

Міністерство освіти України  
Вінницький державний технічний університет

Ж.П. Дусанюк

## Основи виробництва машин

Лабораторний практикум

Вінниця ВДТУ 1998

Міністерство освіти України  
Вінницький державний технічний університет

Ж.П. Дусанюк

# Основи виробництва машин

Лабораторний практикум



621(075) Д 84 1998

Дусанюк Ж.П. Основи виробництва машин

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів спеціальності 7.050201 “Менеджмент організацій з машинобудування”

Вінниця ВДТУ 1998



УДК 621(075)

Лабораторний практикум з дисципліни “Основи виробництва машин”.  
Навчальний посібник/Ж.П. Дусанюк. - В.: ВДТУ, 1998, - 90 с. Укр. мовою/

Посібник містить лабораторні роботи з дисципліни “Основи виробництва машин”. Розглядаються три основних теми: “Службове призначення машин”, “Виробництво литих заготовок деталей машин”, “Обробка деталей машин різанням”. Кожна з тем включає цикл лабораторних робіт, частина яких виконується в лабораторіях кафедри ТАМ, а частина - в умовах заводу.

Лл. 57. Табл. 4. Бібліогр. назв. 13

Рецензенти: А.Д. Гарькавий, д.т.н.  
В.М. Михалевич, д.т.н., проф.  
М.І. Іванов, к.т.н., проф.

395726



“Основи виробництва машин” - це одна з перших дисциплін технологічного, спеціального напрямку, що вивчається студентами економічного факультету на першому етапі навчання. Вона суттєво відрізняється від дисциплін, що вивчалися студентами раніше. Тому, відповідно, виникають деякі особливості у вивченні даної дисципліни на відміну від традиційних - математики, фізики, хімії та ін.

Підручники з назвою “Основи виробництва машин”, як такі, відсутні не тільки українською, а й російською мовами.

Навчальний посібник з дисципліни “Основи виробництва машин” дозволяє студентам з першого ж року навчання в інституті ознайомитися з організацією машинобудівного виробництва, освоїти нові поняття, підготуватися в певній мірі до проходження першої практики - одержання робочої професії в машинобудуванні.

До посібника входять досить важливі теми: “Службове призначення машини”, “Виробництво литих заготовок деталей машин”, “Обробка деталей машин різанням”.

Перша тема знайомить студентів з поняттям машини, розглядає існуючі види машин, дає розуміння службового призначення машини, його формулювання, створення технічного завдання на проектування машини, знайомить з основними етапами виробництва, складом машини.

Друга тема вивчає заготівельне виробництво, а саме одержання заготовок деталей машин різними способами лиття: в піщано-глинисті, металеві форми, лиття за виплавними моделями, під тиском.

При вивченні першої і другої теми частина роботи виконується в умовах реального машинобудівного виробництва, що є досить цінним в теоретичній та практичній підготовці студентів.

Третя тема розглядає обробку заготовок деталей машин різанням, інструмент, що використовується при цьому, фактори, що впливають на якість оброблених деталей машин.

Посібник “Основи виробництва машин” призначений для практичної підготовки - виконання лабораторних робіт. Тому він побудований таким чином: короткі теоретичні відомості, порядок виконання роботи та вимоги до звіту, питання для самоконтролю.

Посібник не охоплює всі теми і розділи програми, за якою працюють студенти, тому може бути доповнений, розширений та інше. Автор буде вдячний за всі подані зауваження, пропозиції, поради.

## Тема. Службове призначення машини

Машинобудування є головним технологом всіх галузей народного господарства. В зв'язку з цим на базі найновіших досягнень науки і техніки необхідно безперервно розробляти нові технологічні процеси. Для їх впровадження доцільно створювати та випускати, в потрібній народному господарству кількості, засоби виробництва та машини, що відповідають своєму службовому призначенню.

Знання службового призначення машини, її складу, розміщення деталей в машині і їх конструкція, дозволяють скласти повну уяву про машину, як виріб. Досвід машинобудування показує, що кожна помилка, допущена при виявленні та уточненні службового призначення машини, а також її механізмів, не тільки приводить до створення недостатньо якісної машини, але й вимагає додаткових витрат праці на її виготовлення і експлуатацію, а також збільшує термін її освоєння. Недостатньо глибоке вивчення і виявлення службового призначення машини породжує зайві жорсткі, економічно невиправдані вимоги до точності та інших показників якості машини.

Якість машини характеризується системою показників, на кожний із яких встановлюється кількісна величина. Система якісних показників з встановленими на них кількісними даними і допусками, що характеризують службове призначення машини, одержали назву технічних умов і норм точності на створення та прийняття машини.

Показниками якості машини, досягнення і забезпечення яких створює найбільші труднощі і витрати в процесі виготовлення машини, є показники точності. Вхідними даними для призначення технічних вимог і показників точності машини, наприклад верстата, можуть бути вимоги до якості оброблюваних на них заготовок, продуктивності, довговічності, надійності.

Цикл лабораторних робіт, об'єднаних темою "Службове призначення машини" дозволяє студентам ознайомитись зі складом машини, методикою формулювання її службового призначення та складання технічного завдання (ТЗ) на розробку, з методикою визначення видів поверхонь машини, деталей, а також перевіркою та аналізом параметрів точності машини, етапами її виготовлення.

# Лабораторна робота №1

## Склад машини

Мета роботи - ознайомитися зі складом машини, визначити і назвати її складові частини. Ознайомитися з комплексом, комплексом.

### Короткі теоретичні відомості

Згідно з формулюванням І.І.Артоболевського, машиною називається механізм або комплекс механізмів, призначені для виконання потрібної корисної роботи, зв'язаної з процесом виробництва або з процесом перетворення енергії. Це формулювання доповнене в енциклопедичному словарі з урахуванням сучасного стану видів перетворення енергії таким чином: "Машина - механізм або з'єднання механізмів, які виконують певні доцільні рухи для перетворення енергії, виконання роботи або ж зібрання, передачі, зберігання, використання інформації". Тут зв'язані всі форми руху матерії, а не тільки механічна (тобто до машини відносяться і телевізор, і ЕОМ й т.д.).

Машина може видавати продукцію, перетворюючи в неї початкові заготовки чи матеріали (верстати, трактори, комбайни, автомобілі та інше); перетворювати один вид енергії в другий - двигуни і генератори; зберігати і постачати інформацію - радіо, телевізор, магнітофон; перетворювати хімічну енергію згорання палива в механічну - двигуни внутрішнього згорання; виконувати перевезення вантажів - автомобілі, тепловози, електровози і т.д.

Усі сучасні робочі машини - це, як правило, розвинуті механізми (сукупності машин), які складаються із трьох суттєво різних частин: машини - двигуна, передавального механізму, і, врешті, машини-знаряддя або робочої машини.

Види машин: енергетичні, електричні, транспортні, сільськогосподарські, гірничі, підйомно-транспортні, металорізальні верстати, спеціальні машини.

Основні види рухів, які використовуються в машинах: обертальний, зворотно-поступальний, гойдальний (коливальний).

Стандартом встановлена структура машин :

- деталь - це виріб, виготовлений з однорідного по найменуванню матеріалу, без застосування складальних операцій;

- вузол (складальна одиниця) - виріб, складові частини якого з'єднуються між собою на підприємстві-виготовлювачі шляхом складальних операцій.

Вузол, який безпосередньо входить в готовий виріб-машину, прийнято називати групою, а менший вузол, який входить в групу - підгрупою 1-го порядку. Вузол, що входить безпосередньо в підгрупу 1-го порядку,

називають відповідно підгрупою 2-го порядку, в яку в свою чергу входять безпосередньо підгрупи 3-го порядку і т.д. Загальна схема складальних елементів машини показана на рис. 1.

Комплексом машин, так само як і будь-яких інших виробів, називається два або більше специфікованих виробу, не з'єднаних на заводі, який їх виготовляє складальними операціями, але призначених для виконання взаємозв'язаних експлуатаційних функцій (турбіна, генератор, потокова лінія верстатів).

Комплектом називається два або більше виробів, не з'єднаних на заводі складальними операціями, але таких, що мають спільне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (комплекти запасних частин, інструментів, вимірювальної апаратури).

### Зміст роботи

1. Визначити вид вказаної викладачем машини.
2. Встановити структуру машини (деталі, вузли, групи, підгрупи, їх порядок), (див. приклад рис. 2,3).
3. В навчальній лабораторії визначити і ознайомитися з комплексом машин, встановити його складові частини - (вироби) їх кількість.
4. Ознайомитися з комплектом, визначити його склад.

### Прилади для виконання роботи

1. Машини.
2. Комплекси верстатів з ЧПК.
3. Комплекти різальних інструментів, гасчних ключів.
4. Набір інструментів для розбирання та складання машини.

### Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання від викладача по всіх етапах виконання роботи.
2. Визначити вид машини і записати його в звіт.
3. Встановити складові частини машини (деталі, вузли, групи, підгрупи) скласти схему структури машини.
4. Ознайомитися з комплексом машин, записати назви виробів, які входять в його склад.
5. Ознайомитися з комплектом, записати його склад.
6. Оформити звіт.

### Зміст звіту

В звіт необхідно включити: найменування, мету і порядок виконання роботи. Записати назву, вид машини, яка видана для вивчення, привести її структурну схему. Для вказаних викладачем комплексу і комплекта

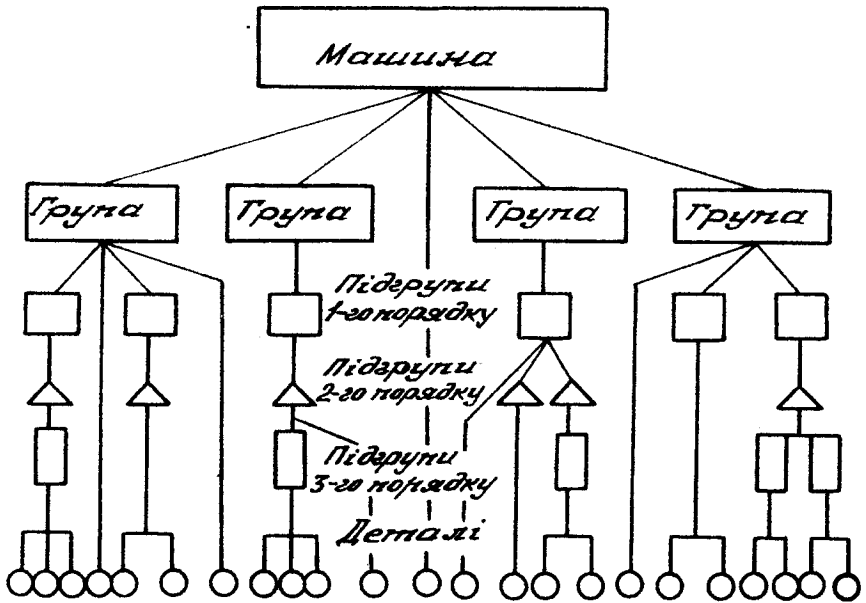


Рис. 1. Схема складальних елементів машини



№ п/п	Найменування	кол.
1	Корпус муфти	1
2	Втулка	1
3	Гвинт	3
4	Кільце	1
5	Штїфт	1
6	Фланець	1
7	Гвинт	5
8	Диск	1
9	Кільце	1
10	Диск	1
11	Цилїндр	1
12	Сальник	2
13	Планшайба	1
14	Кільце	1
15	Гайка	1
16	Гайка	2
17	Шайба	1
18	Штїфт	1
19	Гльза	1
20	Гвинт	1
21	Кільце	1
22	Гвинт	6
23	Шток	1
24	Манжета	2
25	Гайка	1
26	Палець	1
27	Прокладка	1
28	Гвинт	12
29	Прокладка	1
30	Підшипник	1
31	Кільце	1
32	Сальник	2
33	Гайка	1
34	Пробка	1
35	Гайка	1

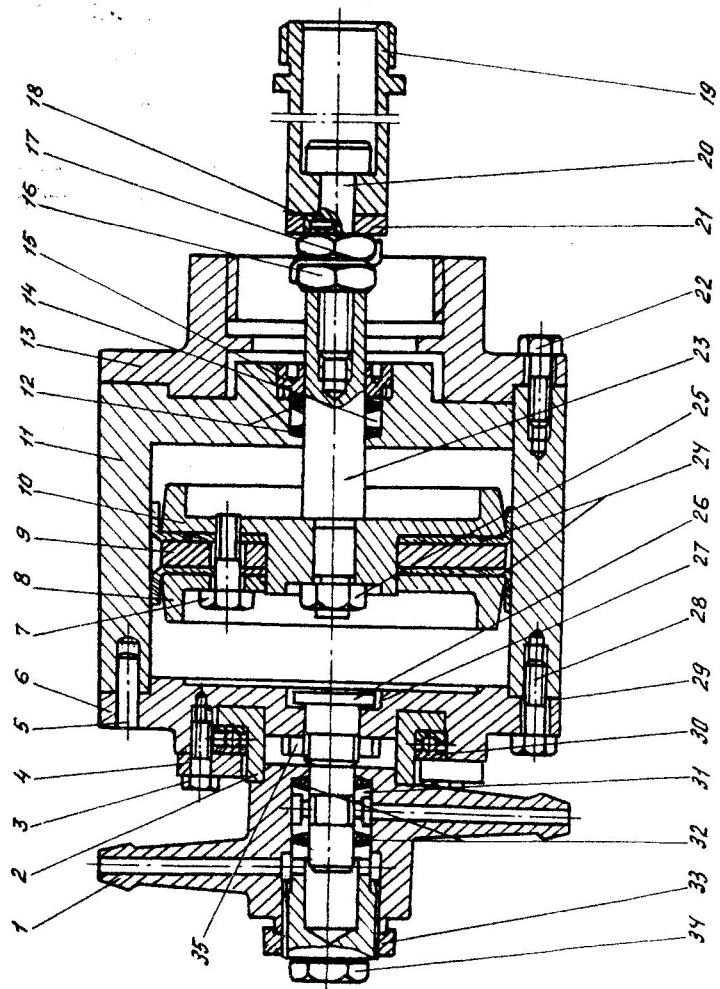


Рис. 2. Пневмоциліндр (ескіз)

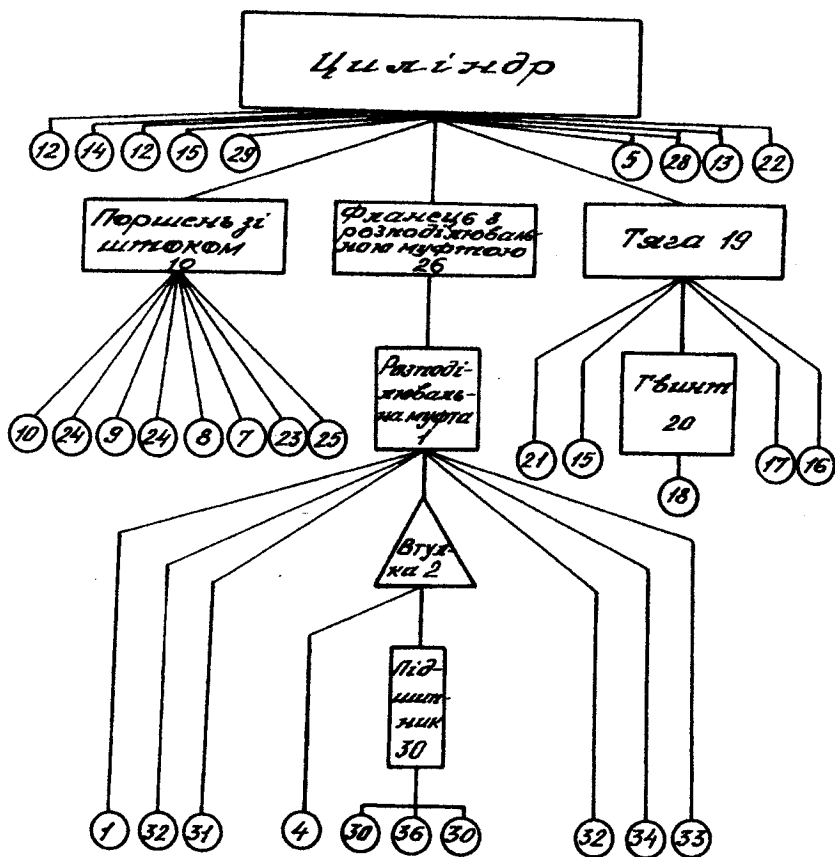


Рис. 3. Складальна схема гідроциліндра

записати найменування, встановити і записати виробу, що входять до їх складу. Сформулювати висновки по роботі.

### Питання для самоконтролю

1. Дати визначення машини.
2. Пояснити структурний склад машини.
3. Дати визначення деталі, вузла, складальної одиниці.
4. Привести визначення комплексу, комплекта.
5. Пояснити які бувають види машин.
6. Назвати три складові частини машини.
7. Дати визначення виробу.
8. Вироби основного і допоміжного виробництва.

### Література

1. Медвідь М.В., Шабайкевич В.А. Теоретичні основи технології машинобудування - Львів: Видавниче об'єднання «Вища школа». 1976р., 299 с.
2. Маталин А.А. Технологія машиностроєння. - Ленінград.: Машиностроєння. Ленінградське відділення. 1985 р., 496 с.

## Лабораторне робота № 2

### Службове призначення машини

Мета роботи - навчитися формулювати службове призначення машини і складати технічне завдання на її розробку

#### Короткі теоретичні відомості

Кожна машина створюється для задоволення певних потреб людини, які знаходять відображення в службовому призначенні машини.

Під службовим призначенням машини, механізму чи деталі розуміється максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для вирішення якого призначається машина, механізм чи деталь.

На етапі розробки машини службове призначення документально оформляється у вигляді технічного завдання (ТЗ).

Згідно з ГОСТ ТЗ повинно включати в себе слідуєчі відомості про розроблювану машину:

1. Найменування і область застосування.
2. Основа для розробки і найменування проектуєчої організації.
3. Мета розробки.
4. Джерела розробки.
5. Технічні вимоги, які включають:
  - 5.1. Склад машини і вимоги до її конструктивного виконання.

- 5.2. Показники призначення і економічного використання сировини, матеріалів, палива і енергії.
- 5.3. Вимоги до надійності.
- 5.4. Вимоги до технологічності.
- 5.5. Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації.
- 5.6. Вимоги безпеки при роботі машини.
- 5.7. Естетичні і ергономічні вимоги.
- 5.8. Вимоги до складових частин продукції, сировини і експлуатаційних матеріалів.
- 5.9. Вимоги патентної чистоти.
- 5.10. Вимоги експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту.
- 5.11. Вимоги до категорії якості.
6. Економічні показники.
  - 6.1. Лімітна ціна.
  - 6.2. Економічний ефект.
  - 6.3. Термін окупності витрат на розробку і освоєння машини.
  - 6.4. Припустима річна потреба в розроблюваній машині.

Розробка ТЗ досить відповідальний етап в створенні машини.

Помилки, допущені при цьому можуть приводити:

1. До збільшення строків розробки машини.
2. До збільшення собівартості машини.
3. До скорочення її функціональних можливостей.
4. До збільшення експлуатаційних витрат.

#### Приклад оформлення ТЗ на проектування оснащення

Розділ	Зміст розділу
1	2
Найменування і область застосування	Оснащення для чорнового розточування глибокого отвору $\phi 109^{+0.1}$ з відводом осі 0.25 мм/м на довжині 1238 мм на токарно-гвинторізному верстаті ІА64 (операція 010).
Основа для розробки	Операційна карта технологічного процесу механічної обробки корпусу циліндра.
Найменування проектуючої організації	Вінницький державний технічний університет, кафедра технології і автоматизації машинобудування.
Мета і призначення розробки	Оснащення, що проектується, повинно забезпечити: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пряmolінійну подачу інструмента в зону обробки і під час обробки;</li> <li>- внутрішній підвід змащувально-охолоджувальної рідини в зону обробки;</li> </ul>

	<p>- зручність установки і зняття інструмента;  - економію за рахунок спрощення базового оснащення.</p>
Джерела розробки	Вінницький завод тракторних агрегатів.
Технічні вимоги	<p>Оснащення повинно складатися із борштанги, ряду перехідних деталей і деталей для закріплення інструмента.</p> <p>Конструктивно борштанга повинна бути виконана циліндричної форми з стояками, що її піддержують (для підвищення жорсткості). Установочні та приєднувальні розміри оснащення повинні відповідати верстату ІА64. Оснащення розробляється для дрібносерійного виробництва, програма випуску деталей, що обробляється за допомогою оснащення, 8630 штук в рік. Вхідні дані про заготовку, яка поступає на розточувальну операцію 010: зовнішній діаметр заготовки <math>\phi 126 - 0.63</math> мм.; <math>R_a = 6.3</math> мкм, внутрішній діаметр заготовки <math>\phi 103 \pm 0.11</math> мм.; <math>R_a = 12.5</math> мкм; довжина заготовки <math>1238 \pm 2.3</math> мм. Вихідні дані операції 010: внутрішній діаметр деталі <math>\phi 109 + 0.1</math>; <math>R_a = 6.3</math> мкм. Відвід осі не більше 0.25 мм/м. Оснащення обслуговує верстатник 5-го розряду. Операція виконується за 1 перехід.</p> <p>Інструмент - чорнова головка двостороннього різання з твердосплавними різцями; матеріал ріжучої частини Т15К10. Режими різання, штучно-калькуляційний час на операцію приведені операційних в таблицях.</p> <p>Коефіцієнт завантаження на даній операції <math>K_3 = 0.75</math>. Оснащення повинно бути достатньо надійним, безпечним в роботі, технологічним у виготовленні. Рівень уніфікації і стандартизації оснащення 60 %.</p>
Економічні показники	Лімітна ціна оснащення 10000 крб, економічний ефект від застосування 100000 крб, термін окупності витрат на розробку і освоєння оснащення 6 місяців, потреба (на рік) в оснащенні - 5 одиниць.

### Зміст роботи

1. Сформулювати службове призначення машини у відповідності з одер-

жаним завданням.

2. Скласти технічне завдання на розробку машини.

### Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання для формулювання службового призначення машини і розробки ТЗ.
2. Сформулювати службове призначення машини.
3. Розробити ТЗ.
4. Оформити звіт.

### Зміст звіту

В звіт необхідно включити найменування, мету і порядок виконання роботи, службове призначення вказаної викладачем машини, ТЗ на її розробку, сформулювати висновки по роботі.

### Питання для самоконтролю

1. Сформулювати означення службового призначення машини.
2. На що впливає правильність оформлення ТЗ машини?
3. Зміст ТЗ на розробку машини.
4. Зміст технічних вимог на розробку машини.

### Література

1. Медвідь М.В., Шабайкевич В.А. Теоретичні основи технології машинобудування. - Львів: Видавниче об'єднання "Вища школа", 1976 р., 299 с.
2. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1969 р., 559 с.

## Лабораторна робота № 3

### Визначення видів поверхонь машини і деталей

Мета роботи - з огляду на службове призначення машини визначити її виконавчі поверхні, а також види поверхонь для вказаних викладачем деталей.

### Короткі теоретичні відомості

Машина має службове призначення, під яким розуміється максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, яке вона повинна виконати. Будучи складовою частиною машини, кожний вузол, деталь мають

також своє службове призначення, яке вони виконують за допомогою складових деталей вузла та утворюючих деталей поверхонь.

Машина виконує своє призначення за допомогою ряду поверхонь, які називають виконавчими. Таким чином, виконавчі поверхні машини - це поверхні, за допомогою яких машина виконує своє службове призначення.

З огляду на службове призначення окремої деталі розрізняють чотири види поверхонь. Перший вид - це робочі або виконавчі поверхні, за допомогою яких виконуються службове призначення, другий - основні базуючі, тобто поверхні, за допомогою яких визначається положення деталей в машині (на які деталь базується). Третій - допоміжні базуючі поверхні, що визначають положення всіх інших деталей, які приєднуються до даної, відносно її основних баз. Усі поверхні, що завершують конструкційну форму деталі, називають вільними поверхнями і належать до четвертого виду.

На рис. 4 показана кінематична схема редуктора, з якої виділимо конструкційну форму проміжного вала. Службове призначення деталі: передача заданого крутного моменту з вхідного на вихідний вали редуктора. Для виконання службового призначення необхідно мати дві циліндричні поверхні 1,2 (рис. 5), що визначають положення вала в редукторі (посадочні місця під підшипники), а також дві циліндричні поверхні 3,4 як посадочні місця під шестерні.

Крім цього необхідно дві плоскі поверхні, які б визначали положення зубчастих коліс у напрямку осі вала, а також на поверхнях 3 і 4, поверхні пазів 5,6 під шпонки, що передаватимуть крутний момент (зубчастого колеса на вал 1, з вала на друге зубчасте колесо). Щоб надати валику закінченої конструкційної форми, необхідно мати ряд вільних поверхонь. Слід зауважити, що задане службове призначення можна виконати за допомогою інших поверхонь (овальних, призматичних, конічних, а також більш складного профілю), але вибрані поверхні найбільш доцільні з точки зору технології, тобто їх найлегше обробити на верстаті.

Вал редуктора не виконає службового призначення, якщо не дотримуватися правильного взаємного розміщення поверхонь. В першу чергу для цього слід правильно вибрати координатні площини. Як правило, використовуються поверхні основних баз і їх осі, відносно яких визначається положення решти поверхонь деталі (допоміжні бази та вільні поверхні), що утворюють конструкційну форму. Тільки за умови дотримання цих вимог вал виконуватиме своє службове призначення.

Приклад виконання креслення вала, постановки технічних вимог до його поверхонь і взаємного розташування поверхонь показано на рис.6.

## Зміст роботи

### 1. Визначити виконавчі поверхні машини.

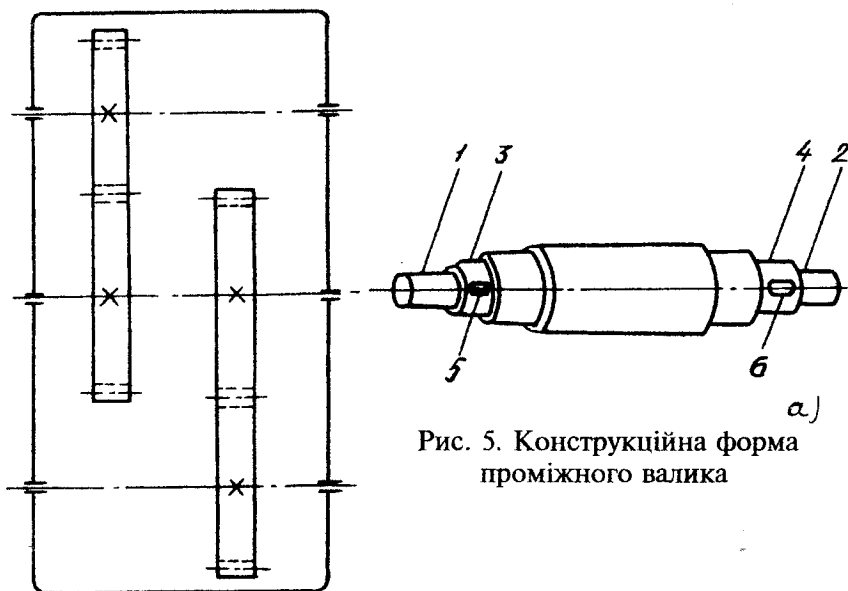


Рис. 5. Конструкційна форма проміжного валика

Рис. 4. Кінематична схема редуктора

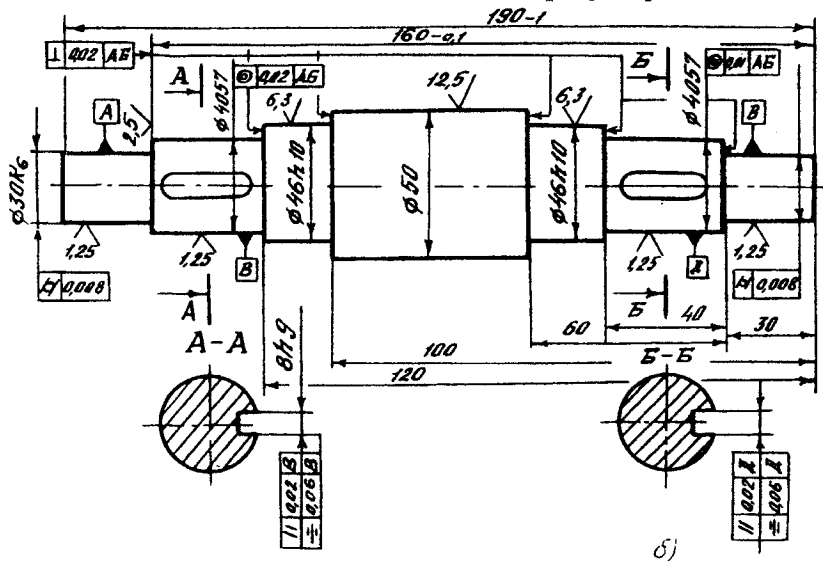


Рис. 5. Робоче креслення вала.



2. Для вказаної викладачем деталі визначити виконавчі, основні базуючі, допоміжні базуючі, вільні поверхні.
3. Зробити ескіз деталі з позначенням технологічних вимог, вимог точності і шорсткості поверхонь.

#### Порядок виконання роботи

1. Одержати від викладача завдання для виконання роботи.
2. Вивчити конструкцію виданого вузла чи машини.
3. Розібратися в принципі роботи вузла чи машини.
4. Визначити виконавчі поверхні машини.
5. Визначити виконавчі, основні базуючі, допоміжні базуючі, вільні поверхні деталі.
6. Зробити ескіз деталі.
7. Нанести розміри, вимоги шорсткості, точності, технологічні вимоги з урахуванням визначених видів поверхонь деталі.
8. Оформити звіт.

#### Зміст звіту

В звіт необхідно включити: найменування, мету і порядок виконання роботи, перелік виконавчих поверхонь машини (вузла), видів, поверхонь деталі, креслення деталі з позначенням розмірів, шорсткості деталі і технологічних вимог до її виконання, висновки по роботі.

#### Питання для самоконтролю

1. Службове призначення машини.
2. Виконавчі поверхні машини.
3. Поняття виконавчих, основних базуючих, допоміжних базуючих, вільних поверхонь деталі.
4. Вимоги до основних базуючих, допоміжних базуючих, вільних поверхонь деталей.

#### Література

1. Медвідь М.В., Шабайкевич В.А. Теоретичні основи технології машинобудування. - Львів: Видавниче об'єднання «Вища школа», 1976 р., 299 с.
2. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. - М. Машиностроение, 1969 р., 559 с.

## Лабораторна робота № 4 [4]

### Аналіз точності виконавчих поверхонь машини

— Мета роботи - вивчення методики вимірювання і аналізу точності виконавчих поверхонь машини (вертикально-свердлильного верстата).

#### Короткі теоретичні відомості

Машини виконують своє службове призначення за допомогою сполучення виконавчих поверхонь.

Точність машини характеризується точністю її виконавчих поверхонь по таких основних показниках:

- точність геометричної форми;
- мікрогеометрія;
- точність лінійних відстаней між виконавчими поверхнями;
- точність взаємного кутового розміщення виконавчих поверхонь;
- точність взаємного переміщення виконавчих поверхонь в процесі роботи машини.

Точність (норми точності) машин, що серійно випускаються (в т. ч. і металорізальних верстатів), і методи перевірки точності регламентуються державними і галузевими стандартами.

Відповідність машин нормам точності контролюється при виготовленні машин і періодично в процесі їх експлуатації.

В лабораторній роботі потрібно визначити показники точності вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н118.

Виконавчими поверхнями вертикально-свердлильного верстата є поверхня стола і конічний отвір (конус Морзе) шпинделя.

#### Зміст роботи

1. Одержати вимірювальні прилади і завдання на роботу.
2. Перевірити параметри точності вертикально-свердлильного верстата 2Н118: площинність робочої поверхні стола, радіальне биття конусної поверхні шпинделя, перпендикулярність осі шпинделя робочій поверхні стола, паралельність осі шпинделя напрямку переміщення гільзи.
3. Співставити одержані значення параметрів точності 2Н118 з нормами точності.

#### Прилади для виконання роботи

1. Верстат 2Н118.
2. Масштабна лінійка.
3. Лінійка вимірювальна.
4. Індикатор годинникового типу (ціна поділки 0,01 мм.).

5. Штатив для індикатора.
6. Дві циліндричні оправки з конічним хвостовиком (конус Морзе № 2).
7. Металічні щупи або набір кінцевих мір.

✓ Порядок виконання роботи

1. Одержати пристрої і вимірювальні інструменти: лінійку, індикатор годинникового типу (ціна поділки 0.01 мм) зі штативом, оправку з конічним хвостовиком (конус Морзе № 2) і т.д.
2. Впевнитися, що верстат відключений від електричної мережі і на рукоятці рубильника електричного шкафа висить табличка «Не включати! Працюють люди.»
3. Перевірити площинність робочої поверхні стола, для чого до робочої поверхні стола 11 (рис.7) по різних напрямках перевіркою гранню прикласти лінійку 2 і щупом визначити найбільший зазор між нижньою гранню лінійки 1 і поверхнею стола. Результати вимірів занести в таблицю спостережень, зробити висновки.
4. Перевірити радіальне биття осі конуса шпинделя в такій послідовності: в конусний отвір шпинделя щільно вставити конічний хвостовик циліндричної оправки 1 (рис. 9); штатив індикатора 2 встановити на столі 3 так, щоб вимірювальний штифт індикатора торкався поверхні оправки на відстані 100 мм від зовнішнього торця шпинделя; повертаючи шпиндель (вручну !) визначити радіальне биття і записати результат в таблицю; зробити висновки.
5. Перевірити перпендикулярність осі шпинделя до робочої поверхні стола, для чого в конусний отвір шпинделя щільно вставити оправку 1 (рис. 8), на якій закріпити індикатор 2 таким чином, щоб вимірювальний штифт знаходився на відстані 150 мм від осі шпинделя; лінійку 3 покласти на стіл 4 верстата в поперечній площині; опустити піноль до контакту вимірювального штифта індикатора з лінійкою; визначити похибку, як різницю показів індикатора в точках  $a$  і  $a_1$  (рис. 8), віднесено до діаметра півкола, описаного вимірювальним штифтом індикатора; аналогічні виміри виконати в поздовжній площині (т.т. в і  $v_1$ ); результати вимірів записати в таблицю, зробити висновки.
6. Перевірити паралельність осі шпинделя напрямку переміщення, для чого в конусний отвір шпинделя щільно вставити хвостовик циліндричної оправки 1 (рис. 10); індикатор 2 встановити так, щоб вимірювальний штифт торкався твірної лінії оправки, яка лежить в поздовжній площині верстата в верхній її (оправки) частині; записати покази індикатора ( $\Delta_1$ ); повернути шпиндель верста на  $180^\circ$ ; записати покази індикатора ( $\Delta_2$ ); вернути шпиндель в вихідне положення і перемістити гільзу на 100 мм ввєрх; записати покази індикатора ( $\Delta_3$ ); повернути шпиндель на  $180^\circ$ ; записати покази індикатора ( $\Delta_4$ ); найти похибку  $\Delta$  як модуль різниці середньоарифметичних значень від одержаних показів індикатора

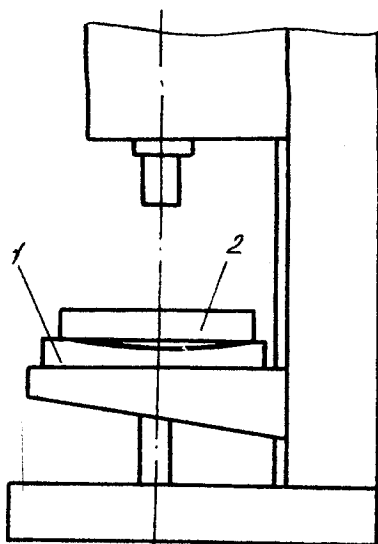


Рис. 7. Схема вимірювання площинності робочої поверхні стола

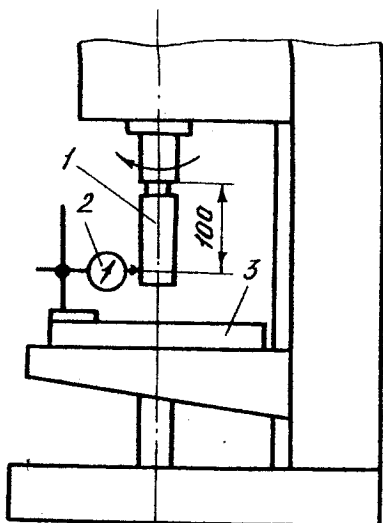


Рис. 9. Схема вимірювання радіального биття осі конуса шпінделя

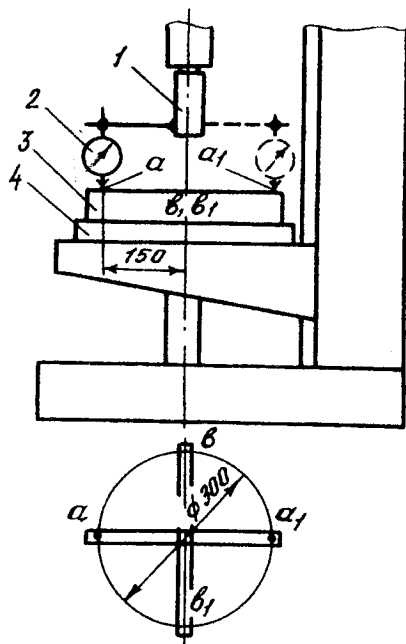


Рис. 8. Схема вимірювання неперпендикулярності осі шпінделя до робочої поверхні стола

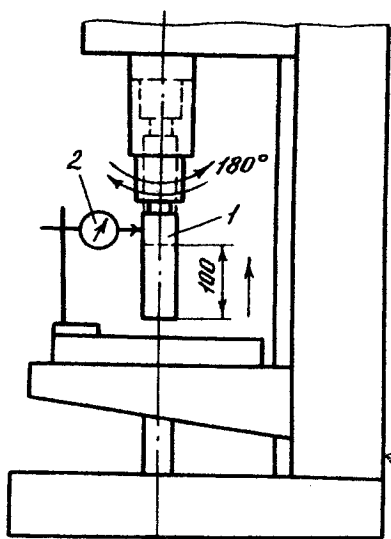


Рис. 10. Схема вимірювання паралельності осі шпінделя напрямку переміщення гільзи

в верхній частині оправки,  $\Delta = \left| \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} - \frac{\Delta_3 + \Delta_4}{2} \right|$  віднесена до бази вимірювання (в даному випадку 100 мм); аналогічні виміри виконати в поперечній площині; результати вимірів занести в таблицю; зробити висновки.

### Зміст звіту

В звіт необхідно включити: найменування, мету і порядок виконання роботи; тип і найменування досліджуваного верстата; найменування і ціну поділки вимірювальних приладів; схеми вимірів; таблицю норм точності і результатів вимірів по кожному з параметрів; загальні висновки.

✓ Таблиця результатів вимірів

№ п.п.	Зміст виміру	Норми точності	Результати вимірів	Висновок
1	Площинність робочої поверхні стола верстата.	0.02/250		
2	Радіальне биття конусної поверхні шпинделя.	0.016		
3	Перпендикулярність осі шпинделя до робочої поверхні стола верстата.	0.025/ $\phi$ 300		
4	Паралельність осі шпинделя напрямку переміщення гільзи.	0.03/100		

### Питання для самоконтролю

1. Виконавчі поверхні машини.
2. Виконавчі поверхні деталі.
3. Показники точності машини.
4. Чим регламентується точність машини ?
5. Назвати виконавчі поверхні вертикально-свердлильного верстата, фрезерного верстата, токарного верстата.
6. Зміст і послідовність виконання експериментів в даній і й роботі.
7. Спосіб перевірки площинності робочої поверхні стола.
8. Спосіб перевірки радіального биття шпинделя вертикально-свердлильного, вертикально-фрезерного і токарного верстатів.
9. Спосіб перевірки перпендикулярності осі шпинделя до робочої поверхні стола вертикально-свердлильного, вертикально-фрезерного верстатів.
10. Спосіб перевірки паралельності осі шпинделя напрямку переміщення гільзи вертикально-свердлильного, вертикально-фрезерного верстатів.

## Література

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1969 р., 599 с.
2. ГОСТ 370-81. Станки вертикально-сверлильные. Нормы точности и жесткости.
3. ГОСТ 22267-76. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерения геометрических параметров.
4. Дивеев Ю.М., Дерибо А.В. Методические указания для выполнения лабораторной работы «Анализ точности исполнительных поверхностей машины».

### Лабораторна робота № 5

#### Основні етапи виробництва машин

Мета роботи - ознайомитися з основними етапами виробництва шестеренчастого насоса.

Робота виконується на базі заводу тракторних агрегатів.

#### Короткі теоретичні відомості

В гідросистемах тракторів і сільськогосподарських машин насоси являються основними перетворювачами механічної енергії двигуна трактора в енергію потоку рідини, яка приводить в роботу елементи приводу. В залежності від характеру процесу витіснення робочої рідини насоси діляться на поршньові, пластинчасті і роторні.

Серед перерахованих типів найбільше розповсюдження в тракторному сільськогосподарському машинобудуванні одержали роторні шестеренчасті гідромашини. Шестеренчаста гідромашина в режимі насоса працює таким чином (рис. 2). Шестерні 1 і 2 знаходяться в постійному зачепленні, в процесі роботи гідромашини зуби шестерен виходять із зачеплення, при цьому утворюються розрідження, в результаті чого рідина засмоктується із бака. З камери засмоктування рідина, наповнивши впадини між зубцями, поступає по внутрішній поверхні отворів корпусу 3 в камеру нагнітання, де зубці входять в зачеплення і виштовхують рідину в камеру, а потім в напірну магістраль.

Цей принцип роботи закладений в ряді конструкцій шестеренчастих насосів (НПІ-6, НШ-10, НШ-32У, НШ-46У, НШ-50-2).

Насос НШ-50-2 (рис.12) складається з корпусу 1, в якому на 4-х підшипниках ковзання 6,7 крутяться ведуча 3 і ведена 4 шестерні. Для об-

меження зони високого тиску по довжині корпусу до торцевих поверхонь шестерень за допомогою П-подібної еластичної манжети 12 притиснені пластини-компенсатори 5. Робоча рідина, що підводиться із зони нагнітання до манжет, забезпечує автоматичну компенсацію зазорів між торцями шестерні і компенсаторів. Крім того, манжета 12 перешкоджає проникненню рідини в зазор між підшипниками і корпусом, в результаті чого значно зменшується навантаження на корпус, збільшується його довговічність. В конструкції насоса використовуються ряд допоміжних деталей для ущільнення зазорів і скріплення деталей (див. рис. 12). Для приєднання арматури з метою подачі і відводу робочої рідини в корпусі є бокові платики з одним наскрізним отвором і чотирма різьбовими отворами.

#### Зміст і порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з правилами внутрішнього розпорядку на території заводу. Інструктаж по техніці безпеки.
2. Вивчення конструкції машини (насоса) його складових деталей.
3. Ознайомлення з процесами виготовлення заготовок деталей насоса: корпусу 1, кришки 2, ведучої шестерні 3, веденої шестерні 4, компенсатора 5, втулки 6,7, гвинта, шайби 13,14.
4. Ознайомлення з процесами механічної обробки деталей насоса (перераховані в п.3.).
5. Знайомство з процесом складання насоса.
6. Знайомство з процесом випробування насоса.
7. Ознайомлення з процесом упаковки насоса.

#### Зміст звіту

1. Мета і зміст, порядок виконання роботи.
2. Ескіз насоса.
3. Послідовність виготовлення насоса.
4. Способи одержання заготовок деталей насоса, обладнання, що використовується для їх одержання, назви цехів де одержують заготовки деталей насоса.
5. Механічна обробка основних деталей насоса: послідовність (основні етапи) обладнання, дільниці, цехи.
6. Складання насоса: послідовність, обладнання, дільниця, цех.
7. Випробування: контролюємі параметри, обладнання, дільниця, цех.
8. Особисті спостереження і висновки по роботі.

#### Питання для самоконтролю

1. Склад машини-насоса (деталі)
2. Принцип роботи насоса.
3. Області використання насоса.

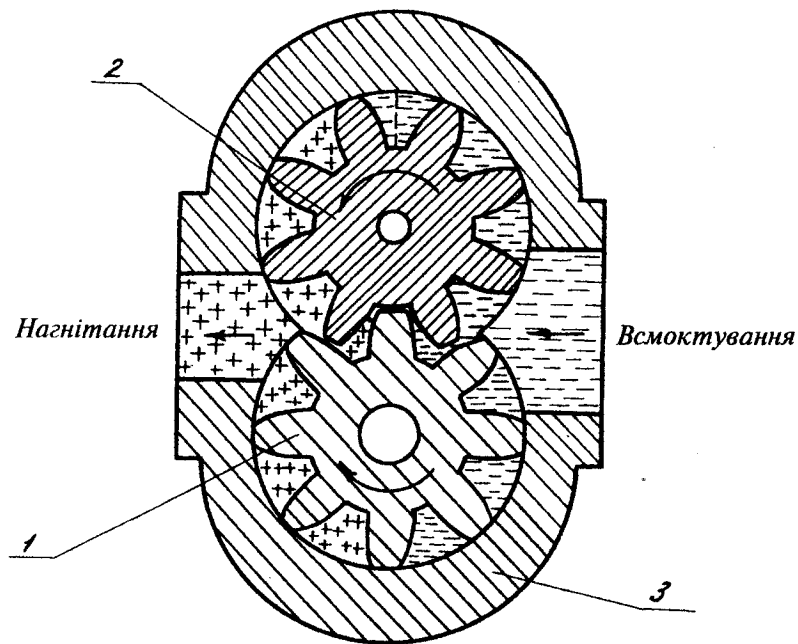
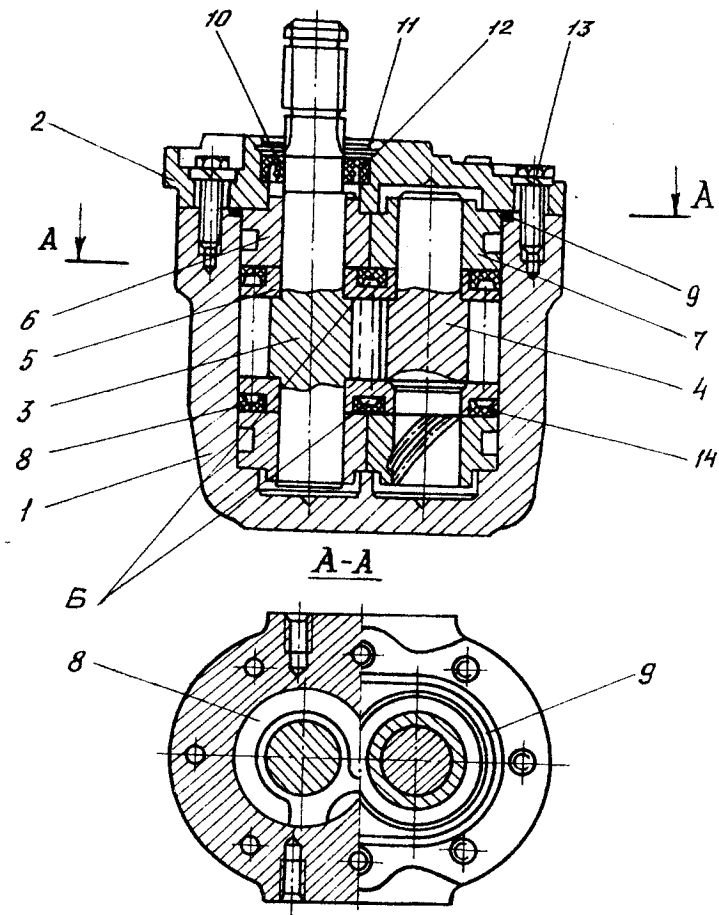


Рис. 11. Схема шестеренного насоса

- 1 - ведуча шестерня;
- 2 - ведена шестерня;
- 3 - корпус насоса;





- |                                |                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Корпус НШ50У-3-01.          | 8. Манжета НШ50У-2-02-А.                 |
| 2. Кришка НШ50У-2-05.          | 9. Кі льце 090-095-30-2-3 ГОСТ 18829-73. |
| 3. Ведуча шестерня НШ50У-2-04. | 10. Кі льце опорне НШ32У-0303029.        |
| 4. Ведена шестерня НШ50У-2-07. | 11. Кі льце НШ32У-0303028.               |
| 5. Компенсатор НШ50У-3-03.     | 12. Манжета 1.2-25x42-1 ГОСТ 8752-79.    |
| 6. Втулка ліва НШ50У-2-10.     | 13. Болт М10 6gx25 ГОСТ 7796-70.         |
| 7. Втулка права НШ50У-2-11.    | 14. Прокладка НШ50У-3-06.                |

Рис. 12. Насос шестеренний НШ50У-3

4. Способи одержання заготовок деталей насоса.
5. Процеси механічної обробки деталей насоса, обладнання дільниці, цеху.
6. Процес складання насоса, послідовність, обладнання, дільниця, цех.
7. Процес випробування насоса: контрольні параметри, обладнання, дільниця, цех.

#### Література

1. Маталін А.Д. Технологія машинобудування. - Л.: Машинобудування. Ленінградське відділення. 1985 р., 496 с.
2. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1969 р., 559 с.

## **Тема. Виробництво литих заготовок деталей машин**

Серед різноманітних видів виробництва, що використовуються для одержання заготовок деталей в машинобудуванні найважливіше місце належить ливарному виробництву. Приблизно 70 % /за масою/ заготовок одержують литтям, а в деяких галузях машинобудування, наприклад, у верстатобудуванні, 90-95 %. Це пояснюється тим, що литтям можна одержати деталі масою від декількох грамів до сотень тон з товщиною стінки 0,5...500 мм і більшою, з розмірами від декількох міліметрів до десятків метрів самої складної форми, яку неможливо одержати іншими методами і з різних сплавів /пластичних або крихких/. Литтям можна одержати заготовку, максимально наближену за формою до готової деталі, що значно скорочує витрати металу і об'єм механічної обробки. Не дивлячись на велику масу відлитих заготовок в порівнянні, наприклад, зі звареними, їх виготовлення в багатьох випадках обходиться дешевше і забезпечує високу якість.

Перед народним господарством країни стоїть задача: економно використовувати ресурси у всіх галузях, застосовувати високопродуктивні матеріалозберігаючі маловідходні і безвідходні технології, що безперечно зв'язано з подальшим розвитком ливарного виробництва. Перспектива розвитку ливарного виробництва викликана широким використанням в авіації, суднобудуванні, приладобудуванні, радіоелектроніці, ракетобудуванні і атомній енергетиці виливків із тугоплавких сплавів. Великий попит на лиття спостерігається в зв'язку з розвитком хімічного машинобудування, де широко використовуються важкооброблювані жароміцні і корозійно-стійкі сплави. На сьогоднішній день у важкому машинобудуванні починає широко впроваджуватися нова, практично безвідходна технологія - електрошлакове лиття, яка дозволяє одержати деталі, що часто не потребують механічної обробки з високою якістю металу, з щільною структурою і високою хімічною однорідністю.

Подальше удосконалення технології ливарного виробництва, механізації і автоматизації всіх процесів, опанування і впровадження прогресивних способів скоротять механічну обробку виливків, знизять їх вартість і розширять область використання ливарного виробництва в промисловості.

Цикл лабораторних робіт з ливарного виробництва має мету познайомити студентів із способами лиття, які забезпечують різну точність одержання заготовок деталей машин, є різними за трудомісткістю і матеріаломісткістю, мають різний рівень прогресивності.

## Лабораторна робота № 1

### Виготовлення заготовок литтям в піщані форми

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією і оснащенням для виготовлення заготовок литтям в піщані форми, з формовкою піщаних форм і стержнів, заливанням металу, вибивкою і очищенням заготовок.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

#### Короткі теоретичні відомості

Лиття в піщані форми - найбільш універсальний і розповсюджений спосіб виготовлення заготовок в разових формах. Він використовується в індивідуальному /одиничному/, серійному і навіть масовому виробництвах. Литтям в піщані форми при ручній формовці виготовляють великі, середньогабаритні та дрібні заготовки в індивідуальному і дрібносерійному виробництві. Машинне приготування робочих сумішей, формування, механізоване і автоматизоване наповнення опок сумішшю, її ущільнення, вилучення моделей з форми, складання і транспортування форм, дає можливість застосувати лиття в піщані форми в серійному і масовому виробництвах. Використання роботизованих і автоматизованих ліній, ліній з програмним керуванням виробничим процесом забезпечує високу якість заготовок, поліпшені умови праці і високу продуктивність обладнання. Технологічний процес виготовлення виливка складається з різних етапів, які виконуються у відповідних відділеннях ливарного цеху.

Для виготовлення піщаної форми використовують модельний комплект, опочне оснащення і формувальні матеріали. В модельний комплект входять: модель або модельні плити, стержньові ящики, моделі ливниково-живильної системи /випори, прибутки/. Модель - це прототип виливка, що призначений для одержання в піщаній формі відбитка, який відповідає зовнішній конфігурації виливка і знакам стержнів. Якщо виливок виготовляється без застосування стержнів, то модель не має знакових частин.

Стержньові ящики використовуються для виготовлення стержнів, які забезпечують одержання у виливках внутрішніх порожнин.

В якості прикладу на рис. 1 приведений процес виготовлення разової піщаної форми для виливка втулки /рис.1, а/. Ливарну форму /рис.1, г/ виготовляють ручним формуванням в двох опоках /металічних рамках/: нижній - 3 і верхній - 4, в яких ущільнюють формувальну суміш 10.

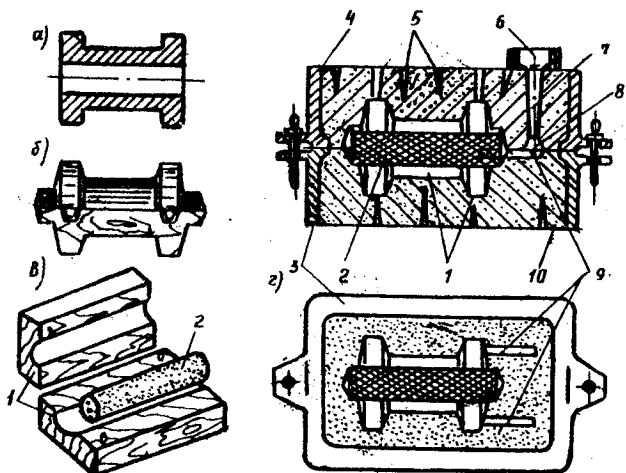


Рис.1. Процес виготовлення вилівка литтям в піщані форми

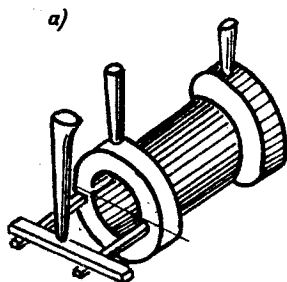


Рис.2. Зразок вилівка, одержаного литтям в піщані форми

Порожина форми 1 має конфігурацію моделі втулки /рис.1, б/. Для одержання отвору у втулці в формі використовують стержень 2, виготовлений із стержньової суміші в стержньовому ящику 1 /рис.1, в/. За розмірами стержень довший, ніж отвір втулки, так як стержень має додаткові частини - знаки, за допомогою яких він встановлюється і фіксується в формі.

Щоб наповнити порожнину форми рідким металом, в формі виконують систему каналів - ливникову систему /рис.1, г/, що складається із чаші 6, стояка 7, шлакоуловлювача 8 і живильника 9. Повітря, що знаходиться в порожнині форми, витискується при її заливанні металом через канали 5 - випори, які роблять на самих високих ділянках порожнини форми спеціальним інструментом - шомполом.

Для виконання в робочій порожнині форми каналів для заливання металу і виходу повітря застосовують модель ливникової системи і випорів.

На рис. 1 б показана модель виливка втулки, яка для зручності формування виготовлена роз'ємною, складеною з двох частин - нижньої і верхньої. Половини моделі з'єднуються між собою шипами. За формою модель відповідає зовнішній конфігурації виливка і знакам стержня. Для полегшення виймання моделі з форми на вертикальних стінках виконують формувальні нахили. Гострі кути сполучених стінок роблять спряженими радіусами - галтелями. Зібрану форму заливають металом. Після затвердіння металу форму розбивають, вилучають виливок, виймають з виливка стержень. Після цього виливок обрубують-відділяють ливникову систему і випори, очищають від пригорілої формувальної суміші, піддають термічній обробці і передають на механічну обробку.

Одержаний виливок зображений на рис. 2.

При виготовленні ливарної форми машинним способом використовують металічні модельні плити, які роблять збірними або цільнолитими. В першому випадку модель виготовляють окремо, а потім монтують на плиті, в другому випадку модель і плиту виготовляють як одне ціле. На модельних плитах разом з моделями виливків закріплюють моделі елементів ливникової системи. На рис.3а показана нижня, а на рис.3б - верхня модельні плити.

Формувальні матеріали, що призначені для приготування формувальних і стержньових сумішей, діляться на основні /пісок, глина/ і допоміжні /вугілля, торф, стружка та інші/. Вони поліпшують спеціальні властивості сумішей. Основні вимоги, яким вони повинні відповідати: вогнетривкість, пластичність, міцність, газопроникність, податливість, непригорання, негігроскопічність, довговічність, дешевизна і не дефіцитність. Глина та пісок - це наповнювачі; кам'яно-вугільний пил, тальк та графіт - протипригарні елементи; маршаліт, магнетит та цирконій - фарбники.

У стержньових сумішах замість глини використовують оксоль, рідке скло, смоли, декстрин, патоку з додаванням дерев'яного трачіння і торфу, які

вигоряючи, підвищують пористість і податливість сумішей. Для виготовлення моделей стержньових ящиків використовують бук, березу, клен, рідше сосну та ялицю. При машинному формуванні моделі і підмодельні плити виготовляють з металу.

Для виготовлення опок використовують сталь, чавун і легкі сплави. Послідовність технологічного процесу одержання виливків в разові піщані форми така:

1. Розробка креслення заготовки /за кресленням деталі/.
2. Розробка креслень моделі і стержньових ящиків.
3. Виготовлення моделі і стержньових ящиків.

/Допоміжні операції - підготовка вихідних формувальних матеріалів, приготування формувальних і стержньових сумішей/.

4. Виготовлення напівформ і стержнів.
5. Сушіння /затвердіння/ напівформ і стержнів.
6. Складання форми.
7. Заливання металу.

/Допоміжні операції - підготовка вихідних шихтових матеріалів, виплавка сплаву, позапічна обробка розплаву/.

8. Затвердіння сплаву, охолодження виливків у формі.
9. Вибивка виливків з форми
10. Відділення ливників, очищення поверхні, вилучення стержнів.
11. Термообробка
12. Повторне очищення поверхні
13. Контроль виливка.

Литтям в піщані форми можна одержувати виливки з шорсткістю поверхні  $R_z=320 - 40$  мкм і точністю 17-14 класів. Якщо форма виготовлена із звичайної піщано-глинистої суміші, то шорсткість поверхні виливка перевищує  $R_z=320 - 160$  мкм, якщо використовується піщано-масляна суміш -  $R_z=320 - 80$  мкм, при використанні хромомagneзитових сумішей шорсткість поверхні виливка може бути  $R_z=80 - 20$  мкм.

На якість виливків впливають такі фактори, як температура рідкого сплаву, час заповнення форми рідким сплавом, ступінь заповнення ливникової системи, висота струменя, точність форми і її розмірів. Для поверхневого легування виливків використовують покриття ливарної форми легуючими елементами. Такі карбідоутворюючі легуючі елементи /вуглець, телур, марганець/ підвищують зносостійкість форми і усувають пухкість виливків, графітізуючі легуючі елементи /кремній, титан, алюміній/ усувають відбілювання, зменшують залишкові напруження та поліпшують механічну оброблюваність виливків.

Брак виливків: недостатня точність форми, розмірів, взаємного розташування поверхонь, газові та повітряні порожнини, пісочні і шлакові

включення, пригорання, тріщини, заливи, недоливи, жолоблення.

Для усунення деяких видів браку використовуються такі операції, як зварювання, наплавлення, замазування, просочування. Але для попередження браку потрібно усувати причини його появи.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з правилами внутрішнього розпорядку на території заводу і ливарного цеху. Інструктаж з техніки безпеки.
2. Вивчення конструкцій деталі /креслення і зразки готових деталей/.
3. Вивчення дерев'яних моделей /креслення і зразки моделей/.
4. Вивчення конструкцій виливка /креслення і зразки виливків/.
5. Ознайомлення з обладнанням, прийомами роботи і виробами модельного цеху / екскурсія з демонстрацією/.
6. Ознайомлення з технологією і обладнанням відділення по приготуванню суміші.
7. Виготовлення піщаних стержнів і форм /практична робота/.
8. Знайомство з ручною формовкою по дерев'яних моделях.
9. Знайомство з машинною формовкою в металічні опоки, складанням форм, підготовкою і заливанням металу, ручною та механізованою вибивкою опок /демонстрація процесу/.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, моделі, виливка.
3. Послідовність операцій виготовлення виливка.
4. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності із змістом роботи і контрольних питань.

### Питання для самоконтролю

1. Основні операції виготовлення виливків в піщані форми.
2. Оснащення для виготовлення піщаних форм.
3. Формувальні суміші, склад, приготування.
4. Формування ручне і машинне.
5. Виготовлення стержнів і напівформ, складання форм.
6. Підготування і заливання металу.
7. Вибивка і очистка виливків, відділення ливникової системи.
8. Дефекти виливків і причини, що їх викликають.
9. Області застосування лиття в піщані форми.



10. Переваги і недоліки одержання заготовок литтям в піщані форми.

11. Якість заготовок, одержаних литтям в піщані форми.

## Лабораторна робота № 2

### Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією, обладнанням та оснащенням для виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Одержання заготовок деталей машин литтям за виплавними моделями є литтям в разові форми. Цей спосіб використовується для виготовлення складних і точних заготовок практично ізлюбих сплавів. Особливо широке застосування знаходить він для одержання заготовок деталей з жароміцних або спеціальних сталей важкооброблюваних сплавів. Маса заготовок може бути від десятків грамів до сотні кілограмів. Спосіб досить трудомісткий, вимагає значних матеріальних витрат. Однак його застосування в багатьох випадках виправдано. Висока точність і якість поверхонь заготовок дозволяють зменшити припуски на механічну обробку, звести їх до мінімуму, або взагалі виключити. Це дає можливість скоротити матеріаломісткість заготовок, одержати економію металу, зменшити кількість металооброблювального обладнання і робітників, що його обслуговують в механічних цехах.

Особливо ефективне застосування цього способу в умовах масового, серійного виробництва.

Суть способу лиття за виплавними моделями полягає в тому, що у форму, яка є нероз'ємною керамічною вогнетривкою оболонкою заливається розплавлений метал. Він заповнює порожнину форми, утворюючи її точну копію, що відповідає формі заготовки. Метал застигає, оболонка розрушається і вилучається виліток. Вогнетривка оболонка виготовляється по моделі із легкоплавкої речовини, яка вилучається нагріванням.

Технологія способу лиття за виплавними моделями - багатоперіодична. Основними операціями є:

1. Виготовлення одноразової нероз'ємної моделі самого вилітка, а також виготовлення одноразової моделі ливниково-живильної системи.

Моделі одержують із матеріалів, які легко плавляться, згорають чи розчиняються. Найбільш часто застосовують модельні суміші на основі парафіну і стеарину, а також церезину, воску та інших компонентів, що легко плавляться /  $t^{\circ}=50-100^{\circ}\text{C}/$ .

Разом з тим  $t^{\circ}$  їх розм'якшення перевищує  $t^{\circ}$  виробничого приміщення / $t^{\circ}=30^{\circ}\text{C}/$ .

Виплавну модель виливка одержують шляхом заповнення металічної прес-форми рідким або пастоподібним модельним складом. В першому випадку прес-форму заповнюють вільним заливанням, в другому - запресовують пастоподібну суміш, що змішана з 8-20 % повітря. В прес-формах модельна суміш затвердіває і застигає.

Моделі ливниково-живильної системи виготовляють аналогічно.

2. Складання моделей в один блок. Модель виливка з'єднують з окремо виготовленими виплавними моделями ливниково-живильної системи в блок. Моделі одержані в одномісних пресформах припаюють паяльником.

Якщо заготовки деталей дрібні, то вони припаюються до одного центрального стояка і утворюють так звану "ялинку".

3. Виготовлення суспензій із скріплювального і пилевидного вогнетривкого наповнювача.

Найбільш поширений гідролізований етил-силікат  $[(\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_4)\cdot\text{SiO}_2]$ . До цього розчину додають 60-70 % кварцового пилю, ретельно перемішують цю масу до утворення однорідної суспензії.

4. Формування на модельних блоках вогнетривкої оболонки.

Підготовлені моделі або блоки моделей занурюють у вогнетривку суспензію, виймають їх, після стікання суспензій моделі обсипають сухим, дрібним кварцовим піском або кварцовою мукою. Одержане вогнетривке покриття висушують на повітрі протягом 2-3 годин або в атмосфері аміаку протягом 20 хвилин. Операцію занурення та обсипання повторюють 4-6 разів так, щоб загальна товщина оболонки навколо моделі була 3-4 мм /не більше 5-6 мм/. Перший шар обсипають піском, розмір частинок якого 0,2-0,315 мм, наступні шари великозернистим піском.

При виготовленні великих виливків на модельному блоці формують більше 12 шарів.

5. Відділення моделей з оболонки без руйнування її цілості. Після кінцевої просушки /10-12 год/ форми вміщують у ванни з гарячою / $95^{\circ}-100^{\circ}\text{C}/$  водою, де з форм виплавляється модельна речовина. Вилучення речовини відбувається на 95 %.

6. Зміцнення оболонки прожарюванням.

Після висушування форм їх вставляють в металеві ящики /опоки/, засипають опорним наповнювачем /кварцовим дрібним піском/ і вміщують в піч з температурою 800 -1100 $^{\circ}\text{C}$ , де відбувається повне спікання оболонки і

вигорання залишків модельної речовини. В масовому виробництві оболонки заформовують опорним наповнювачем після їх попереднього обпалювання.

#### 7. Заливання металу в форми.

Після виймання з печі форми заливають рідким металом /температура форми  $t^{\circ}=800^{\circ}\text{C}$ /. Заливання в гарячу форму підвищує рідкотекучість металу. Заготовки одержують без пригару.

#### 8. Відділення оболонки і ливникової системи.

Після охолодження виливків їх вибивають з форми на решітках. Опорний наповнювач просипається через решітку, а блок виливків після подальшого охолодження піддають попередньому очищенню.

При виготовленні дрібних виливків операція попереднього очищення суміщається з операцією відділення ливникових систем. Ливникові системи великих виливків відділяються на металорізальних верстатах, пресах.

При попередньому очищенні і відділенні виливків оболонка відділяється з зовнішніх поверхонь, але вона міцно задержується в отворах, внутрішніх порожнинах. Залишки керамічної оболонки, що складають 10 % від початкової кількості, відділяють при кінцевому очищенні. Для цього застосовують звичайні механічні методи /на вібраційному устаткуванні/, а також хімічне очищення в лужному середовищі. Стальні та чавунні виливки очищають в 45-55 % водних розчинах NaOH, KOH, нагрітих до  $150^{\circ}\text{C}$  чи в розчинах лугів при  $500^{\circ}\text{C}$ . Керамічна оболонка руйнується за рахунок взаємодії  $\text{SiO}_2$  з лугом, утворюючи силікати натрію чи калію. Для інтенсифікації очищення процес об'єднується з механічним очищенням в галтувальних барабанах. Після очищення в лугових розчинах виливки промивають в гарячій воді, далі поміщають в водний розчин соди і після цього сушать. При необхідності вводять термічну обробку.

На рис.4 приведений типовий процес виготовлення виливків даним способом. Відсутність роз'єму форми забезпечує підвищену точність маси і розмірів вилівка - 11-14 квалітети, а формування дрібнозернистого вогнетривкого наповнювача - високу чистоту поверхні  $Rz=40 - 10$  мкм і навіть  $Rz=20 - 10$  мкм.

Переваги:

Заливання в гарячі форми покращує їх заповнюваність металом. При цьому стає можливим одержання складних за конфігурацією виливків масою від декількох грамів до сотні кілограмів із стінками товщиною 0,6 -5 мм і розмірами до 1 м.

- Внаслідок повільного застигання металу в формі покращується живлення виливків за рахунок більшого розвитку фільтрацій розплаву із ливниково-живильної системи, але укрупнюється структура.

- Негазотворність оболонок після обпалювання попереджує у виливках утворення газових раковин.

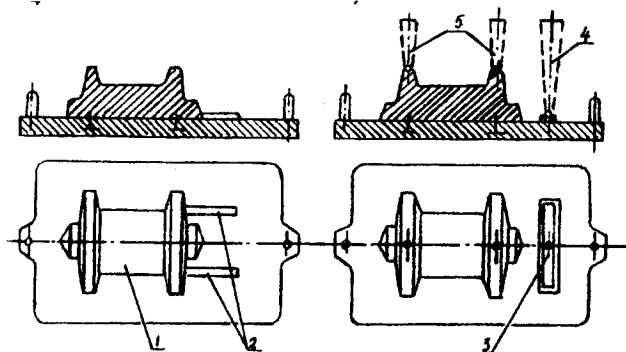


Рис.3. Модельні плити для одержання піщаних форм

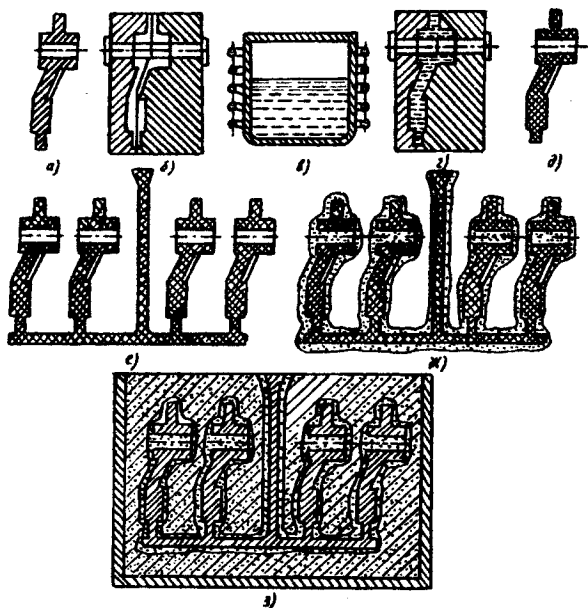


Рис.4. Послідовність виготовлення виливків литтям за виплавними моделями: а - виливок; б - прес-форма; в - електропіч для розплаву легкоплавкого сплаву; г - прес-форма, заповнена легкоплавким сплавом; д - легкоплавка модель; е - легкоплавкі моделі з ливниковою системою; ж - легкоплавкі моделі з нанесеним шаром вогнетривкого матеріалу; з - заформовані легкоплавкі моделі

- Модель і оболонкова форма не мають роз'єму і знакових частин, що підвищує якість і точність.

Недоліки:

- Підвищена температура заливання і застосування попередньо нагрітих форм приводять до зниження механічних властивостей і сприяє утворенню більш глибокого безвуглецевого шару на поверхні виливків.

- У виливків із титанових сплавів підвищена твердість поверхневого шару товщиною 0,2 - 2,0 мм.

- Лиття за виплавними моделями є найбільш довгим і трудомістким технологічним процесом серед всіх способів лиття.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки в цеху.
2. Вивчення конструкції деталі /креслення і зразки готових деталей/.
3. Вивчення технологічного процесу виготовлення заготовки.
4. Ознайомлення з обладнанням, прийомами роботи.
5. Вивчення конструкції виливка, порівняння його з конструкцією готової деталі.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, моделі, виливка.
3. Послідовність операцій виготовлення виливка з ескізами.
4. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності із змістом роботи і контрольних питань.

### Питання для самоконтролю

1. Суть одержання заготовок способом лиття за виплавними моделями.
2. Основні операції виготовлення виливків за виплавними моделями.
3. Доцільність і області застосування способу одержання заготовок литтям за виплавними моделями.
4. Матеріали, що використовуються для виготовлення моделей заготовок при литті за виплавними моделями.
5. Обладнання, за допомогою якого одержують моделі заготовок при литті за виплавними моделями і процес їх виготовлення.
6. Виготовлення моделей ливниково-живильної системи.
7. Виготовлення форми для заливання металу.
8. Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями, їх очищення.
9. Якість заготовок одержаних литтям за виплавними моделями.

10. Переваги і недоліки одержання заготовок литтям за виплавними моделями.

## Лабораторна робота №3

### Виготовлення заготовок литтям в металічні форми

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією і оснащенням та обладнанням для виготовлення заготовок литтям в металічні форми /кокіль/, набуття практичних навиків в призначенні припусків на механічну обробку, розмірів, норм точності.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

#### Короткі теоретичні відомості

Кокілем називають металічну ливарну форму з чавуну, сталі чи алюмінієвих сплавів, порожнина якої заповнюється розплавом під дією сили тяготіння. Сплав заповнює простір між порожниною кокіля і стержня, утворюючи вилівок. Після затвердіння металу кокіль розкривають і з нього виштовхується вилівок.

Принципова відмінність від лиття в піщані форми та за виплавними моделями полягає в тому, що металічні форми багаторазово використовуються для одержання великої кількості виливків.

Окремі елементи кокіля, головним чином, стержні, що утворюють складні внутрішні порожнини вилівка, можуть бути виготовлені з піску на певному скріплюючому матеріалі і використовуватися тільки одноразово.

За конструкцією кокілі виготовляють нероз'ємними витряхними рис.5а,е і роз'ємними з горизонтальним рис.5б,ж і вертикальним роз'ємом рис.5 в,д.

На рис.5а зображений нероз'ємний кокіль /витряхний/. В кокіль І вмонтовані цапфи II, за допомогою яких кокіль повертається на  $180^\circ$  і вилівок із нього виштовхується. Верхня частина кокіля закривається піщаним стержнем 12. Він і стінки кокіля формують зовнішній контур заготовки, а внутрішню порожнину її утворює стержень 5. Метал заливають через ливникову систему 8.

На рис.5б зображений кокіль з горизонтальною лінією рознімання. Він складається з двох половин 1 і 4 які центруються штирями 15. Ливникова система 8 розміщена в стержньові.

На рис.5в зображений кокіль з вертикальною лінією роз'єму. Роз'ємний кокіль складається з двох половин 6, що центруються направляючими

штирями 10. Для усунення жолоблення, кокіль сконструйований коробчатої форми. На зовнішній стінці кокіля для прискорення його охолодження іноді відливають пальці 8. Отвір або внутрішню порожнину у виливка утворює металічний стержень 9.

Метал заливають в ливникову чашу 3, і по стояку 4, живильнику 7 він заповнює порожнину форми 2.

Металічні стержні неідеальні, і тому, щоб не утворювалися у виливковій тріщині їх виймають з форми до початку усадки металу. Якщо внутрішня конфігурація виливка дуже складна, то металічні стержні виготовляють із декількох частин або заміняють піщаними. Для виходу повітря із форми під час заливання металу крім випорів II в площині рознімання по всій висоті кокіля прорізають щілини глибиною 0,3...0,5 мм /на рис. не показані/. Через такі канали не витікає рідкий сплав і легко виходять гази.

На рис.5 г приведена схема кокіля з комбінованим роз'ємом. Він складається з двох половин 1 і 4 металічного стержня 17, вставок 16 і ливникової системи 8. Ливникова система виготовлена в рознінному кокілі 18.

Щоб зменшити швидкість охолодження виливків, уникнути утворення закаленого шару біля їх поверхні і підвищити стійкість кокіля, на його робочу поверхню наносять теплоізоляційні покриття.

Їх виготовляють із одного чи декількох вогнестійких матеріалів /кварцової муки, молотого шамота, графіту, крейди, тальку та інших/ і зв'язуючого матеріалу /рідкого скла, папки та інших/.

В залежності від товщини і властивостей застосованих покриттів кокілі ділять на: кокілі з тонкошаровим покриттям товщиною до 0,5 мм, які використовують для заливання сплавів з підвищеною густиною і герметичністю; на облицьовані кокілі покриті стержньовою сумішшю /рис.5 б/ товщиною 2-5 мм, що використовують для заливання тугоплавких сплавів /сталей, чавуну та інших/, при виготовленні виливків складної форми і тонкостінних виливків, на футеровані кокілі, робочу частину яких повністю або частково покривають формувальною сумішшю /рис.5а/ товщиною 6-12 мм. В таких кокілях виготовляють великі товстостінні виливки із чавуну або сталі.

Порожнину виливка утворюють піщаними і металічними стержнями. Застосовують суцільні рознінні металічні стержні. Суцільні стержні 9 /рис.5в/ служать для утворення порожнини виливків простої конфігурації, а роз'ємні - для утворення більш складної порожнини виливка. Нероз'ємні стержні і вставки легко виймаються з виливка. Роз'ємні стержні виготовляють з 3-4 частин /рис.6/, які складають і встановлюють в кокіль; після його заливання сплавом і затвердіння виливка стержень виймається по частинах. Основний стержень для виготовлення алюмінієвого поршня складається з трьох частин:

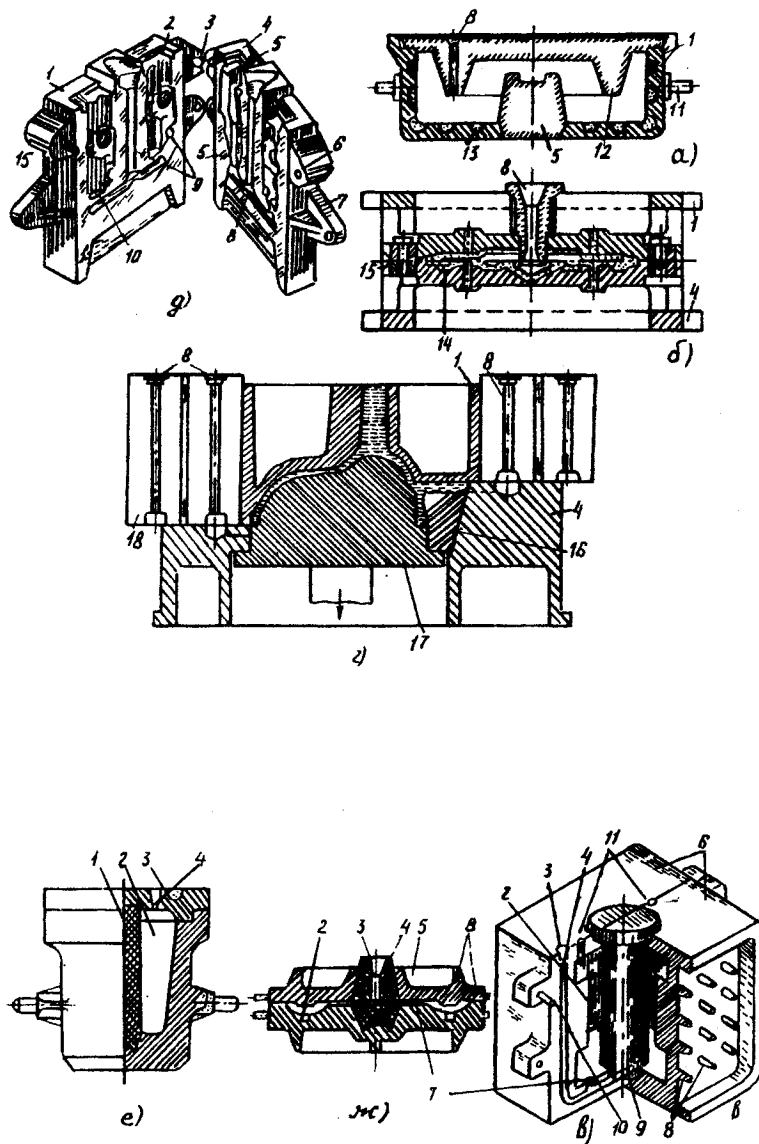


Рис.5. Приклади виготовлення виливків в кокілях (металічних моделях)



центрового стержня 2 і двох бокових 1 і 3. Спочатку виймається центровий клиноподібний стержень 2, потім бокові 1 і 3, а потім стержні 4 і 5.

Механізувати і автоматизувати технологічний процес кокільного лиття набагато простіше, ніж тех. процес лиття в піщані форми. Для механізації застосовують кокільні машини - однопозиційні та карусельні. На цих машинах автоматизують такі технологічні процеси: відкривання і закривання кокілей, встановлення і виймання металічних стержнів та виштовхування виливків з кокіля. На рис.7 дана схема однопозиційного кокільного верстата. Він складається з двох плит 2 і 7, до яких прикріплені половини кокіля 3 і 6, що приводяться в рух гідравлічними циліндрами 1 і 8. Металічні стержні, які закріплюють на плитах 4 і 9, приводяться в рух гідравлічними циліндрами 5 і 10. Рух механізмів виконується після включення кнопки на пульті керування або автоматично. Карусельні машини, як правило, складаються з групи однопозиційних машин, що встановлені на столі, який обертається. При обертанні стола на першій позиції автоматично закриваються кокілі, на другій вставляються стержні) на третій заливаються кокілі сплавом, на четвертій затвердівають виливки, на п'ятій відкриваються кокілі і виштовхуються виливки, на шостій продуваються повітрям кокілі, на сьомій наносять на кокілі покриття і т.д. Застосовують автоматичні кокільні лінії, на яких всі процеси виготовлення виливків автоматизовані.

Особливістю технології лиття в металічні форми є підготовка кокіля до заливання, яка полягає в наступному:

1. Пофарбування робочих поверхонь порожнини спеціальними фарбами, склад яких визначається видом розплаву.

2. Доведення /нагрівання чи охолодження/ температури кокіля до оптимального для даного сплаву рівня і складання форми.

Всі решта операцій технологічного процесу такі, як і при литті в разові піщані форми.

Точність виливків 12-15 квалітети, шорсткість поверхні  $Rz=80-20$  мкм.

Лиття в металічні форми економічно доцільне в серійному і масовому виробництвах.

Основні переваги цього способу виготовлення заготовок:

- Можливість багаторазового використання ливарної форми.
- Висока точність форми і розмірів, якість заготовки.
- Дрібнозерниста структура матеріалу.
- Порівняно висока продуктивність.
- Низькі трудомісткість і собівартість заготовок.
- Відсутність необхідності в модельному, опочному оснащенні і формувальних сумішах
- Добрі умови праці
- Непотрібна висока кваліфікація робітників.

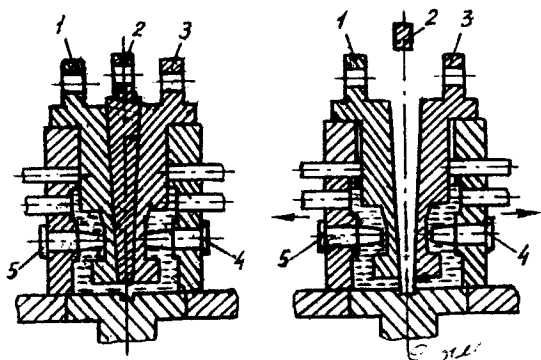


Рис.6. Роз'ємний металевий стержень.

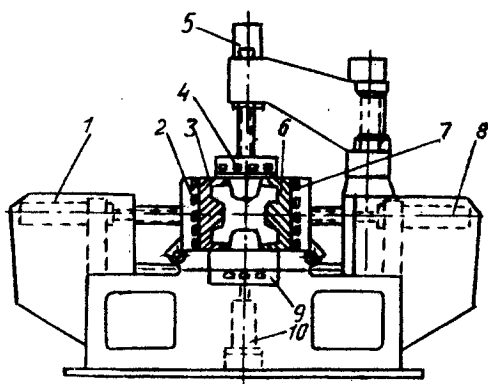


Рис.7. Однопозиційний кокільний верстат

- Потрібні порівняно менші виробничі площі.
- Відсутні операції по очищенню виливків від суміші.
- Процес легко механізується і автоматизується.

Разом з тим цей спосіб має істотні недоліки:

- Висока вартість оснащення.
- Утворення тріщин у виливках.
- Чавунні виливки відблюються і вимагають додаткової термообробки.
- Неможливість виготовлення тонкостінних виливків через підвищену швидкість їх охолодження, а також виливків значною масою.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки в цеху.
2. Вивчення конструкції деталі /креслення і зразки готових деталей/.
3. Призначення припусків на механічну обробку допусків, розмірів, граничних відхилень, зміщення, жолоблення, мас /за ГОСТ 26645-85/
4. Вивчення конструкції вилівка : порівняння призначених розмірів і норм точності з кресленнями /креслення і зразки виливків/.
5. Знайомство з конструкцією кокільного оснащення і машини для заливання форм.
6. Вивчення процесу одержання виливка: підготовка кокіля, металу, заливання металу, виймання виливка.
7. Знайомство з кінцевими операціями виготовлення заготовки литтям в кокіль: обрублення ливника, відділення прибутку, зачищення.
8. Контроль якості виливків.
  - 8.1. Аналіз наявних дефектів литва і причин їх виникнення.
  - 8.2. Контроль точності розмірів виливків /за завданням викладача/.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, ескіз виливка з розмірами, ескіз кокіля.
3. Послідовність призначення і прийняті значення припусків і норм точності /див. п.3 змісту/, порівняння прийнятих значень з даними на кресленні заготовки і висновки.
4. Послідовність операцій одержання виливка.
5. Дані і висновки по результатах контролю якості виливків.
6. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності з темою і контрольними питаннями.

## Питання для самоконтролю

1. Суть способу одержання заготовок литтям в кокіль.
2. Основні операції технологічного процесу лиття заготовок в кокіль.
3. Конструкція кокіля.
4. Машини для виготовлення заготовок литтям в кокіль.
5. Конструктивні особливості заготовок, одержаних литтям в кокілі: ливарні радіуси, нахили, спряження і напуски.
6. Ливникові системи при литті в кокіль, методи їх відділення.
7. Підготовка кокілей до заливання.
8. Якість виливків, одержаних литтям в кокіль.
9. Найвні дефекти лиття і причини їх виникнення.
10. Області раціонального використання способу одержання заготовок литтям в кокілі.
11. Переваги і недоліки лиття в кокіль.

## Лабораторна робота № 4

### Виготовлення заготовок литтям під тиском

Мета роботи - вивчення технології, обладнання і оснащення для виготовлення заготовок литтям в металічні форми під тиском

Лабораторна робота виконується на базі ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Суть способу лиття під тиском полягає в тому, що рідким металом примусово заповнюють металічну прес-форму під тиском, який піддержують до повної кристалізації виливка.

Лиття під тиском виконують на компресорних і поршньових машинах високої продуктивності, що дають 200...400 виливків за годину. Поршньові машини випускають з гарячою чи холодною камерою стискування, розміщеною горизонтально чи вертикально. Машини з гарячою камерою стискування, в яких камера знаходиться безпосередньо в розплаві, застосовують для одержання виливків з кольорових сплавів на основі міді, алюмінію, магнію.

На машинах з вертикальною холодною камерою стискування /рис 8а/ розплав 4 заливають в камеру стискування 5 /положення 1/. Верхній поршень 1, опускаючись, давить на розплав і на нижній поршень 10, який при русі вниз

відкриває ливниковий канал 3. Метал заповнює порожнину 2 прес-форми, що складається з двох половин 6 і 7 /положення II/. Об'єм рідкого металу повинен бути більшим за об'єм порожнини форми, щоб між верхнім і нижнім поршнями залишався надлишок металу. Тиск верхнього поршня піддержують до повної кристалізації виливка після чого прес-форму відкривають і вилівок 9 разом з ливником 12 виштовхують з форми виштовхувачами 8. Нижній поршень виштовхує назовні надлишок металу II /положення III/, і його відправляють в переплав.

На рис.8б показана робота машини з горизонтальною холодною камерою стискування. Всі операції в ній виконуються в тій же послідовності.

На рис.8в приведена схема роботи поршневої машини з гарячою камерою стискування. Чавунний тигель 13 з рідким металом безперервно підігривають знизу газом через форсунку 21. Перед заливанням прес-форму 19 закривають і мундштук 18 з'єднується з каналом 17. При верхньому положенні поршня 16 через отвір 14 сплав заповнює камеру стискування 15 і канал. При русі вниз поршень впресовує рідкий метал в порожнину форми. Після затвердіння металу тиск знімають, поршень рухається вгору, форму розкривають і вилівок виштовхують виштовхувачами 20. Машини з гарячою камерою пресування більш продуктивні і витрачають менше рідкого металу, однак їх не можна застосовувати для лиття сплавів з температурою плавлення більше 500°C через швидке зношування поршня.

В машинах з холодною камерою стискування поршень контактує з розплавом протягом короткого проміжку часу і тому мало зношується. Тут можна значно підвищити тиск, що гарантує високу густину і міцність виливків. Якщо в машинах з гарячою камерою пресування тиск досягає 20 МПа, то в машинах з холодною камерою пресування при литті алюмінієвих і мідних сплавів тиск може досягати 100...300 МПа.

Переваги способу;

- Високий тиск забезпечує швидке і добре заповнення форми, високу точність і малу шорсткість поверхні виливків:

9-13 квалітети точності, Rz = 10 - 40 мкм

- Виключена можливість утворення усадочних раковин, пористості і непотрібні прибутки.

- Прискорена кристалізація металу в металічній прес-формі під тиском забезпечує утворення дрібнозернистої структури. Під дією підвищеного тиску розчинені в металі гази залишаються в твердому розчині, що знижує газову пористість металу.

- Виливки одержані цим способом, як правило, не мають /або мають лише на деяких поверхнях/ припуски на механічну обробку і практично є готовими деталями /або майже 'готовими/.

- Литтям під тиском можна одержати виливки з товщиною стінки до 0,5

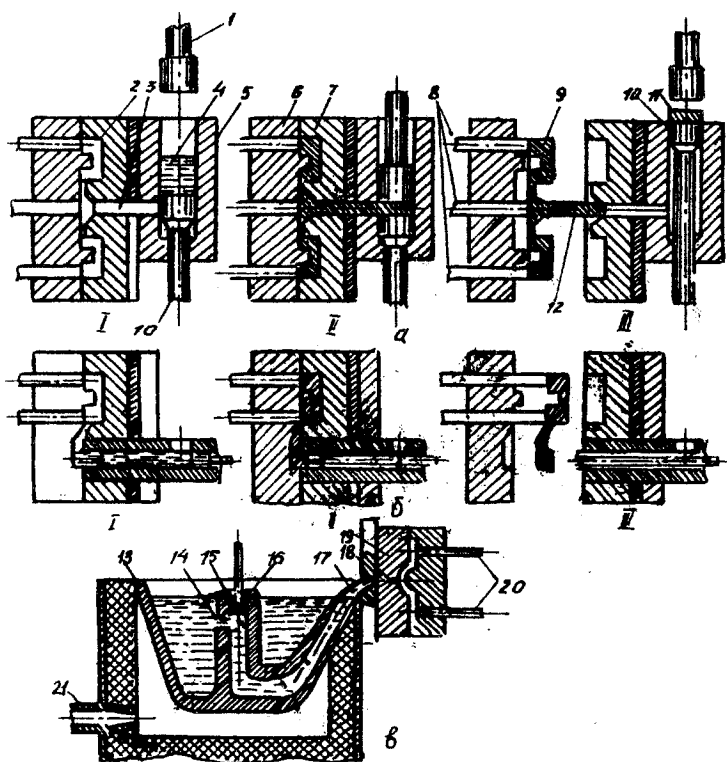


Рис. 8. Схеми поршньових машин для лиття під тиском

мм, дуже складної конфігурації і з отворами діаметром до 1 мм. Недоліки лиття під тиском:

- Висока вартість ливарних форм
- Невисока стійкість форм при виготовленні виливків з високою температурою плавлення / наприклад, стальне, чавунне лиття /
- Сплави для лиття під тиском мають бути досить міцними при високих температурах, щоб виливки при виштовхуванні з форм не ламались, мати мінімальну усадку, високу рідкотекучість і невеликий інтервал температур кристалізації.

- Можливість виникнення внутрішніх напруг і тріщин у виливках.

Висока вартість прес-форм, що мають складну конфігурацію і вимагають високої точності виготовлення /7-8 квалітети точності, шорсткість Rz = 0,32 - 1,25 мкм/, зумовлюють доцільність застосування лиття під тиском переважно у великосерійному і масовому виробництвах. На сучасному етапі розвитку машинобудування з метою зменшення витрат на механічну обробку цей спосіб одержання заготовок застосовують і в серійному виробництві.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки.
2. Вивчення конструкції деталей і виливків /креслення і зразки деталей і виливків/.
3. Визначення поверхонь, що підлягають механічній обробці.
4. Знайомство з конструкцією і принципом роботи машини для лиття під тиском, визначення її типу.
5. Знайомство з конструкцією прес-форм і оснащенням для одержання виливків литтям під тиском.
6. Вивчення технології одержання заготовок литтям під тиском, підготовка металу і прес-форми до заливання, заливання металу, виймання вилівка, відділення ливникової системи.
7. Контроль якості виливків.
8. Аналіз наявних дефектів литва і причин їх виникнення.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Послідовність операцій одержання вилівка.
3. Особливості процесу лиття під тиском, обладнання і оснащення.
4. Дані і висновки по контролю якості виливків.
5. Продуктивність процесу і раціональність застосування способу лиття заготовки під тиском.

6. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності зі змістом роботи і контрольних питань.

### Питання для самоконтролю

1. Суть способу одержання заготовок литтям під тиском
2. Типи машин для лиття під тиском.
3. Прес-форми і оснащення для лиття під тиском.
4. Основні операції одержання заготовок литтям під тиском.
5. Конструкційні особливості заготовок, одержуваних литтям під тиском.
6. Якість виливків, одержуваних литтям під тиском.
7. Матеріали прес-форм.
8. Вимоги до матеріалів заготовок, одержуваних литтям під тиском.
9. Переваги і недоліки лиття під тиском.
10. Области раціонального застосування лиття під тиском.

### Література.

- 1.Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1987-256 с.
- 2.Боженко Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні УМК. ВО, Київ, 1990-264 с.
- 3.Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев, Высшая школа, 1991-247 с.
- 4.Абрамов Г.Г., Панченко П.С., Справочник молодого литейщика. М.: Высшая школа, 1991-319 с.
- 5.ГОСТ 26645-85



## Тема. Обробка деталей машин різанням

Забезпечення заданої якості машини і тривале її збереження в значній мірі залежить від якості поверхонь складових конструкцій - деталей. Основна причина виходу із ладу машини - це зношування робочих поверхонь деталей. Значно рідше спостерігаються поломки деталей по причині неякісного виготовлення, їх конструктивної недосконалості чи зниженої міцності. Зменшення зношування підвищує довговічність машин, зберігає задану конструктором точність і скорочує витрати на ремонт, які за період експлуатації можуть перевищити собівартість її виготовлення.

Якість поверхонь деталей машин залежить не тільки від матеріалу та способів одержання заготовок, але й від вибраних методів обробки різанням, геометричних параметрів ріжучого інструмента, верстатів, що використовуються при цьому, режимів обробки.

Геометрія інструмента впливає на шорсткість оброблюваної поверхні, усадку стружки, теплові деформації і т.ін.

Шорсткість поверхні виявляє вплив на опір деталі поломкам та зношуванню. Це пояснюється тим, що риси одержані на поверхні при обробці різанням, викликають концентрацію напружень. Спочатку з'являються мікротріщини, які з часом збільшуються і призводять до поломки деталей. Поверхні з малою шорсткістю мають більшу протикорозійну стійкість, так як загальна площа контакту з корозійним середовищем менша, ніж у поверхонь із значною шорсткістю. Шорсткість поверхні визначає її аеро- та гідродинамічні властивості. При обтіканні поверхні газами та рідинами, в залежності від висоти нерівностей, опір руху різний.

Вплив режимів різання і геометрії інструмента на шорсткість поверхні при обробці того чи іншого матеріалу можна визначити експериментальним шляхом, якщо змінювати при обробці певний параметр режимів різання чи геометрії інструмента і вимірювати шорсткість оброблюваної поверхні.

В циклі лабораторних робіт "Обробка деталей різанням" студенти знайомляться з геометрією ріжучого інструмента на прикладі різців, досліджують вплив параметрів режимів різання і геометрії інструмента на шорсткість оброблюваної поверхні та методикою її визначення. В цикл входять лабораторні роботи по ознайомленню та експериментальному одержанню різних типів стружок, вивченню факторів, що впливають на її утворення, а також роботи по дослідженню коефіцієнта усадки стружки.

## Лабораторна робота № 1

### Дослідження і вивчення геометричних параметрів різця

Мета роботи — закріплення відомостей про основні поверхні і геометричні параметри різців різних типів, знайомство з методами вимірювання геометричних параметрів різців і приладів, що використовуються при цьому ; набуття навичок вимірювання і зображення різців.

#### Короткі теоретичні відомості

#### Основні типи різців

Різці, що застосовуються в машинобудуванні класифікуються у відповідності з таблицею 1.

#### Класифікація різців

Таблиця 1

№№ пп	Ознака за якою класифікуються різці	Типи різців
1	2	3
1	За видами верстатів ( рис. 1 )	Токарні, стругальні, довбальні, автоматно-револьверні, розточувальні для горизонтально-розточувальних верстатів, спеціальні.
2	За видами обробки ( рис. 2 )	Прохідні, підрізні, відрізні, прорізні, розточувальні, галтельні, різьбові, фасонні.
3	За характером обробки ( рис. 2 )	Обдирні /чорнові/, чистові, для тонкого точіння.
4	За перетином кріпильної частини	Прямокутні, квадратні, круглі.
5	За конструкцією робочої частини ( рис. 3 )	Прямі, відігнуті, вигнуті, з відтягнутою головкою.
6	За напрямком подачі ( рис. 4 )	Праві і ліві.

7	За способом виготовлення	З робочою частиною, виконаною за одне ціле з кріпильною; з привареною робочою частиною, з напаяною, клеєною пластиною; з механічним кріпленням пластинок чи вставок.
8	За родом інструментального матеріалу	Із надтвердих матеріалів, з пластинками із твердого сплаву, мінералокерамічними пластинками із швидко-ріжучої, легованої, вуглецевої сталі.

### Елементи режиму різання і зрізуваного шару

При обробці різанням заготовка і інструмент виконують певні рухи. Вони діляться на основні/для процесу різання/ і допоміжні/для підготовки до процесу різання і закінчення операції/.

Основні рухи: головний рух і рух подачі.

При обробці на токарних верстатах головний рух — обертання заготовки, рух подачі — поступальний рух різця.

Головний рух дозволяє виконувати процес різання /перетворювати зрізуваний шар в стружку/ і рух подачі дає можливість вести обробку по всій оброблюваній поверхні.

На оброблюваній заготовці при знятті стружки розрізняють такі поверхні: оброблювана, яка частково чи повністю відділяється при обробці; оброблену, утворену на заготовці в результаті обробки; поверхня різання, утворена ріжучою кромкою в результатуючому русі різання. Поверхня різання є перехідною між оброблюваною і обробленою поверхнями.

Швидкість головного руху /швидкість різання/  $v$  — швидкість точки, що розглядається, на ріжучій кромці чи заготовки в процесі головного руху.

При точінні, коли заготовка обертається з частотою обертання  $n$  (об/хв), швидкість різання ( $m/хв$ ) в різних точках ріжучої кромки буде різна. В розрахунках приймається максимальне її значення

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

/ 1 /

де  $D$  — найбільший діаметр поверхні різання, мм.

При поздовжньому точінні швидкість різання постійна, а при підрізанні торців чи відрізанні при постійному числі обертів — змінна, найбільше її значення — на периферії.

Подача  $S$  — величина переміщення ріжучої кромки відносно обробленої поверхні за одиницю часу в напрямку руху подачі. Розрізняють подачу за один оберт заготовки  $S_0$  /мм/об/ і хвилину  $S_{хв} = S_0 \cdot n$  /мм/хв/. При токарній обробці подача може бути поперечна і поздовжня.

Глибина різання  $t$  — величина зрізаного шару за один прохід, виміряна в напрямку, перпендикулярному до обробленої поверхні. Глибина різання завжди перпендикулярна напрямку подачі /рис. 5/

$$t = \frac{D_1 - D_2}{2} \quad /2/$$

де  $D_1$  — діаметр заготовки;  $D_2$  — діаметр обробленої поверхні.

При відрізанні заготовки глибина різання  $t$  дорівнює ширині відрізного різця  $b$ . Глибина різання і подача характеризують процес різання з технологічної сторони: з точки зору положення і руху інструмента, що забезпечують процес різання. Але при одній і тій же подачі і глибині в залежності від форми ріжучої кромки і її розміщення /кутів в плані/ змінюються ширина і товщина поперечного перетину зрізаного шару, від яких залежать процес пластичної і пружної деформації, опір матеріалу деформуванню, кількість теплоти, що виділилась і умови відводу теплоти.

Ширина зрізу  $b$  /мм/ — довжина сторони перетину зрізаного шару, утвореної поверхнею різання /див. рис. 5/.

Товщина зрізування  $a$  /мм/ — довжина перпендикуляра до поверхні різання, що проведений через розглядувану точку ріжучої кромки, обмеженого перетином зрізаного шару.

Товщина і ширина зрізу являють собою не товщину і ширину стружки, а розміри до її утворення. Розміри стружки відрізняються від розмірів зрізаного шару із-за явища усадки, що проходить внаслідок деформації металу при різанні. Між глибиною різання і шириною зрізу, подачею і товщиною зрізу є залежності:

$$a = S \cdot \sin \varphi; \quad /3/$$

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}. \quad /4/$$

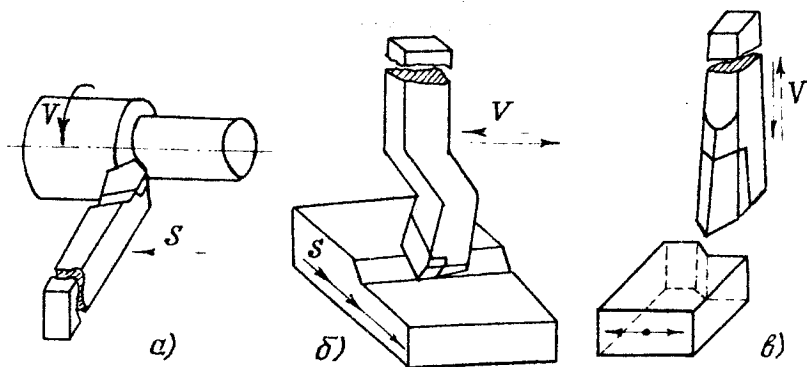


Рис. 1. Класифікація різців за видом верстатів  
 а - токарні; б - стругальні; в - довбальні

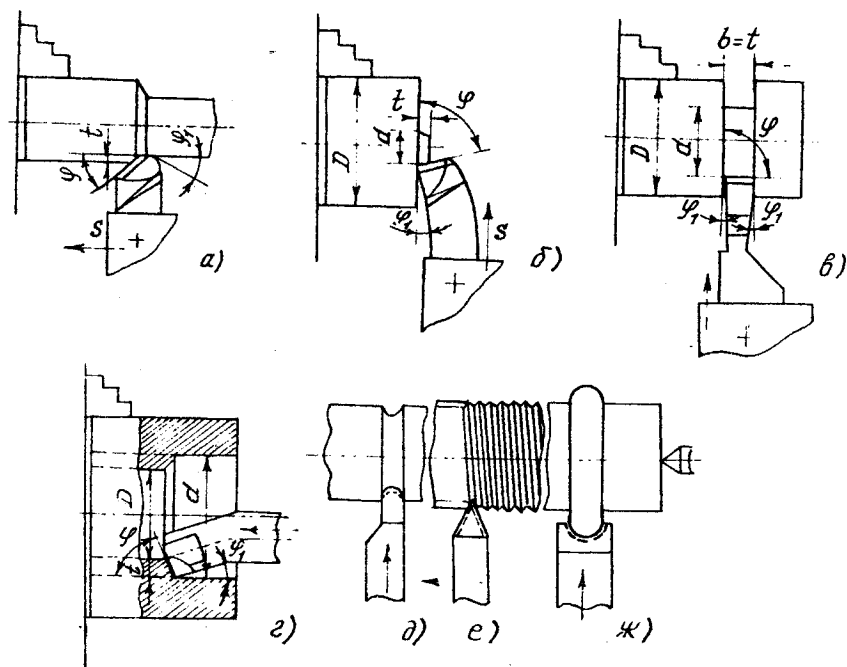


Рис. 2. Класифікація різців за видом обробки: а - прохідний; б - підрізний; в - відрізний, прорізний; г - розточний; д - гальтельний; е - різьбовий; ж - фасонний

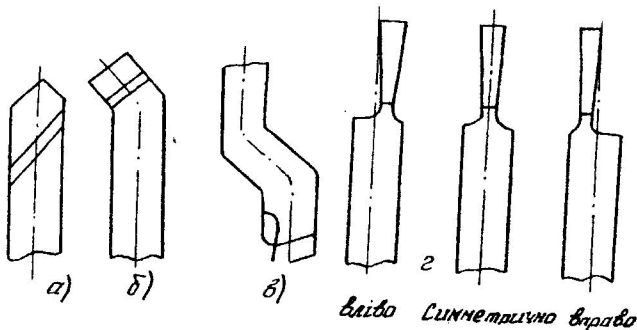


Рис. 3. Класифікація різців за конструкцією робочої частини:  
а - прями; б - відігнуті; в - вигнуті; г - з відтягнутою головою

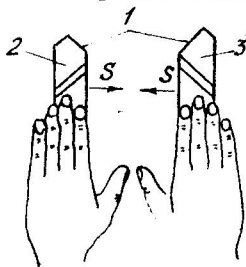


Рис. 4. Визначення різців за напрямком подачі: 1 - головні ріжучі кромки; 2 - лівий різець; 3 - правий різець

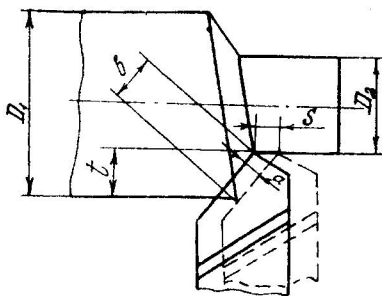


Рис. 5. Елементи перетину зрізаного шару

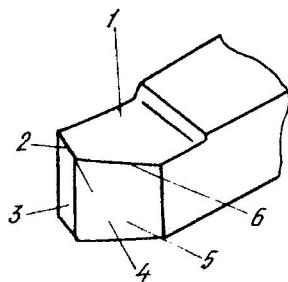


Рис. 6. Робочі поверхні і ріжучі кромки різця

Добуток глибини різання на подачу чи ширини зрізу на товщину дає номінальну чи рахункову площу зрізу /мм<sup>2</sup>/, яка при вільному різанні дорівнює

$$f = t \cdot S = ab. \quad /5/$$

Об'єм зрізуваного шару /см<sup>3</sup>/хв/ рівний об'єму стружки, знятої за 1 хвилину роботи, дорівнює

$$W = v \cdot t \cdot S. \quad /6/$$

### Частини і елементи різця

Різець складається з робочої частини і кріпильної частини — стержня прямокутного, квадратного чи круглого перетину, що використовується для закріплення різця. Робоча частина має форму клину. За її допомогою із зрізуваного з заготовки шару /припуску/ відділяють шар певної товщини, перетворюючи його при цьому в стружку.

На робочій частині різця заточують передню поверхню 1, що контактує в процесі різання із зрізуваним шаром і стружкою; головну задню поверхню 5, що контактує з поверхнею різання; допоміжну задню поверхню 3, що повернена до обробленої поверхні /рис. 6/.

В різців передня і задня поверхні частіше всього робляться плоскими.

Перетин поверхонь робочої частини різця утворює різучі кромки. Перетин передньої і головної задньої поверхонь утворює головну різучу кромку 6, перетин передньої і допоміжної задньої поверхонь — допоміжну різучу кромку 2. Допоміжних кромок може бути дві. Головна різуча кромка формує більшу сторону перетину зрізуваного шару, а допоміжна — меншу сторону /рис 7/.

Місце сполучення головної і допоміжної різучих кромок — вершина різця 4. Сполучення буває по дузі кола радіуса  $r$  /величина  $r = 0,5 \dots 2$  мм/ або по перехідній кромці під кутом  $\varphi_0 (\varphi_0 = \varphi/2)$  /рис.8/.

### Геометричні параметри різця

Форма різучої частини різця визначається конфігурацією і розміщенням в просторі його поверхонь і кромок, тобто за допомогою кутів, які називаються геометричними параметрами або просто геометриєю різця.

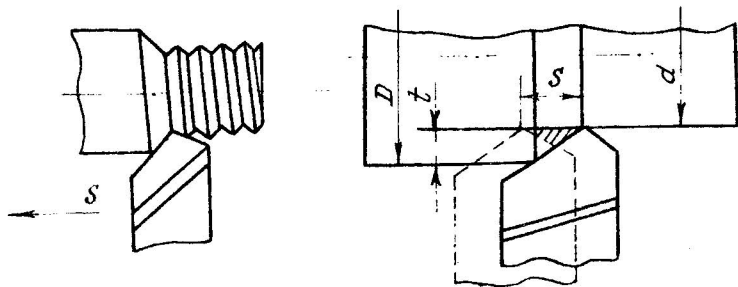


Рис. 7. Робота головної і допоміжної ріжучих кромки

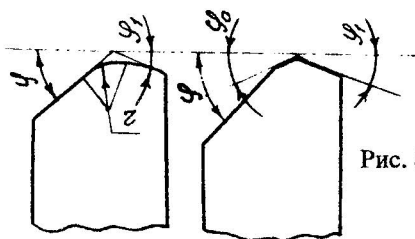


Рис. 8. Форма сполучення головної і допоміжної ріжучих кромки

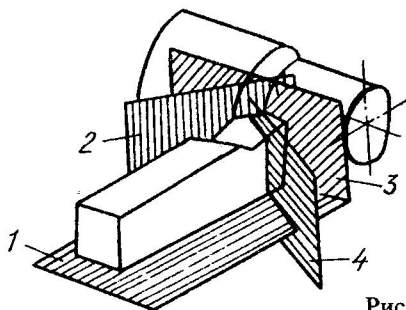


Рис. 9. Координатні площини різця.



Для визначення геометрії різця приймають такі координатні площини: 1 — основна площина, 2 — площина різання, 3 — робоча площина, 4 — головна січна площина /рис. 9/.

Основною площиною /статичною/ 1 називається площина, проведена перпендикулярно напрямку швидкості головного руху. У токар-них різців ця площина співпадає з нижньою опорною поверхнею різця.

Площиною різання 2 називається площина, дотична до ріжучої кромки в розглянутій точці і перпендикулярна до основної площини. При установці токарного різця по лінії центрів верстата і відсутності подачі площина різання розміщена вертикально.

Робоча площина 3 — площина, в якій розміщені напрямки швидкості головного руху і руху подачі.

Так як кути різця двогранні, то для визначення їх величини користуються січними площинами. Січні площини повинні бути перпендикулярні ребру кута, який утворюється ріжучою кромкою.

Головною січною площиною 4 називається координатна площина перпендикулярна лінії перетину основної площини 1 і площини різання 2. В зв'язку з тим, що площина різання дотична до головної ріжучої кромки в розглядуваній точці, головна січна площина завжди перпендикулярна до неї.

Допоміжною січною площиною називається площина, що перпендикулярна до допоміжної ріжучої кромки в розглядуваній точці.

Кути, що вимірюються в головній січній площині, називаються головними /вони визначають ріжучий клин, що відділяє від припуску шар металу, який перетворюється в стружку/, в допоміжній площині — допоміжними.

В головній січній площині вимірюють головний задній кут  $\alpha$ , передній кут  $\gamma$ , кут загострення  $\beta$  і кут різання  $\delta$  /рис. 10/.

Головним заднім кутом  $\alpha$  називається кут між головною задньою поверхнею різця /або дотичною до неї/ і площиною різання.

Кутом загострення  $\beta$  називається кут між головною задньою і передньою поверхнями різця /або дотичними до них/.

Головним переднім кутом  $\gamma$  називається кут між передньою поверхнею різця /або дотичною до неї/ і основною площиною в розглядуваній точці головної ріжучої кромки. Він має додатне значення, якщо передня поверхня направлена вниз від ріжучої кромки; має від'ємне значення, якщо передня поверхня направлена вверх відносно ріжучої кромки; дорівнює нулю, якщо передня поверхня паралельна основній площині.

Кутом різання  $\delta$  називається кут між площиною різання і передньою поверхнею різця /або дотичною до неї/. Між цими кутами існує співвідношення

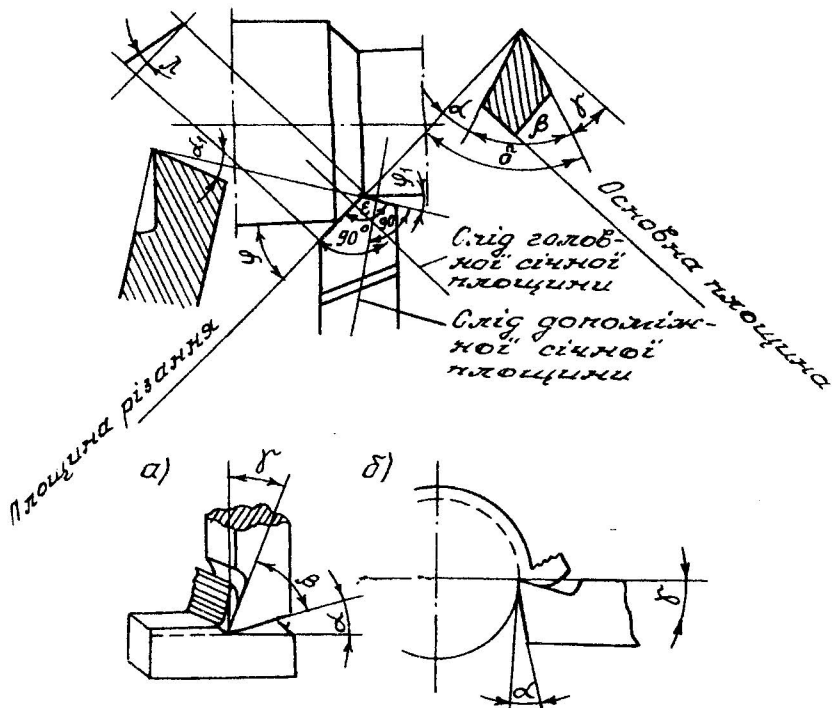


Рис. 10. Геометричні параметри різців:  
а - стругання; б - точіння

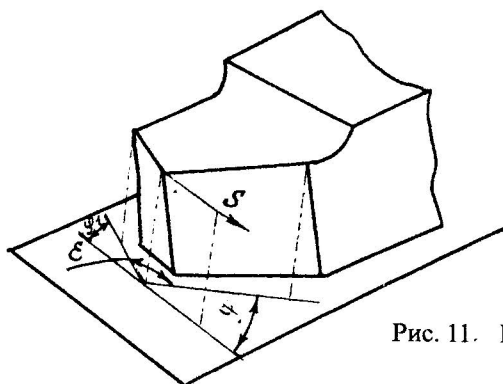


Рис. 11. Кути різання в плані

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^0 \quad /7/$$

$$\delta + \gamma = 90^0 \quad /8/$$

У допоміжній січній площині вимірюється допоміжний задній кут  $\alpha_1$ . Це кут між дотичною до допоміжної задньої поверхні різця і площиною, що проведена через точки допоміжної ріжучої кромки перпендикулярно основній площині.

В основній площині вимірюються кути в плані /рис. 10, рис. 11/.

Головним кутом в плані  $\varphi$  називається кут між площиною різання і робочою площиною. Для різця він визначається проекцією головної ріжучої кромки на основну площину і напрямком подачі.

Допоміжним кутом в плані  $\varphi_1$  називається кут між проекцією допоміжної ріжучої кромки на основну площину і напрямком подачі.

Кутом в плані при вершині  $\varepsilon$  називається кут між проекціями головної і допоміжної ріжучої кромок на основну площину. Між цими кутами існує співвідношення

$$\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^0 \quad /9/$$

В площині, що проходить через головну ріжучу кромку перпендикулярно до основної площини, вимірюється кут нахилу головної ріжучої кромки. Від цього кута залежить міцність вершини різця і напрямком сходу стружки /рис. 12/.

Кутом нахилу головної ріжучої кромки  $\lambda$  називається кут між ріжучою кромкою і основною площиною. Якщо вершина різця — найнижча точка, то кут  $\lambda$  — додатний, якщо найвища — від'ємний. Якщо ріжуча кромка паралельна основній площині, то кут  $\lambda$  дорівнює нулю. При вимірюванні кутів  $\lambda$  і  $\gamma$  кутамирами площина різання вважається вертикальною. Це може бути тільки при відсутності подачі при установці вершини різця на рівні лінії центрів заготовки і при значенні кута нахилу ріжучої кромки  $\lambda = 0$  /коли всі точки ріжучої кромки лежать на лінії центрів/. При обертанні заготовки точки ріжучої кромки описували б траєкторію у вигляді кола і поверхня різання являла б собою зрізаний конус. Якщо різець одержує подачу, то поверхня різання — це гвинтова поверхня з кроком рівним подачі і твірна до неї площина різання буде розміщена під кутом нахилу гвинтової поверхні. Кінематичний кут при цьому стає менше статичного.

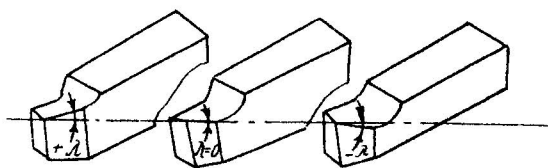


Рис. 12. Кут нахилу головної ріжучої кромки різця

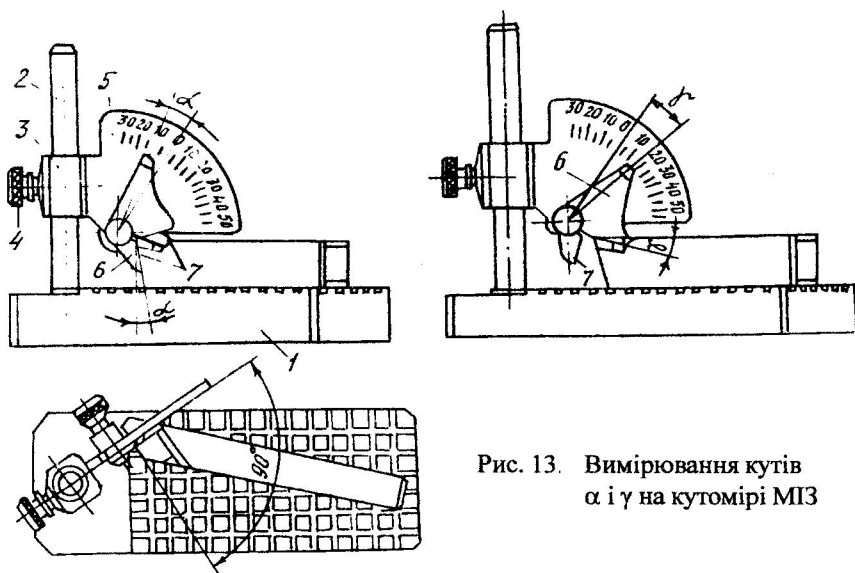


Рис. 13. Вимірювання кутів  $\alpha$  і  $\gamma$  на кутомірі МІЗ

## Прилади для вимірювання кутів різця

Кути різця можна виміряти за допомогою кутомірів: настільного МІЗ, КРІН, ЛМТ, маятникового, універсальних УН, УМ, транспортного, а також за допомогою шаблонів.

Розглянемо конструкцію деяких типів кутомірів.

Настільний кутомір МІЗ має плиту 1, на яку встановлюють вимірювальний різець /рис. 13/. В кінці плити знаходиться вертикальний стержень 2, на якому переміщається повзунок 3. При допомозі гвинта 4 цей повзунок може бути закріплений в любому положенні. З повзунком з'єднаний сектор 5, що має шкалу в градусах. При вимірюванні кутів сектор установлюють в площині, в якій потрібно виміряти кути. На секторі є поворотний вимірювальний важіль 6. Верхнє плече важеля має на кінці риску і ковзає по сектору шкали з поділками, а нижнє плече важеля має дві взаємно перпендикулярні вимірювальні грані 7. Риска важеля показує нуль на градусному діленні шкали сектора в тому випадку, коли одна вимірювальна грань знаходиться в горизонтальному положенні, а друга — в вертикальному.

При вимірюванні головних кутів площина сектора встановлюється перпендикулярно до головної ріжучої кромки. Для вимірювання переднього кута горизонтальна вимірювальна грань підводиться так, щоб вона дотикалася до передньої грані різця і по рисці верхнього плеча важеля відраховується кількість градусів за шкалою сектора. При вимірюванні головного заднього кута вертикальна вимірювана грань повертається так, щоб вона дотикалася до головної задньої грані різця і на шкалі сектора відраховується результат в градусах на рисці поворотного важеля. Після визначення головного переднього кута і головного заднього кута підраховуються

кут різання — за формулою  $\delta = 90^\circ - \gamma$

кут загострення — за формулою  $\beta = 90^\circ - \lambda - \gamma$

Допоміжний задній кут  $\alpha_1$  вимірюється так, як і головний задній, з тією різницею, що вимірювання виконуються не в площині, перпендикулярній головній ріжучій кромці, а в площині, перпендикулярній до допоміжної ріжучої кромки.

Для вимірювання нахилу головної ріжучої кромки  $\lambda$  сектор приладу встановлюється в площині, що проходить через головну ріжучу кромку різця і горизонтальна вимірювальна грань опускається до повного контакту з ріжучою кромкою. Величина кута вираховується за шкалою сектора /рис. 14/.

Маятниковий кутомір призначений для вимірювання кутів ріжучих інструментів різних видів. Його робота основана на принципі дії маятника,

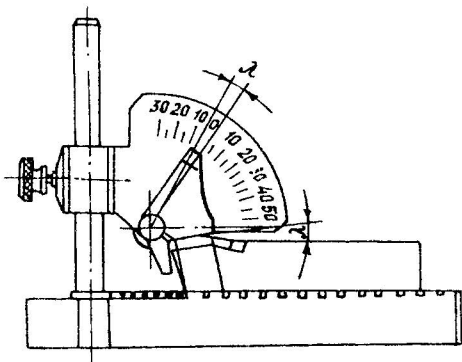
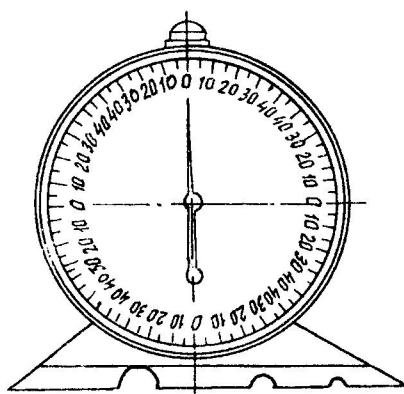
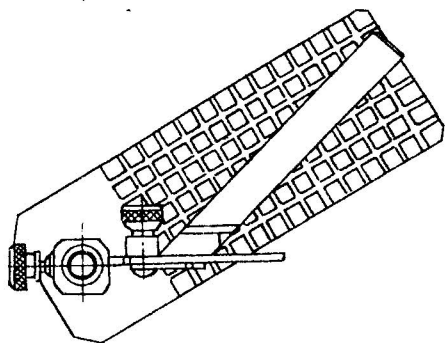
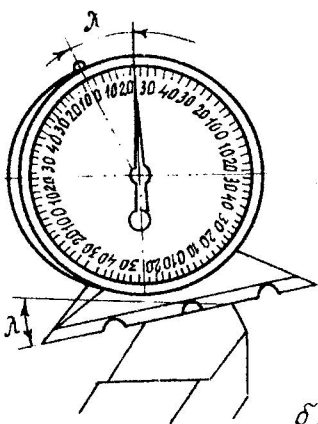


Рис. 14. Вимірювання кута  $\lambda$  на кутомірі МІЗ



a)



б)

Рис. 15, 16. Маятниковий кутомір.

на одній осі з яким закріплена стрілка. Стрілку фіксують за допомогою кнопки тормоза, розміщеної на корпусі кутоміра. При натискуванні на кнопку стрілка може повертатись під дією маси маятника. Шкала кутоміра з ціною поділки  $2^0$  має чотири сектори по  $90^0$ . Кожний сектор градуїований від  $0^0$  до  $45^0$  і від  $45^0$  до  $0^0$ . До корпусу прикріплена вимірювальна лінійка. При встановленні ребра лінійки по горизонталі і при натискуванні на кнопку стрілка займає вертикальне положення проти нульової поділки /рис. 15/. При відхиленні ребра лінійки від горизонталі стрілка показує кут нахилу /рис. 16/.

Для перевірки кутомір встановлюють ребром лінійки на плиту, вивірену по горизонталі за допомогою рівня. Стрілка кутоміра повинна показувати нуль. Якщо стрілка не встановлюється на нуль, то кутомір потрібно відрегулювати.

Ріжучий інструмент при вимірюванні встановлюють базовою поверхнею на плиту, або закріплюють в центрах. Після цього ребро вимірювальної лінійки кутоміра прикладають до поверхні, що визначає вимірюваний кут і натискають на кнопку тормоза. Після закінчення коливань стрілки відпускають кнопку і відраховують по шкалі покази.

На рис.17 показані приклади використання кутоміра.

Універсальний кутомір УН працює контактним методом з відрахуванням результатів вимірювання за градусною шкалою і ноніусу /рис.18-20/.

На дузі I нанесена основна градусна шкала 2, яка градуїована від  $0$  до  $130^0$ . По дузі I переміщується пластина-сектор 3 з ноніусом, на якому за допомогою державки 4 закріплений косинець 5, що зв'язаний зі знімною лекальною лінійкою 6. За допомогою різних перестановок вимірювальних деталей досягається вимірювання кутів в границях  $0$  —  $320^0$ .

Вимірювана поверхня встановлюється між рухомою лінійкою дуги 1 і рухомою лекальною лінійкою 6 таким чином, щоб утворився необхідний контакт, тобто невидимий чи видимий рівномірний просвіт /рис. 18, 20 ілюструють метод вимірювання кутів різця/.

Кути різця в плані можна визначити за допомогою універсального кутоміра УМ, одна із лінійок якого прикладається до тіла різця, а друга — до головної або допоміжної ріжучої кромки. За шкалою кутоміра відраховується величина кута  $\varphi$  чи  $\varphi_1$  /рис. 21/.

#### Обладнання, прилади, інструменти до лабораторної роботи

1. Набір токарних різців.
2. Лінійка металічна.
3. Штангенциркуль.

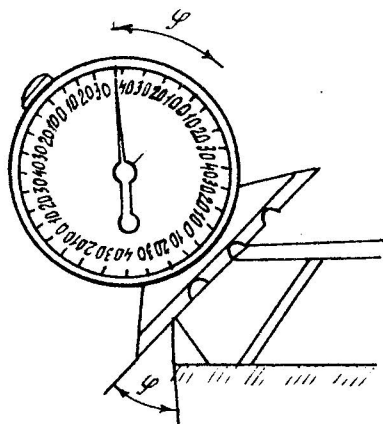
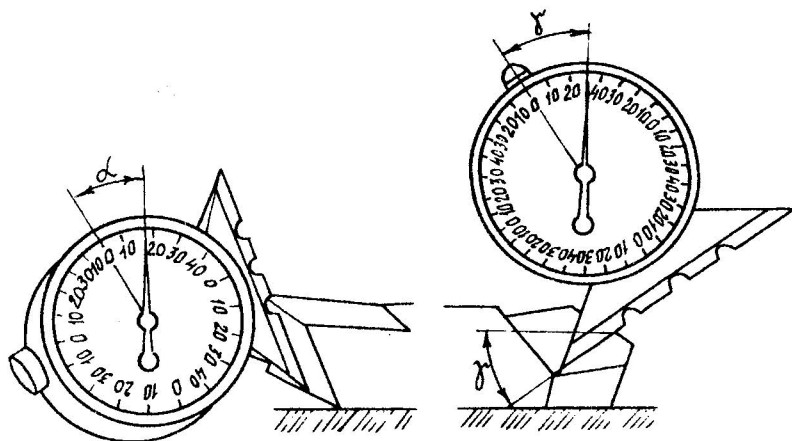


Рис. 17. Вимірювання кутів  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\varphi$  маятниковим кутоміром

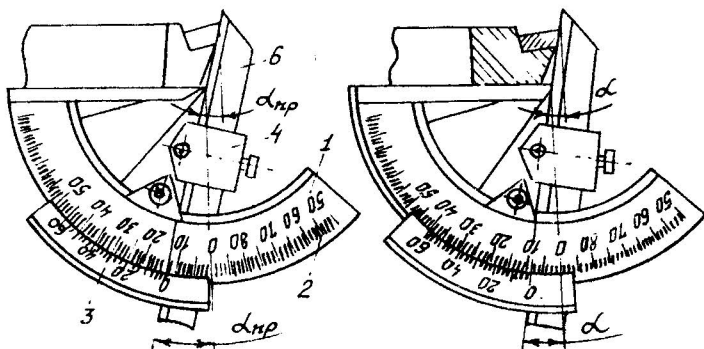


Рис. 18. Вимірювання кута  $\alpha$  універсальним кутоміром



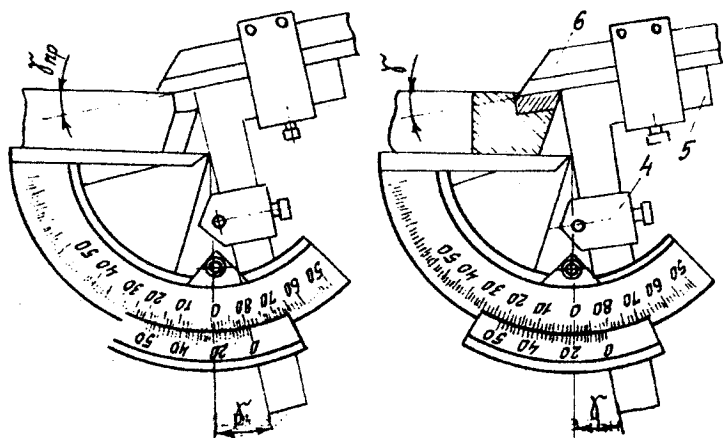


Рис. 19. Вимірювання кута  $\gamma$  універсальним кутоміром УН

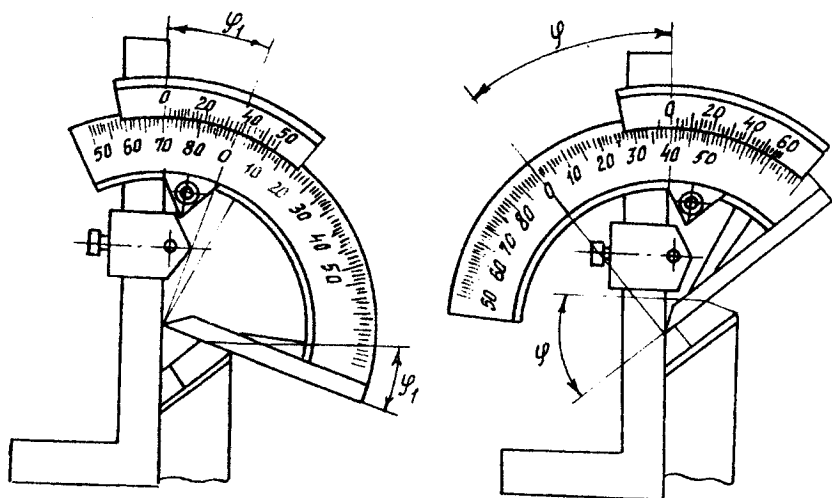


Рис. 20. Вимірювання кутів в плані  $\phi$  і  $\phi_1$  універсальним кутоміром УН

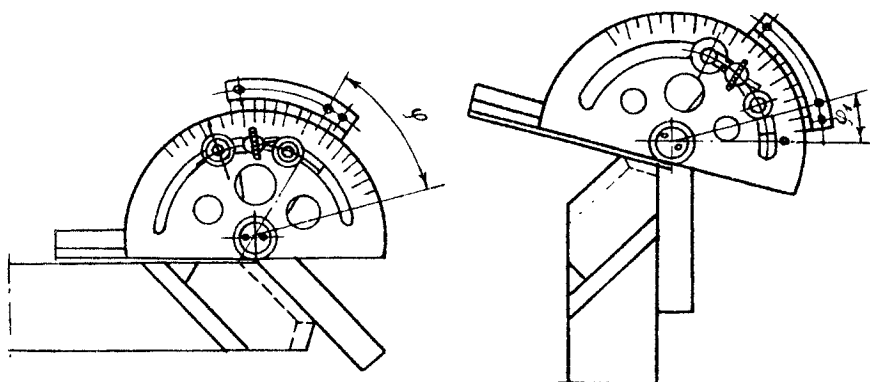


Рис. 21. Вимірювання кутів в плані  $\phi$  і  $\phi_1$  універсальним кутоміром УМ.

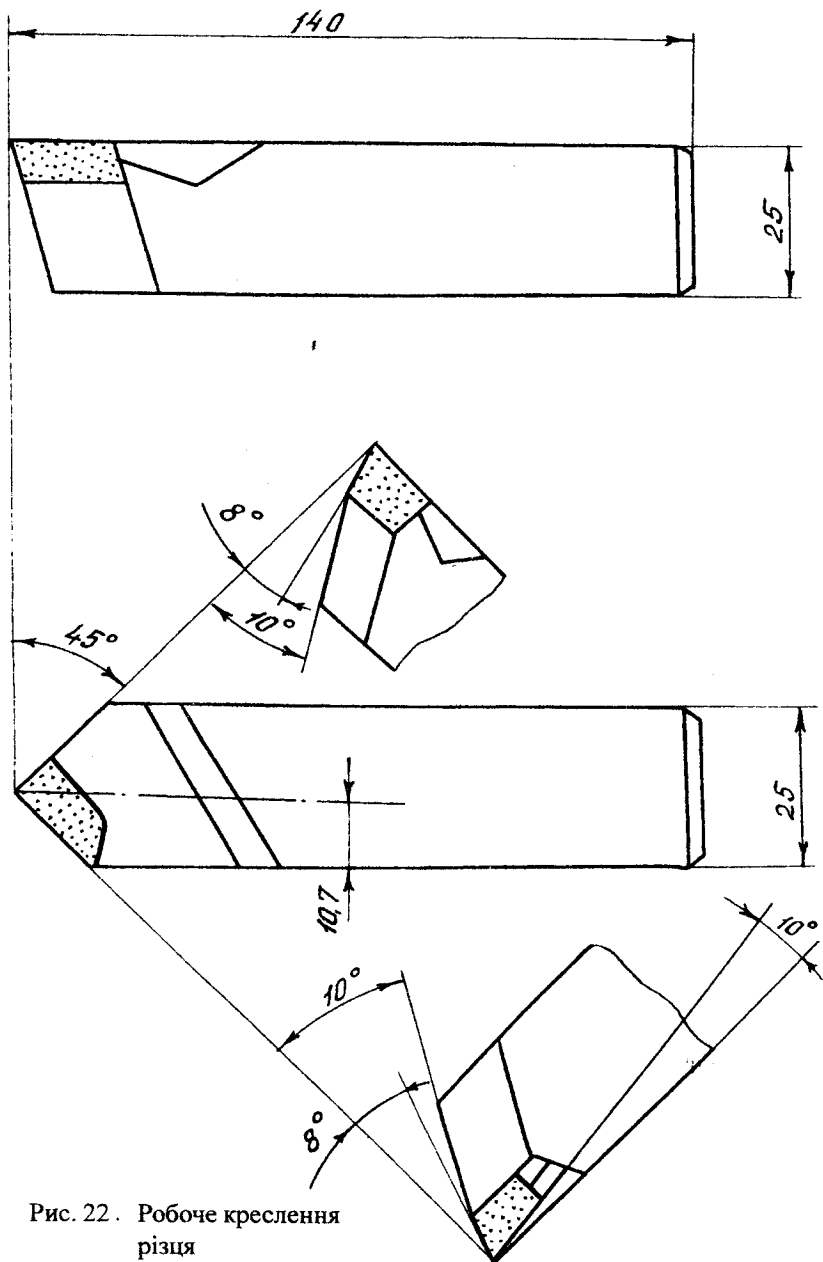


Рис. 22. Робоче креслення  
різця

#### 4. Кутоміри.

##### Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію різців.
2. Вивчити геометричні параметри різців.
3. Вивчити вимірювальні прилади і опанувати методику вимірювання.
4. Виміряти кути різця. Результати вимірювання занести в таблицю звіту /табл. 1/.
5. Зробити креслення різця /див. приклад рис. 22/.

##### Зміст звіту

У звіті необхідно:

1. Записати мету і порядок виконання роботи.
2. Привести таблицю виміряних кутів різця.
3. Дати робоче креслення різця.
4. Висновки по роботі.

##### Питання для самоконтролю

1. Дайте класифікацію різців.
2. Назвіть елементи режиму різання і дайте означення.
3. Назвіть основні частини і елементи різця.
4. Означення поверхонь і координатних площин різця.
5. Приведіть означення головних і допоміжних кутів різця. Зобразіть кожний із них.
6. Зобразіть ескіз токарного різця з позначенням кутів.
7. Прилади для вимірювання кутів різця.
8. Методика вимірювання кутів різця.

#### Лабораторна робота №2

##### Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні

Мета роботи: вивчення впливу швидкості, подачі і глибини різання на шорсткість поверхні, набуття практичних навиків 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, ступінню і глибиною наклепу, величиною і знаком залишкових напружень та іншими ознаками.

Шорсткість — одна із основних характеристик якості поверхні. Вона являє собою сукупність нерівностей, з відносно малими кроками, утворюючих мікрорельєф поверхні. Для кількісної оцінки шорсткості поверхні ГОСТ 2789-78 встановлює такі параметри:

$R_a$  — середнє арифметичне відхилення профілю;

$R_z$  — висота нерівностей профілю по десяти точках;

$R_{\max}$  — найбільша висота профілю;

$S_m$  — середній крок нерівностей профілю;

$S$  — середній крок місцевих виступів профілю;

$t_p$  — відносна опорна довжина профілю,

де  $p$  — значення рівня перетину 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. 23/

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} |y| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|. \quad /10/$$

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

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5}. \quad /11/$$

де  $y_{pmi}$  — висота  $i$ -го найбільшого виступу профілю



$y_{vmi}$  — глибина  $i$ -ї найбільшої впадини профілю.

Між величинами  $R_z$  і  $R_a$  існує певне співвідношення  $k$ :

$$R_a \approx \frac{1}{4} R_z. \quad /12/$$

Для грубих 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

$$t_p = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^m b_i \quad /13/$$

Висоту мікронерівностей можна визначити із геометричної побудови, зробивши такі припущення: оброблюваний матеріал не піддається деформації; система ВПД — абсолютно жорстка; ріжучі кромки інструменту є геометричними лініями. В тому випадку, коли у різця відсутній радіус при вершині, висоту мікронерівностей можна визначити із співвідношень /рис. 24а/.

$$AO = OC \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1; \quad /14/$$

$$OB = OC \cdot \operatorname{ctg} \varphi = h \cdot \operatorname{ctg} \varphi; \quad /15/$$

$$AO + OB = S = h(\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi_1) = h \frac{\sin(\varphi + \varphi_1)}{\sin \varphi \sin \varphi_1}; \quad /16/$$

$$h = R_z = \frac{S \cdot \sin \varphi \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)}. \quad /17/$$

Якщо працює тільки радіусна ріжуча кромка /рис. 26/, одержуємо:

$$h = EN = ON - OE; \quad /18/$$

$$OE = \sqrt{OK^2 - KE^2} = \sqrt{4r^2 - S^2} / 2 \quad /19/$$

$$h = R_z = r - \frac{\sqrt{4r^2 - S^2}}{2} \quad /20/$$

При одночасній роботі прямолінійної і радіусної ріжучих кромки

$$h = R_z = r - \frac{r(\sin \varphi + \sin \varphi_1) - S \sin \varphi \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} \quad /21/$$

Таким чином, розрахункові нерівності при точінні визначаються величинами подачі, кутів в плані і радіуса вершини. Однак дійсні розміри і форми мікронерівностей значно відрізняються від розрахункових. Це визвано сумісною дією таких процесів, як пластична течія матеріалу із зони первинної деформації в сторону вершин мікронерівностей; коливаннями деталі і інструменту в процесі різання; утворенням наросту; зношенням контактних площадок інструменту та інших. Одним із найбільш активно проявляючих себе процесів є наростоутворення. Його вплив на формування мікронерівностей можна охарактеризувати таким чином. В результаті адгезійної взаємодії на контактних площадках утворюється нарост. Поступово він збільшує свої розміри і все більше заглиблюється в оброблювану заготовку нижче номінальної лінії зрізу. Це збільшує опір заглиблення, зароджується тріщина руйнування. При руйнуванні наросту він розділяється на три частини — одна із них міцно скріплюється із стружкою і виноситься з нею, друга залишається на передній поверхні 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 нарост 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 нарост зменшується, викликаючи зниження шорсткості. Після зникнення наросту відмічається подальше зниження шорсткості, яке обумовлене зменшенням об'єму пластичної деформації і середнього коефіцієнта тертя на площадках контакту. Якщо оброблюваний матеріал не схильний до наростоутворення, висота мікронерівностей монотонно зменшується із збільшенням швидкості різання, хоча степінь цього зменшення невелика.

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



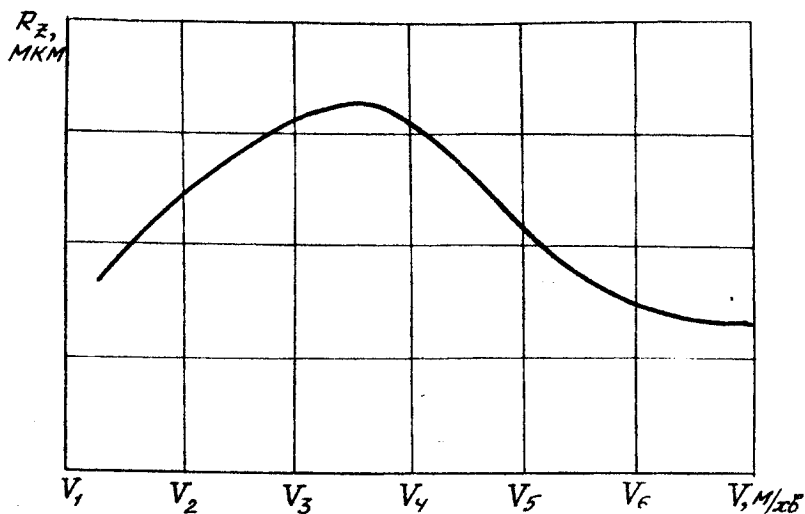


Рис. 25. Вплив швидкості різання  $V$  на шорсткість обробленої поверхні

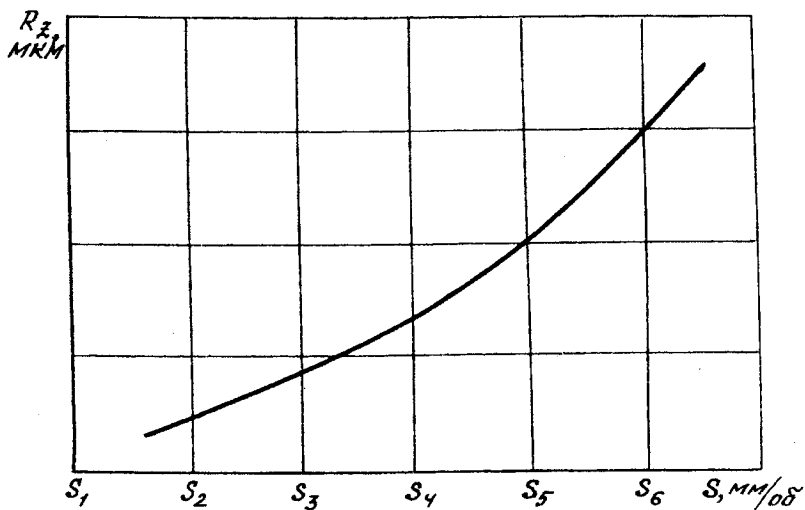


Рис. 26. Вплив подачі на шорсткість обробленої поверхні

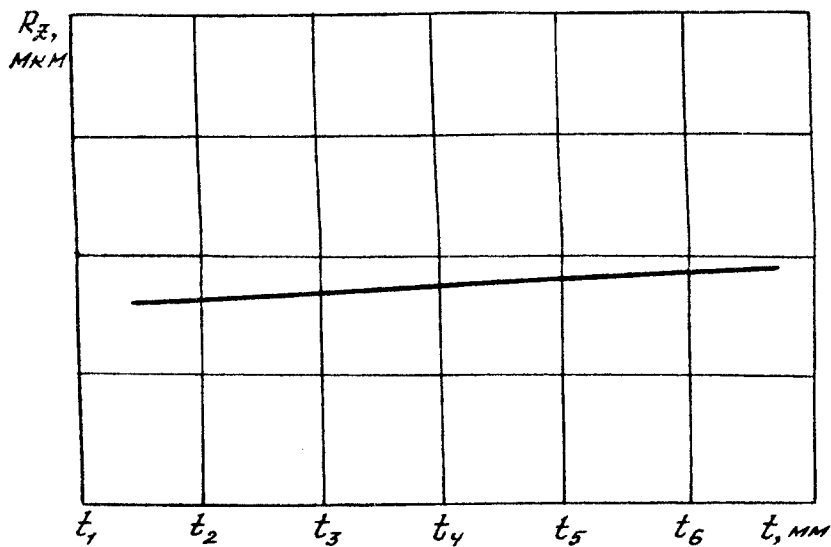


Рис. 27. Вплив глибини різання  $t$  на шорсткість оброблюваної поверхні

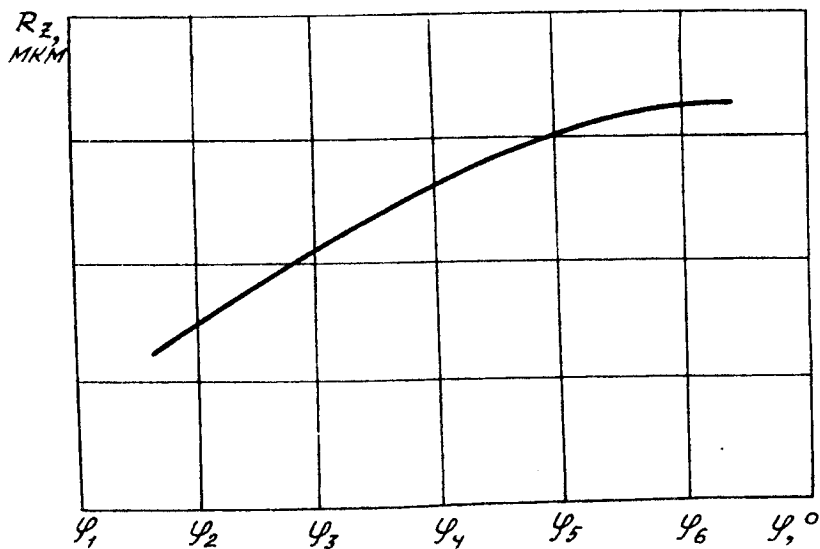


Рис. 28. Вплив головного кута в плані  $\varphi$  на шорсткість оброблюваної поверхні.

Подача, кути в плані, радіус при вершині впливають на висоту мікронерівностей, як показано в формулах /17, 20, 21/: при зменшенні подачі, кутів  $\Phi$  і  $\Phi_1$ , збільшенні радіуса  $r$  шорсткість зменшується.

Глибина різання / ширина зрізу / і передній кут інструменту 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 і меншої інтенсивності наростоутворення.

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

Вище зазначалось, що висоту мікронерівностей на обробленій поверхні неможливо визначити із чисто геометричної побудови. Тому з'являлися неодноразові спроби підібрати для розрахунків емпіричні залежності. Серед них можна привести, наприклад .

$$R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r} \quad / 22 /$$

або

$$R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r} + \frac{a_{\min}}{2} \left( 1 + \frac{a_{\min}}{S^2} \right), \quad / 23 /$$

де  $a_{\min} = K \cdot S \cdot \sqrt{\frac{t}{2 \cdot r}}$  — мінімальна товщина зрізаного шару;

$K$  — коефіцієнт, що враховує зменшення розмірів перетину зрізу і механічні властивості матеріалу; для сталі 45 величина  $K \approx 0.3$ .

Характерні залежності  $R_z = f(v)$ ,  $R_z = f(S)$ ,  $R_z = f(t)$  показані на рис. / 25, 26, 27 /.

#### Порядок виконання роботи.

1. Ознайомитися з фізико-механічними властивостями заготовки і геометрією ріжучої частини інструменту.

2. Виконати проточування 4 поясків валу для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання. З цією метою пояски заготовки проточити при постійній глибині різання  $t = 1$  мм при подачі  $S = 0.5$  мм/об, але з різною швидкістю, наприклад,  $v_1 = 5$  м/хв,  $v_2 = 20$  м/хв,  $v_3 = 40$  м/хв,  $v_4 = 80$  м/хв.

3. Виконати проточування 4 поясків валу для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від величини подачі. З цією метою пояски заготовки проточити при глибині різання  $t = 1$  мм і швидкості різання  $v = 35$  м/хв, але з різною подачею, наприклад:  $S_1 = 0.1$  мм/об,  $S_2 = 0.25$  мм/об,  $S_3 = 0.5$  мм/об,  $S_4 = 0.8$  мм/об.

4. Виконати проточування 4 поясків валу для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від глибини різання. З цією метою пояски заготовки проточити при подачі  $S = 0.5$  мм/об швидкості різання  $v = 35$  м/хв, але з різними глибинами, наприклад:  $t_1 = 0.1$  мм,  $t_2 = 0.25$  мм,  $t_3 = 0.5$  мм,  $t_4 = 1$  мм.

5. Визначити шорсткість оброблених поверхонь. Результати вимірів занести в таблицю 2 звіту.

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

$$R_{z(a)} = f(v); R_{z(a)} = f(S); R_{z(a)} = f(t)$$

Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

1. Токарний верстат.
2. Різці токарні прохідні, праві.
3. Штангенциркуль ШЦ 1-125-01 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.
5. Міри порівняння.
6. Мікроскоп.

Зміст звіту

У звіті необхідно:

1. Записати мету і порядок виконання роботи.
2. Привести короткі відомості про верстат: найменування, модель, висота центрів, відстань між центрами, потужність
3. Дати відомості про оброблюваний матеріал заготовки: марка матеріалу, розміри
4. Привести відомості про ріжучий інструмент:

матеріал, геометричні параметри

5. Дані вимірювань.

Таблиця 2

№№ Пп	№експе- рименту	Режими різання				Шорсткіс- ть $R_z$ чи $R_a$ , мкм
		t мм	S Мм/об	п об/хв	v м/хв	

6. Короткий опис прийомів вимірювання шорсткості поверхні і застосованих приладів.

7. Графіки залежностей  $R_{z(a)} = f(v)$  ;  $R_{z(a)} = f(S)$  ;  
 $R_{z(a)} = f(t)$  і коротке їх пояснення.

8. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Що розуміється під шорсткістю поверхні, якими параметрами вона характеризується?
2. Як геометрично визначити висоту мікронерівностей ?
3. Від яких факторів залежить висота мікронерівностей ?
4. В чому причини невідповідності величин розрахункових і дійсних мікронерівностей ?
5. Вплив наростоутворення на шорсткість поверхні при точінні.
6. Вплив швидкості різання на шорсткість обробленої поверхні.
7. Що більше впливає на шорсткість поверхні — подача чи глибина різання і чому ?
8. Як впливають на шорсткість поверхні властивості оброблюваного матеріалу ?
9. Вплив технологічного середовища на шорсткість поверхні.
10. Методика вимірювання шорсткості поверхні.

Лабораторна робота №3

Дослідження впливу геометричних параметрів різця на шорсткість поверхні

Мета роботи. вивчення впливу головного  $\varphi$ , допоміжного  $\varphi_1$  кутів в плані, радіуса при вершині різця на шорсткість обробленої поверхні, набуття практичних навиків вимірювання шорсткості.

Короткі теоретичні відомості з даної теми викладені в лабораторній роботі “ Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні “.

### Порядок виконання роботи

1. Виміряти геометричні параметри різця  $\varphi$ ,  $\varphi_1$ ,  $r$  і занести дані вимірювань в таблицю 3.
2. Виконати проточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від головного кута в плані  $\varphi$ . З 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 головний кут в плані  $\varphi = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ .
3. Виконати проточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від допоміжного кута в плані  $\varphi_1$ . З цією метою пояски заготовки проточити 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  $\varphi_1 = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ .
4. Виконати проточування 4 поясків вала для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від радіуса при вершині різця  $r$ . З 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  $r = 0.5$  мм; 2 мм; 3 мм; 4 мм.
5. Визначити шорсткість оброблених поверхонь. Результати вимірів занести в таблицю звіту.
6. Побудувати графіки і визначити характер залежності шорсткості обробленої поверхні від досліджуваних факторів  $R_{z(a)} = f(\varphi)$ ;  $R_{z(a)} = f(\varphi_1)$ ;  $R_{z(a)} = f(r)$ .

### Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

1. Токарний верстат.
2. Набір різців: з різними головними і допоміжними кутами  $\varphi$  і  $\varphi_1$ , радіусами при вершині  $r$ .
3. Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 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

У звіті необхідно:

1. Записати мету і порядок виконання роботи.
2. Привести короткі відомості про верстат:  
найменування, модель, висота центрів, відстань між центрами, потужність
3. Записати відомості про оброблюваний матеріал заготовки:  
марка матеріалу, розміри
4. Привести відомості про ріжучий інструмент:  
матеріал, геометричні параметри/ в таблиці 3/
5. Записати дані вимірювань у вигляді таблиці 3

Таблиця 3

#### Дані вимірювань

№№ Пп	№експе- рименту	Геометричні параметри різця			Шорст- кість $R_z$ чи $R_a$ , мкм
		$\varphi$	$\varphi_1$	R	

6. Записати дані про режими різання:  
швидкість, подача, глибина
7. Привести короткий опис прийомів вимірювання шорсткості поверхні і застосованих приладів.
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  $\varphi$  і допоміжний  $\varphi_1$  кути в плані різця, радіус при вершині r ?
2. Вплив головного  $\varphi$ , допоміжного  $\varphi_1$  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.

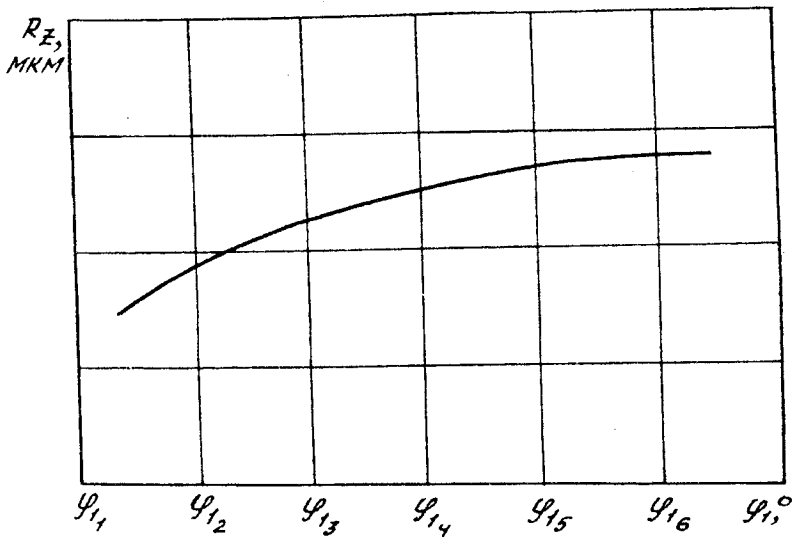


Рис. 29. Вплив допоміжного кута в плані  $\varphi$  на шорсткість оброблюваної поверхні.

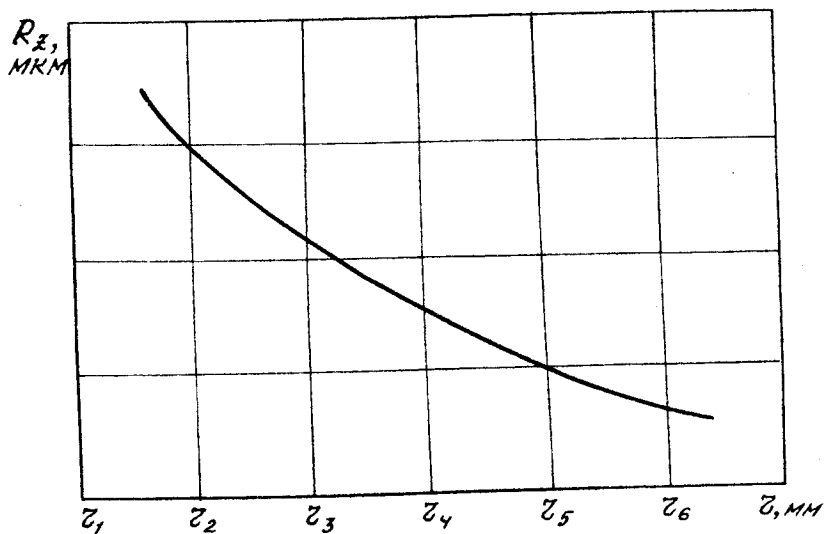


Рис. 30. Вплив радіуса при вршині різця  $r$  на шорсткість оброблюваної поверхні



## Лабораторна робота №4

### 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 виглядає таким чином: 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 інструменту і властивостей змащувально-охолоджувальних рідин вид одержуваних стружок буде різним.

Класифікація стружок, одержуваних в процесі різання була дана в 1970 році І. А. Тіме.

Якщо зрізувані елементи шару залишаються не зв'язаними між собою, то стружку, у випадку обробки пластичних металів, можна назвати елементною /рис 31б/.

Якщо елементи зрізуваного шару залишаються з'єднаними між собою, утворюючи суцільну стрічку з гладкою зовнішньою стороною, що приєднується до передньої поверхні різця, а з внутрішньої сторони з яскраво виділеними зазубринами або "суглобами", то така стружка називається стружкою сколювання, або суглобною /рис. 31в/.

Якщо ж стружка не має помітних зазубрин /"суглобів"/, то її називають зливною /рис. 31г/.

При обробці крихких металів / чавун, бронза/ одержують окремі елементи, не зв'язані між собою. Вони мають на відміну від перерахованих раніше видів стружки шорстку поверхню, що приєднується до передньої поверхні різця. Цей тип стружки І. А. Тіме назвав стружкою надлому або стружкою відриву /рис. 31а/.

При обробці одного і того ж металу можна одержати всі перераховані типи стружок, так як пластичність і хрупкість 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.

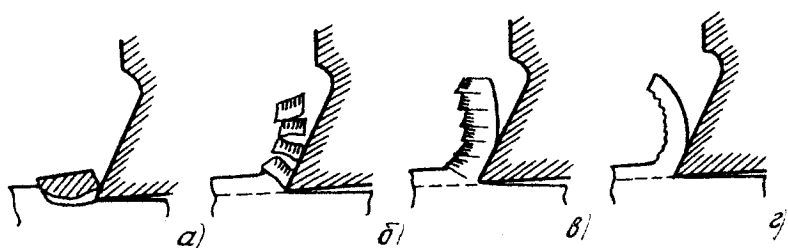


Рис. 31. Види стружок: а - надлому; б - елементна;  
в - сколювання; г - зливна

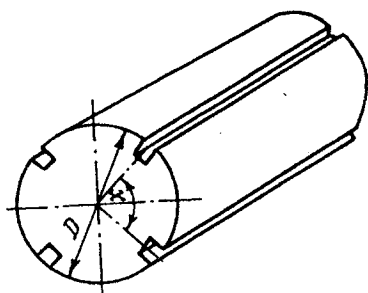
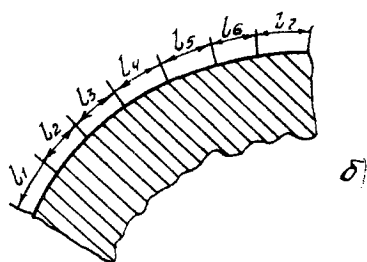
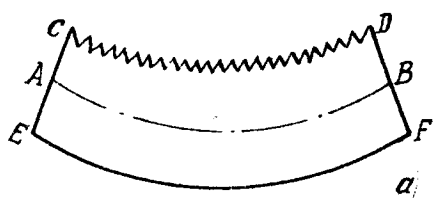


Рис. 33. Заготовка з пазами

Рис. 32. Схеми для визначення коефіцієнта  
усадки стружки:  
а - за методом Кузнецова В.Д.  
б - за проекцією стружки

Вид утвореної стружки / її форма і колір / дають уяву про ті деформації, що мали місце при різанні металу і дозволяє судити про якісну сторону протікання процесу.

### Порядок виконання роботи

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

### Обладнання, елементи, матеріали

1. Токарний верстат.
2. Токарні різці.
3. Штангенциркуль ШЦІ-125-01 ГОСТ 166-80.
4. Заготовки.

### Зміст звіту

У звіті необхідно:

1. Записати мету і порядок виконання роботи.
2. Привести короткі відомості про верстат.
3. Дати відомості про ріжучий інструмент.
4. Записати відомості про оброблюваний матеріал і режими обробки, при яких одержані різні типи стружки.
5. Привести 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 перетину зрізу ?
3. Типи стружок і умови їх утворення.
4. Процес утворення стружки сколювання, зливної стружки і стружки надлому.

## Дослідження впливу різних факторів на усадку стружки

Мета роботи: ознайомлення з методами визначення усадки стружки, вивчення залежності усадки стружки від швидкості різання, подачі і переднього кута інструмента.

### Короткі теоретичні відомості

В процесі різання метал заготовки сильно деформований і розігрітий. Температура і ступінь деформації металу стружки в різних точках зони різання і зрізуваного шару різні. Тому в процесі різання ми маємо справу з металом, що відрізняється від того, характеристику якого ми одержуємо в умовах статичних випробувань при малій швидкості деформації і кімнатній температурі /твердість, границя міцності при розтягуванні, відносна подовженість і т.д./. Для характеристики властивостей металу в процесі різання, наприклад, при виводі теоретичних формул для розрахунку сил різання, необхідні коефіцієнти, що характеризують властивості металу, які ми не знаємо і які потрібно одержати при проведенні спеціальних експериментів. Однією із таких характеристик є коефіцієнт усадки стружки. Цей коефіцієнт фіксує зміну розмірів зрізуваного шару при переході його в стружку і залежить від деформації зрізуваного шару і тертя.

При зрізанні металу в результаті пластичного стискання і зсуву, що проходить в зернах металу зрізуваного шару, збільшується товщина стружки в порівнянні з товщиною зрізуваного шару. Так як об'єм металу після деформації практично дорівнює об'єму до деформації, а ширина стружки міняється в незначній мірі, то довжина стружки стає коротшою довжини зрізуваного шару /шляху різця/. Це явище називається усадкою стружки, а відношення довжини зрізуваного шару до довжини стружки — коефіцієнтом усадки /скорочення/ стружки

$$K_{\ell} = \frac{\ell_{зр.ш.}}{\ell_{стр}}, \quad /24/$$

де  $K_{\ell}$  — коефіцієнт усадки;  $\ell_{зр.ш.}$  — довжина зрізуваного шару;  
 $\ell_{стр}$  — довжина стружки.

Так як об'єм стружки і зрізуваного шару однаковий, то коефіцієнт скорочення дорівнює коефіцієнту потовщення стружки, тобто відношення

довжин дорівнює площі поперечного перетину стружки до площі поперечного перетину зрізаного шару

$$W_{зр.ш.} = W_{стр.}; \quad /25/$$

$$\ell_{зр.ш.} \cdot f_{зр.ш.} = \ell_{стр.} \cdot f_{стр.}; \quad /26/$$

$$\ell_{зр.ш.} \cdot a \cdot b = \ell_{стр.} \cdot a_{стр.} \cdot b_{стр.}; \quad /27/$$

$$K_{\ell} = \frac{\ell_{зр.ш.}}{\ell_{стр.}} = \frac{f_{стр.}}{f_{зр.ш.}} = \frac{a_{стр.} \cdot b_{стр.}}{a \cdot b} \quad /28/$$

де  $W_{зр.ш.}$ —об'єм зрізаного шару,  $W_{стр.}$ —об'єм стружки;  $f_{зр.ш.}$ —поперечний переріз зрізаного шару;  $f_{стр.}$ —поперечний перетин стружки;  $a, b$ —товщина і ширина зрізаного шару;  $a_{стр.}, b_{стр.}$ —товщина і ширина стружки.

Так як ширина зрізаного шару міняється в незначній мірі, то її зміною можна знехатати. З невеликою похибкою коефіцієнт усадки /потовщення/ визначають як співвідношення

$$K_a = \frac{a_{стр.}}{a}. \quad /29/$$

Усадка, будучи результатом роботи, виконаної в зрізаному шарі при переході його в стружку відображує виникаючі в зв'язку з цим зміни і ті сили, в результаті дії яких виникли ці зміни. Таким чином, коефіцієнт усадки стружки характеризує пластичну деформацію при різанні металів. За усадкою стружки можна судити про характер і інтенсивність протікання процесу різання. Коефіцієнт усадки залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, швидкості різання, товщини і ширини зрізаного шару, геометрії інструмента і влативостей змащувально-охолоджуючої рідини.

Коефіцієнт усадки стружки можна визначити декількома методами, із яких найбільш поширені такі:

### 1. За довжиною стружки

Для визначення коефіцієнта усадки вимірюють довжину стружки по гладкому контуру гнучкою ниткою /тонким дротом/ посередині її ширини. Потім нитку прикладають до масштабної лінійки і міряють її довжину.

В. Д. Кузнецов запропонував визначити довжину нейтральної лінії /рис. 32/ одержаної стружки за формулою

$$\ell_{стр} = \frac{EF + CD}{2} = AB \quad /30/$$

Зручно вимірювати довжину стружки вимірювальною лінійкою за проекцією стружки, збільшеної проектором або епідіаскопом /рис.32/

$$\ell_{стр} = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + \ell_4 + \ell_5 + \ell_6 + \ell_7 \quad /31/$$

Довжину шляху різця вимірюють:

-при струганні — лінійкою або штангенциркулем;

-при точінні — прорізають вздовж заготовки неглибокі пази, в них /для зменшення удару/ зачеканюють мідний або алюмінієвий дріт. Тоді довжина шляху різця буде дорівнювати довжині дуги між пазами /рис. 33/.

$$\ell_{зр.ш.} = \frac{\pi \cdot D \cdot x}{360}, \quad /32/$$

де  $x$  — кут між пазами.

2. За товщиною стружки.

При досить гладкій стружці можна, знаючи товщину зрізуваного шару, виміряти товщину стружки за допомогою мікрометра зі спеціальними насадками.

Вимірювання проводяться в 4-5 точках по ширині і довжині стружки, і підраховується середнє арифметичне значення. Крім того, товщину стружки можна виміряти за допомогою мікроскопа.

3. Ваговий метод.

Коефіцієнт усадки визначається за формулою:

$$K_\ell = \frac{f_{стр}}{f_{зр.ш.}},$$

де  $f_{стр}$  — площа поперечного перерізу стружки, мм<sup>2</sup>,  
 $f_{зр.ш.}$  — площа поперечного перетину зрізаного шару, мм<sup>2</sup>.

Площа поперечного перетину стружки визначається таким чином. Визначається маса невеликого куска стружки. Поділивши її на густину, оброблюваного металу, одержимо об'єм стружки. Вимірюємо гнучкою ниткою по середині гладкої сторони довжину стружки з точністю  $\pm 1$  мм. Поділивши об'єм елемента стружки на його довжину, одержимо площу поперечного перетину:

$$f_{стр} = \frac{m}{\rho \cdot \ell_{стр}}, \quad /33/$$

де  $\ell_{стр}$  — довжина стружки, мм;  $m$  — маса стружки /визначається з точністю до 1 мг/, густина матеріалу заготовки /для сталі вона дорівнює 7,8 мг/мм<sup>3</sup>/.

#### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з фізико-механічними властивостями матеріалу заготовки.
2. Виміряти геометричні параметри різців /передній кут  $\gamma$  / і занести дані в таблицю вимірювань /таблиця 4/.
3. Проточити заготовку /рис. 37/ при постійних швидкостях різання, подачі, але зі змінними передніми кутами різців  $\gamma = 0^\circ; 10^\circ; 20^\circ$ .
4. Проточити заготовку /рис. 37/ при постійних подачах, передньому куту, але зі змінною швидкістю різання  $v = 3; 10; 20; 40; 60; 100; 150$  м/хв. Товщина зрізу /поздовжня подача/  $a = S = 0,25$  мм/об. Ширина зрізу дорівнює ширині пояска /орієнтовно 3...4 мм/.
5. Проточити заготовку при постійній швидкості різання, передньому куту, але зі змінною подачею  $S = 0,1$  мм/об; 0,25 мм/об; 0,5 мм/об; 0,7 мм/об.
6. Для кожного експерименту визначити коефіцієнт усадки стружки. Дані вимірювань занести в таблицю 4 звіту.
7. Побудувати графічні залежності  $K_\ell = f(\gamma)$ ;  $K_\ell = f(v)$ ;  $K_\ell = f(S)$ ; наприклад /див. рис. 34, 35, 36/.

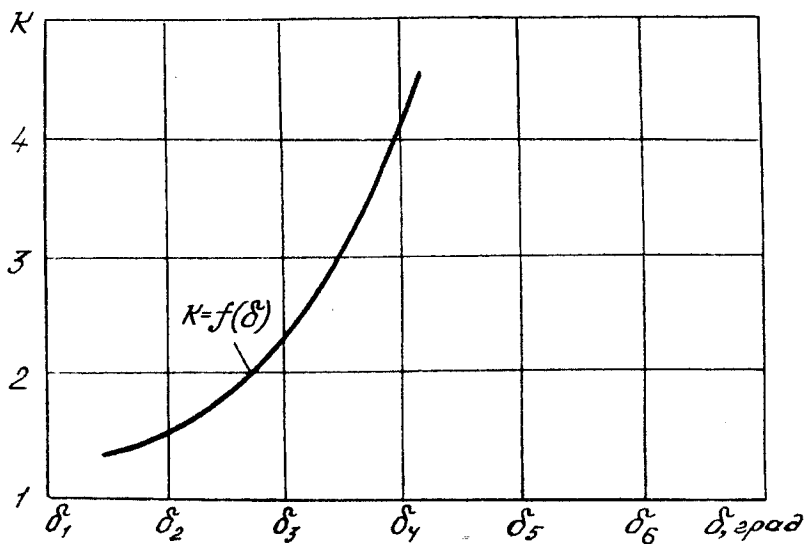


Рис. 34. Вплив кута загострення  $\delta$  на коефіцієнт усадки стружки

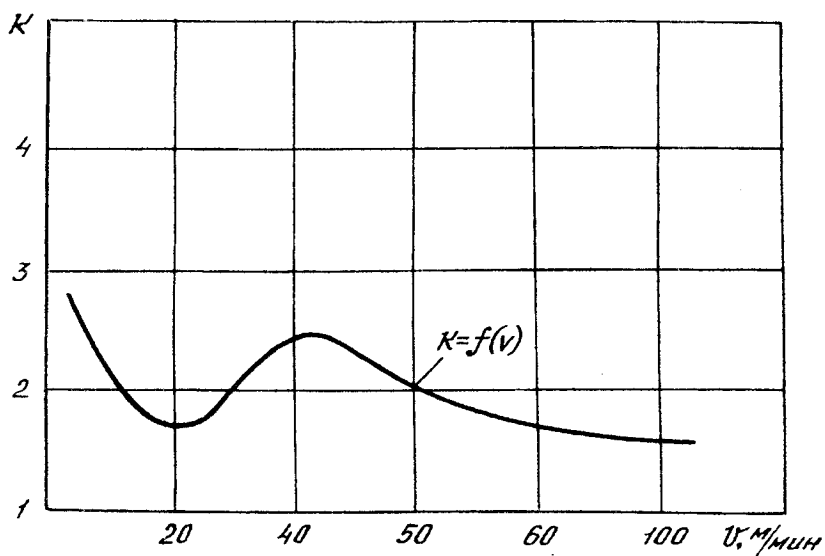


Рис. 35. Вплив швидкості різання  $V$  на коефіцієнт усадки стружки



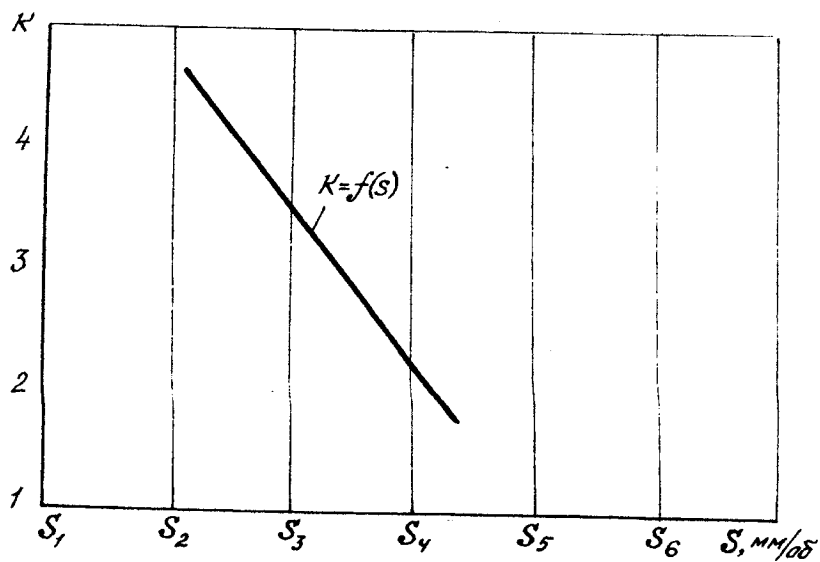


Рис. 36. Вплив подачі  $S$  на коефіцієнт усадки стружки

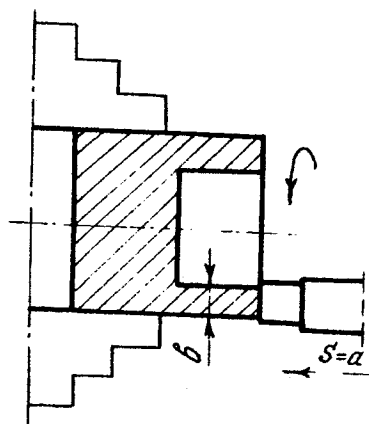


Рис. 37. Схема різання

## Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

1. Токарний верстат.
2. Мікрометр.
3. Штангенциркуль ШЦ 1-125-01 ГОСТ 166-80.
4. Набір дротів.
5. Різноваги.
6. Заготовки.
7. Набір різців.
8. Кутомір.

### Зміст звіту

У звіті необхідно:

1. Записати мету і порядок виконання роботи.
2. Привести короткі відомості про верстат.
3. Записати відомості про матеріал заготовки.
4. Привести коротку характеристику
5. Записати режими обробки і дані вимірювань у вигляді таблиці 4.

Таблиця 4

#### Дані вимірювань

№№ п/п	№ експерименту	Діаметр заготовки $D$ , мм	Часотота обертання шпінделя п, об/хв	Швидкість різання $V$ , м/хв	Подача при різанні $S = a$ мм/об	Передній кут різця $\gamma^\circ$	Довжина стружки $\ell$ , мм	Маса стружки, т, г	Коефіцієнт усадки $K_\ell$

6. Побудувати графічні залежності  $K_\ell = f(\gamma)$ ;  $K_\ell = f(v)$ ;  
 $K_\ell = f(S)$ .
7. Записати висновки по роботі.

#### Питання для самоконтролю

1. Що таке процес усадки стружки і які його причини ?
2. Що таке коефіцієнт усадки стружки і що він характеризує ?
3. Методи визначення коефіцієнта усадки стружки.
4. Вплив на коефіцієнт усадки стружки переднього кута різця, швидкості різання, подачі, застосування змашувально-охолоджувальних сумішей, фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

## Лігература

1. Т.И. Коженкова, Е.Э. Фельдштейн. Лабораторные работы по резанию металлов. Минск. Вышэйшая школа, 1985. - 176с.
2. Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М. Машиностроение, 1990. - 448с.

## Зміст

	с.
<b>Тема. Службове призначення машини</b>	<b>4</b>
Лабораторна робота 1. Склад машини	5-10
Лабораторна робота 2. Службове призначення машини	10-13
Лабораторна робота 3. Визначення видів поверхонь машини і деталей	13-16
Лабораторна робота 4. Аналіз точності виконавчих поверхонь машини	17-21
Лабораторна робота 5. Основні етапи виробництва машини	21-25
<b>Тема. Виробництво литих заготовок деталей машин</b>	<b>26</b>
Лабораторна робота 1. Виготовлення заготовок литтям в піщані форми	27-32
Лабораторна робота 2. Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями	32-37
Лабораторна робота 3. Виготовлення заготовок литтям в металічні форми	37-43
Лабораторна робота 4. Виготовлення заготовок литтям під тиском	43-47
<b>Тема. Обробка деталей машин різанням</b>	<b>48</b>
Лабораторна робота 1. Дослідження і вивчення геометричних параметрів різців	49-67
Лабораторна робота 2. Дослідження впливу режимів різання на шорсткість поверхні при точінні	67-76
Лабораторна робота 3. Дослідження впливу геометричних параметрів різця на шорсткість поверхні	76-79
Лабораторна робота 4. Вивчення типів стружки	80-82
Лабораторна робота 5. Дослідження впливу різних факторів на усадку стружки	83-89

Міністерство освіти України  
Вінницький державний технічний університет

Навчальне видання

Жанна Павлівна Дусанюк

## Основи виробництва машин

Лабораторний практикум

Навчальний посібник

Вінниця ВДТУ 1998

Редактор  
Коректор

Т.А. Ягельська  
З.В. Поліщук

Тир. 35 прим. Зам. № 99-021

---

ВДТУ, 286021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

---