаються за кресленням деталі (див. ескіз). Діаметр оброблюваної поверхні $D=11$ мм; глибина свердління $l=8$ мм.

4. Глибина різання при свердлінні в суцільному металі:

$$t=D:2=11:2=5,5 \text{ мм.}$$

5. Подача s визначається за [5,табл. 67]. Рекомендований діапазон подач $s=0,23 \dots 0,29$ мм/об при діаметрі свердла до 13 мм, групі подач II [5,табл. 66]. Вибране значення подачі коригується за паспортом верстата $s=0,26$ мм/об. У даному прикладі перевірка за осьовою силою, що допускається міцністю механізму подачі верстата, не виконується.

6. Швидкість різання v визначається за [5,табл. 69]. При НВ 170...255, s до 0,30 мм/об і формі заточення Н швидкість $v=25$ м/хв. Поправкові коефіцієнти на швидкість визначаються згідно з [5,табл. 68]: $K_{mv}=1,0$; $K_{lv}=1,0$.

7. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 11} = 724 \text{ об / хв}$$

Приймається найближче значення за паспортом верстата: $n=750$ об/хв.

8. Фактична швидкість різання:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 750}{1000} = 25,8 \text{ м / хв}$$

9. Перевірковий розрахунок: згідно з [5, табл. 70] визначається потужність різання N , що необхідна для свердління при обраних режимах різання: для D до 11,5 мм, s до 0,38 мм/об, НВ>229, v до 26,5 м/хв потужність N менша 1 кВт (що значно менше потужності привода головного руху радіально-свердильного верстату мод. 2А55). $N_{\text{вер}} = 4$ кВт

10. Основний (технологічний) час:

$$T_o = \frac{L}{s_{\text{хв}}} \cdot i = \frac{l+l_1}{s \cdot n} \cdot i = \frac{8+6}{0,26 \cdot 750} \cdot 6 = 0,43 \text{ хв}$$

Хвилинна подача $S_{\text{хв}}=S \cdot n=0,26 \cdot 750=195$ мм/хв. Число проходів $i=6$ визначається за кількістю отворів. Розрахункова довжина оброблюваної поверхні $L=l+l_1=8+6=14$ мм; глибина свердління $l=8$ мм визначається за кресленням; величина врізання і перебігу інструмента визначається за

[5,табл. 71]: при діаметрі свердла до 15 мм, формі заточення Н величина складає $l_1=6\text{мм}$.

11. Допоміжний час визначається по елементах:

а) Допоміжний час на установлення і зняття деталі $t_{\text{уст}}$ визначається за [5,табл. 72]. За умови використання пристосування з накидною кришкою та масі деталі до 5 кг $t_{\text{уст}}=0,25$ хв (поз. 4). При роботі з накладним кондуктором час на установлення кондуктора приймається рівним часу на установлення і зняття деталей у відповідності зі способом базування і закріплення (див. [5, примітка табл. 70]). Приймаємо час на установлення і зняття кондуктора 0,25 хв.

б) Допоміжний час, пов'язаний з переходом, визначається за [5,табл. 74, поз. 3]. При свердлінні по кондуктору, механічній подачі, групі верстата II, довжині горизонтального переміщення інструмента до 200 мм $t_{\text{пер}}=0,12$ хв (поз. 3) на один отвір.

в) Допоміжний час, пов'язаний з переходом на прийоми, що не ввійшли в комплекс, $t'_{\text{пер}}=0$ згідно з [5,табл. 75].

г) Час на контрольні вимірювання $t_{\text{вим}}=0$.

д) Поправковий коефіцієнт на допоміжний час $K_{\text{цв}}$ у залежності від розміру партії оброблюваних деталей визначається за [5, табл. 54]. При $T_{\text{оп}}$ до 4 хв і кількості деталей у партії до 250 шт коефіцієнт $K_{\text{цв}}=0,81$.

Разом допоміжний час:

$$T_{\text{д}}=(t_{\text{уст}}+\sum t_{\text{пер}}+\sum t'_{\text{пер}}+\sum t_{\text{вим}}) \cdot K_{\text{цв}}=(0,25+0,25+0,12 \cdot 6) \cdot 0,81=0,99 \text{ хв.}$$

12. Час на обслуговування робочого місця і час перерви на відпочинок і особисті потреби у відсотках від оперативного часу визначається згідно з [5,табл. 77]:

для верстатів II групи:

$$a_{\text{обс}}=4 \%, \quad a_{\text{воп}}=4 \%$$

13. Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=(T_{\text{о}}+T_{\text{д}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{воп}}}{100}\right) = (0,43 + 0,99) \cdot \left(1 + \frac{4+4}{100}\right) = 1,54 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час на партію визначається згідно з [5, табл. 77]: $t'_{\text{п.з.}}=13$ хв (поз. 3); $t''_{\text{п.з.}}=7$ хв (поз 7).

Всього:

$$T_{\text{п.з.}}=13+7=20 \text{ хв.}$$

Приклад № 3. Визначити норму штучного і норму підготовчо-заклучного часу на фрезерну операцію.

Вихідні дані

Деталь – Вилка. Матеріал – сталь 45, $\sigma_y=60$ кгс/мм². Заготовка – кування. Маса деталі 2,5 кг. Обладнання – горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Н82. Пристрій – лещата з пневматичним приводом. Охолодження – емульсія. Партія 200 шт.

Зміст операції

А. Установити і зняти деталь.

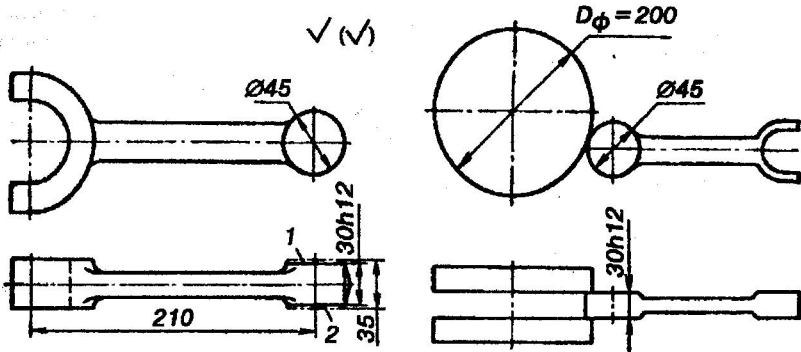


Рис. Д.3. Схема обробки деталі "Вилка"

1. Фрезерувати торці 1 і 2 у розмір $30h12$.

Різальний інструмент – набір дискових фрез $D=200$ мм, $b=25$ мм, кількість зубців $z=14$.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль.

Послідовність розрахунку

1. Проводиться аналіз вихідних даних.

2. В якості різального інструмента вибирається набір дискових фрез із пластинками з твердого сплаву Т14К8 за [5, табл. 78]. Розмір двосторонніх дискових фрез із вставними ножами, обладнаних пластинками з твердого сплаву, визначаються за стандартом: діаметр фрези $D=200$ мм, ширина $b=25$ мм, число зубців $z=14$.

3. Розміри місць обробки визначаються за кресленням деталі і схемою обробки (див. ескізи). При фрезеруванні дисковою фрезою ширина фрезерування: $B=(35-30):2=2,5$ мм. Довжина обробки дорівнює діаметру оброблюваної поверхні: $l=45$ мм.

4. Глибина різання $t=D=45$ мм.

5. Подача s_z визначається за [5, табл. 79]. При потужності верстата 5 – 10 кВт, середній жорсткості системи ВПІД (верстат-приспособлення-інструмент-деталь), оброблюваному матеріалі – сталь 45, $\sigma_y < 90$ кгс/мм², глибини різання $t > 30$ мм, фрезеруванні площин рекомендується подача $s_z=0,10 \dots 0,15$ мм/зуб.

6. Швидкість різання v визначається згідно з [5, табл. 80]. При діаметрі фрези $D=200$ мм, $z=14$, t до 50 мм, s_z до 0,2 мм/зуб швидкість різання $v=151$ м/хв.

Поправкові коефіцієнти на швидкість різання приведені в [5, табл. 82].
 $K_{Mv} = 1,26$ – для сталі $\sigma_y = 56 \dots 62$ кгс/мм². $K_{Vv} = 0,94$ – для твердого сплаву Т14К8

З врахуванням поправкових коефіцієнтів швидкість різання складе:
 $v = 15 \cdot 11,26 \cdot 0,94 = 178,8$ м/хв.

7. Частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 178,8}{3,14 \cdot 200} = 285 \text{ об/хв}$$

Розраховане значення n коригується за паспортом верстата.

Найближче значення $n = 300$ об/хв.

8. Фактичне значення швидкості різання:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 300}{1000} = 188 \text{ м / хв}$$

9. Хвилинна подача $s_{хв} = s_z \cdot z \cdot n = 0,14 \cdot 300 = 420$ мм/хв.

За паспортом верстата найближча поздовжня хвилинна подача $s = 375$ мм/хв. За значенням хвилинної подачі визначається подача за один оберт: $s = s \cdot n = 375 \cdot 300 = 1,25$ мм/об. Уточнюється подача на зуб:

$$S_z = \frac{s}{z} = \frac{1,25}{14} = 0,09 \text{ мм / зуб}$$

10. За обраними режимами різання перевіряється потужність, що необхідна для виконання даної операції згідно з [5, табл. 81]. При $\sigma_y = 56 \dots 100$ кгс/мм²; V до 2,8 мм; t до 50 мм; s_z до 0,09 мм/зуб; s до 385 мм/хв: $N = 3,2$ кВт. Поправковий коефіцієнт при $\gamma = -10^\circ$ $K_{\gamma N} = 1,0$. Потужність верстага за паспортом $N_{\text{вер}} = 7,0$ кВт. Умова обробки виконується.

11. Число проходів $i = 1$.

12. Розрахункова довжина оброблюваної поверхні $L = l + l_1 = 45 + 91 = 136$ мм. Величина врізання і перебігу інструмента l_1 визначається згідно з [5, табл. 83]. При діаметрі фрези $D = 200$ мм і глибині різання $t = 50$ мм величина врізу і перебігу $l_1 = 91$ мм.

13. Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{s_{хв}} \cdot i = \frac{136}{375} \cdot 1 = 0,36 \text{ хв}$$

14. Допоміжний час T_d визначається по елементах:

а) Допоміжний час на установлення і зняття деталі $t_{\text{уст}}$ визначається за [5, табл. 72, поз.9]. При масі деталі до 3кг та установленні в лещатах із пневматичним затиском $t_{\text{уст}} = 0,19$ хв.

б) Допоміжний час, пов'язаний з переходом, визначається за [5, табл. 84, поз. 1]. При обробці площин фрезою, що встановлена на розмір, групі верстага II $t_{\text{пер}} = 0,18$ хв.

в) Допоміжний час на прийоми, що не ввійшли в комплекс, визначається за [5, табл. 84]: $t'_{\text{пер}} = 0$.

г) Допоміжний час на вимірювання $t_{\text{вим}}$, хв, визначається згідно з [5, табл. 52 і 53]. За [5, табл. 52] визначається періодичність контрольних

вимірів. При фрезеруванні площин інструментом, що встановлений на розмір, з точністю до 0,1 мм, вимірюваному розмірі до 50 мм коефіцієнт вчасно на контрольний вимір дорівнює 0,3. Час на вимірювання $t_{\text{вим}}=0,10$ хв [5, табл. 53]. Час на контрольні вимірювання, що включається в норму допоміжного часу, складе:

$$t_{\text{вим}}=0,1 \cdot 0,3=0,03 \text{ хв.}$$

д) Поправковий коефіцієнт на допоміжний час у залежності від розміру партії оброблюваних деталей визначається згідно з [5, табл. 54]. При оперативному часі:

$$T_{\text{оп}}=T_{\text{о}}+T_{\text{д}}=0,36+0,4=0,76 \text{ хв}$$

і розмірі партії 200 шт. - $K_{\text{дл}}=1,0$.

Отже:

$$T_{\text{д}}=(t_{\text{уст}}+\sum t_{\text{пер}}+\sum t'_{\text{пер}}+\sum t_{\text{вим}}) \cdot K_{\text{дл}}=0,19+0,18+0,03=0,4 \text{ хв.}$$

15. Час на обслуговування робочого місця $a_{\text{обс}}$ і час перерв на відпочинок і особисті потреби $a_{\text{воп}}$ визначаються у відсотках від оперативного часу: для II групи верстатів $a_{\text{обс}}=3,5\%$, $a_{\text{воп}}=4\%$ [5, табл. 85].

16. Штучний час:

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{д}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{воп}}}{100}\right) = (0,36 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{3,5+4,0}{100}\right) = 0,82 \text{ хв.}$$

18. Підготовчо-заключний час на партію $T_{\text{п.з}}$ визначається згідно з [5, табл. 85]: $t'_{\text{п.з.}}=16,0$ хв (поз. 2); $t''_{\text{п.з.}}=7,0$ хв (поз. 7).

Разом

$$T_{\text{п.з.}} = 16,0+7,0=23,0 \text{ хв.}$$

Навчальне видання

Дусанюк Ж. П., Шевчук В.Я. Дусанюк С.В.

Система технологій

Лабораторний практикум

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено авторами

Редактор В.О. Дружиніна

Коректор З.В. Поліщук

Підготовлено до друку *17.04.02р*

Формат 29,7×42¼

Гарнітура Times New Roman

Друк різнографічний.

Ум. друк. арк. *4,04*

Тираж 75 прим.

Зам. № *2002 - 172*

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького державного технічного університету
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шоссе, 95, ВДТУ, ГНК, 9-й поверх,
тел (0432) 44-01-59