

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять студентів всіх форм навчання

**«Оброблення деталей на шліфувальних  
верстатах»**

з дисципліни  
«Відновлення деталей»

Тернопіль  
2014



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«Відновлення деталей»  
для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний  
транспорт» усіх форм навчання

Тернопіль  
2014

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт».

Укладачі: к.т.н., доц. Левкович М.Г.;  
к.т.н., доц. Лясота О.М.  
асистент Босюк П.В.

Рецензент: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри автомобілів, протокол №1 від 27 серпня 2014 р.

Рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 1 від 29.08.2014 р.

## ЗМІСТ

1. Теоретичні відомості	4
1.1 Види шліфувальних верстатів	4
1.2 Методи шліфування	4
1.3 Характеристика шліфувальних кругів	7
2. Практична частина	9
2.1 Призначення параметрів різання	9
3 Структура звіту	11
4 Контрольні запитання	11
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	12
Додаток А	13
Додаток Б	17
Додаток В	20

**Тема.** Оброблення матеріалів на шліфувальних верстатах

**Мета роботи:** *Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на шліфувальних верстатах, ознайомлення із методикою призначення інструменту та режимів оброблення.*

## **1. Теоретичні відомості**

### **1.1 Види шліфувальних верстатів**

Шліфувальні верстати широко застосовуються у машинобудуванні для: 1) дуже точної обробки різних деталей; 2) надання високої якості оброблюваній поверхні; 3) грубого обдирання заготовок; 4) відрізних робіт; 5) загострення різальних інструментів.

До групи шліфувальних верстатів входять усі верстати, на яких ріжуть метали та інші матеріали шліфувальними кругами, брусками та абразивними порошками.

Сучасні шліфувальні верстати можна поділити на:

- 1) круглошліфувальні центрові для зовнішнього шліфування (прості й універсальні);
- 2) внутрішшліфувальні (прості й планетарні);
- 3) круглошліфувальні безцентрові для зовнішнього і внутрішнього шліфування;
- 4) плоскошліфувальні з круглими і прямокутними столами (з вертикальним або горизонтальним шпинделем);
- 5) зубошліфувальні;
- 6) різешліфувальні;
- 7) шліфувальні для загострювання різних різальних інструментів;
- 8) шліфувальні, призначені для досягнення високої чистоти оброблюваної поверхні - шліфувально-притиральні (які здійснюють хонінг-процес) і шліфувально-обробні (що здійснюють процес суперфінішу);
- 9) шліфувальні спеціального призначення (наприклад, шлицешліфувальні, копіювально-шліфувальні, для шліфування кульок тощо).

### **1.2 Методи шліфування**

У сучасному машинобудуванні шліфування набуло значного застосування як при обробці металів, так і інших матеріалів. Ним широко користуються для виконання особливо точних операцій - доводки точних вимірювальних інструментів, загострювання різального інструмента, а також для грубих обдирних робіт.

Різальними інструментами при шліфуванні є шліфувальні круги, яким залежно від конфігурації оброблюваного виробу надають різних форм.

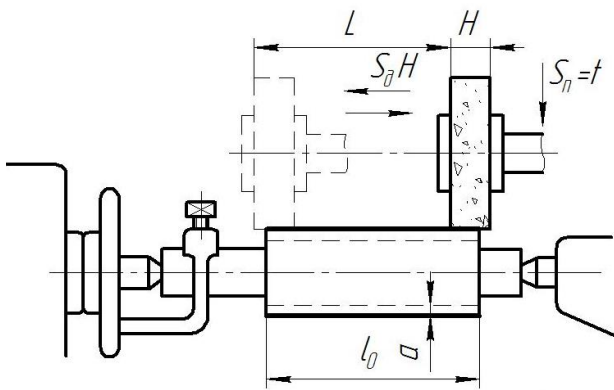


Рисунок 1 – Схема круглого шліфування повздожньою подачею

Шліфування є основним і найбільш розповсюдженим методом обробки зовнішніх циліндричних поверхонь. Тонке шліфування здійснюється м'якими дрібнозернистими абразивними інструментами на круглошліфувальних (рис. 1), безцентрово-шліфувальних (рис. 2), плоскошліфувальних (рис. 4) та внутрішшліфувальних верстатах (рис. 5).

На круглошліфувальних верстатах заготовка встановлюється у центрах верстата. Швидкість обертання заготовки змінюється від 10 до 15 м/хв., швидкість круга 30 м/с.

Процес шліфування здійснюється з подовжньою подачею (рис. 1) і методом врізання (рис. 3). У першому випадку заготовка здійснює зворотно-поступальне повздожнє переміщення, а наприкінці кожного ходу здійснюється поперечна подача.

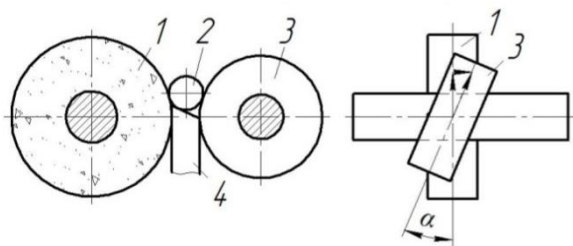


Рисунок 2 – Схема безцентрового шліфування

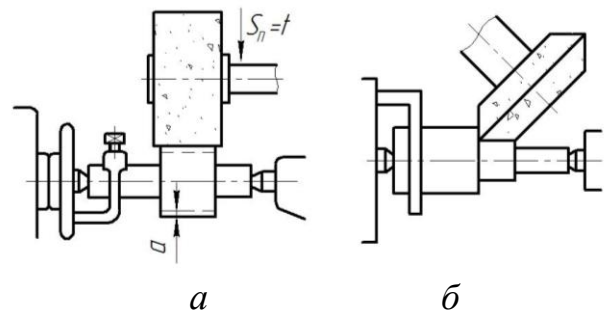


Рисунок 3 – Схема круглого шліфування з поперечною подачею (а); схема шліфування шийки й уступу вала (б)

Другий спосіб полягає в тому, що шліфувальному кругу надається тільки поперечна подача. При шліфуванні на безцентрово-шліфувальних верстатах (рис. 2) заготовка 2 встановлюється між двома кругами 1 і 3 на спеціальний підтримуючий ніж 4, виготовлений із стійкого проти спрацьовування матеріалу. Завдяки скосу, спрямованому вбік ведучого круга, деталь притискається до нього, що сприяє передачі обертового моменту деталі.

Внутрішнє кругле шліфування (рис. 4) використовують для шліфування втулок та інших деталей з отворами. Розрізняють два способи внутрішнього шліфування:

- 1) шліфування отвору в обертовому виробі (звичайне шліфування);
- 2) шліфування отвору в нерухомому виробі (планетарне шліфування).

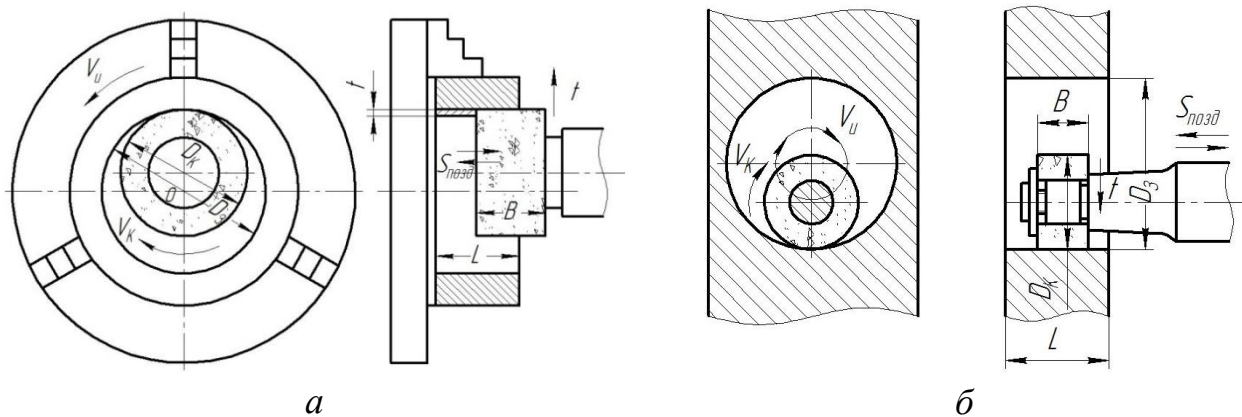


Рисунок 4 – Внутрішнє шліфування

Якщо працюють за першим способом (рис. 4а) виріб і шліфувальний круг обертаються в різні сторони. Крім обертального руху, шліфувальний круг виконує зворотно-поступальний рух вздовж осі оброблюваного отвору (поздовжня подача  $S_{\text{позд}}$ ) і рух врізування на глибину різання (поперечна подача  $t$ ), який провадиться в кінці кожного подвійного поздовжнього ходу. Поздовжні подачі беруть у межах від 0,25 до 0,8 ширини круга  $B$  на один оберт виробу. Виріб затискають у патроні (так само як на токарному верстаті). Цей спосіб застосовується для оброблення невеликих виробів (загартовані кільця, отвори в інструментах тощо).

Для обробки отворів у дуже великих і важких виробих, які незручно і неможливо закріпити в патроні, застосовують другий спосіб (рис. 4, б).

При планетарному шліфуванні виріб на столі верстата лишається нерухомим. Шліфувальний круг здійснює обертальний рух навколо своєї осі  $V_k$  коловий рух навколо осі оброблюваного виробу  $V_u$ , зворотно-поступальний рух вздовж своєї осі (поздовжня подача  $S_{\text{позд}}$ ), а також поперечну подачу  $t$ .

Діаметр шліфувального круга при внутрішньому шліфуванні беруть у межах 0,7 - 0,9 діаметра оброблюваного отвору. Звичайно застосовують круги малого діаметра, що обмежує швидкість різання, а також створює малу жорсткість шліфувального шпинделя. У зв'язку з цим поперечні подачі при внутрішньому шліфуванні беруть дуже малими: 0,005-0,02 мм/подв. хід при чорновій обробці і 0,002-0,01 мм/подв. хід при чистовій обробці.

Плоске шліфування (рис. 5) застосовують для обробки плоских поверхонь. Широкого застосування плоске шліфування набуло як чистова операція після фрезерування або стругання площин різних виробів з метою досягнення високої точності і чистоти оброблюваної поверхні. Плоске тонке



шліфування часто замінює чистове стругання, чистове обпилювання і шабрування.

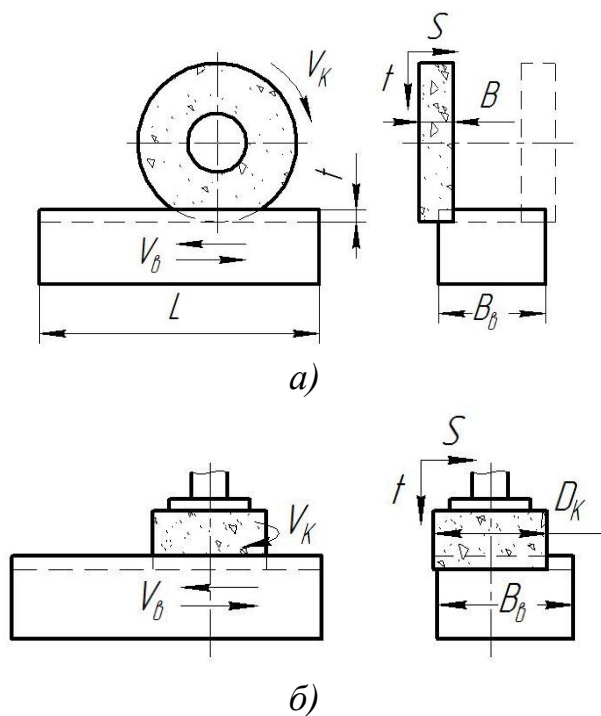


Рисунок 5 – Плоске шліфування за принципом поздовжньо-стругальних верстатів: а – периферією круга; б – торцем круга

Плоске шліфування виконують: 1) периферією круга (рис. 5а) або 2) торцевою площиною круга (рис. 5б).

Ці способи обробки можна здійснювати на плоскошліфувальних верстатах, які працюють за принципом поздовжньо-стругальних або карусельних верстатів. В обох випадках виріб закріплюють на столі верстата і разом з столом він дістає або прямолінійний зворотно-поступальний або обертальний рух, а круг, що має ширину більшу за ширину виробу, тільки обертається. Якщо ширина круга менша за ширину виробу, то шліфувальний круг ще переміщується у напрямі ширини виробу (поперечна подача  $S$ ).

### 1.3 Характеристика шліфувальних кругів

Шліфувальний круг являє собою різальний інструмент, виготовлений з суміші дрібних зерен твердого шліфуючого матеріалу і цементуючої речовини (зв'язки). При обертанні круга гострі грані зерен зрізують з заготовки тонку стружку.

Характеристику шліфувального круга визначають такі основні елементи: 1) якість шліфуючого (абразивного) матеріалу; 2) величина зерен, тобто зернистість круга; 3) якість цементуючої речовини; 4) твердість круга; 5) структура круга.

Абразивні матеріали поділяються на природні і штучні. До природних абразивних матеріалів належать мінерали: кварц, наждак, корунд і алмаз.

До штучних шліфуючих матеріалів (абразивів) належать штучний корунд, карборунд і карбід бору.

Зернистість кругів визначається величиною зерен шліфуючого матеріалу. Розмір зерен становить від 3,5 до 5000  $\mu\text{m}$  і позначається номерами, що відповідають кількості отворів на 1 пог. дюйм сита, через яке просіюють зерна.

ГОСТ 3647 - 47 установлює такі номери зернистості: 10, 12,14, 16, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 46, 54, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320, M28, M14, M10, M7, M5.

Цементуючі речовини. Шліфуючі зерна скріплюються між собою цементуючими речовинами (зв'язками). Найчастіше застосовуються керамічна, мінеральна і органічна зв'язки.

Твердість шліфувального круга визначається здатністю зв'язки утримувати зерна абразивного матеріалу від викришування під впливом зусиль, що виникають у процесі різання. Отже, твердість круга не залежить від твердості зерен абразивного матеріалу, а визначається міцністю зв'язуючої речовини.

Вибір твердості круга залежно від характеру роботи і якості оброблюваного матеріалу робить вирішальний вплив на продуктивність.

Практика показує, що для досягнення високої точності шліфування і великої продуктивності слід вибирати більш м'які круги, враховуючи при цьому їх швидке спрацювання.

Обдирне шліфування слід провадити твердими кругами.

При фасонному шліфуванні, де потрібно якомога довше зберегти профіль круга, також краще вибирати тверді круги.

Шкала твердості кругів приводиться нижче:

Круг	Умовні позначення
М'який	M1; M2; M3
Середньом'який	CM1; CM2;
Середній	C1; C2
Середньотвердий	CT1; CT2; CT3
Твердий	T1; T2
Дуже твердий	BT1; BT2
Надзвичайно твердий	CT1; CT2

Структура круга. Під структурою круга розуміють співвідношення між об'ємами абразивного матеріалу, зв'язки і пор у крузі. Чим ближче розміщені зерна одне до одного, тим щільніший круг, тим менша його пористість.

Шліфувальний інструмент має за структурою тринадцять номерів (0 - 12).

За формою шліфувальні круги є плоский прямий, конічний з двосторонньою конічною виточкою, диск, плоский нарощуваний, чашковий циліндричний, чашковий конічний, тарілчастий, для загострювання голок, для загострювання ножів косарок, спеціальна.

Суцільні шліфувальні круги під час роботи часто ламаються (особливо під час плоского шліфування) і тоді потрібно замінювати весь круг, що

неекономно. Тому для плоского торцевого шліфування застосовують круги, складені з окремих сегментів, які укріплюють у металевому корпусі. Маркування круга. На кожному шліфувальному крузі ставлять марку, в якій зазначено характеристику круга: шліфуючий матеріал, зв'язка, зернистість, твердість, структура, форма і максимальна колова швидкість.

Наприклад, марка ЭБ60СМК5ПП150×50×6530 – 35 м/сек.

означає: шліфувальний круг з електрокорунду білого, зернистістю 60, середньої м'якості, на керамічній зв'язці номер 5, форма плоска прямого профілю з зовнішнім діаметром 150 мм, шириною 50 мм, діаметром отвору 65 мм, максимальна колова швидкість обертання 30 – 35 м/сек.

## 2. Практична частина

### 2.1 Призначення параметрів різання

Перед визначенням режимів різання для шліфування потрібно накреслити схему різання, вибравши індивідуальне завдання в додатках А (номер варіанту видає викладач). Після цього слід призначити різальний інструмент, тобто вибрати характеристики шліфувального круга. До них відносяться: матеріал абразивних зерен, розмір абразивних зерен, зв'язуючий матеріал, твердість круга (міцність зв'язку між зернами), структура круга (кількісне співвідношення між абразивними зернами, зв'язуючим матеріалом та порами в одиниці об'єму круга). При цьому можна користуватися вказівками посібників: (стор. 242 -258) [9], (стор. 172, 192) [8], (стор. 346) [7]. При використанні посібників [8] та [7] шліфувальні матеріали потрібно позначати згідно з ГОСТ 2424-83. Для переведення старих позначень абразивних матеріалів у нові можна використати рекомендації приведені в додатку Б.

При обробці сталей, чавунів та м'яких бронз використовують круги із електрокорунду нормального або білого. Білий електрокорунд більш якісний і використовується частіше для чистового шліфування. Для шліфування важкооброблюваних легованих сталей та сплавів рекомендуються круги із монокорунду. Високу продуктивність при обробці сталей забезпечують круги із хромистого або титанистого електрокорундів. Для обробки чавунів та алюмінієвих сплавів рекомендуються круги із карборунду чорного.

Зернистість круга (розмір абразивного зерна) вибирають у відповідності до характеру обробки. Для попередньої обробки можна вибирати зернистість 50 або 63. Для попереднього та чистового шліфування ( $Ra = 2,5 - 0,32$  мкм) рекомендується зернистість 50; 40 або 25. Для досягнення чистоти поверхні  $Ra = 0,63 - 0,16$  мкм рекомендується зернистість 16 або 12. Потрібно також

вказати індекс зернистості, який характеризує вміст основної фракції. Найчастіше приймаються індекси зернистості Н і П.

Твердість круга вибирають за наступним правилом: чим твердіший матеріал заготовки, тим м'якшим повинен бути шліфувальний круг та навпаки.

Для шліфування загартованих сталей краще брати м'які, середньом'які і середні круги (М1-СМ-С2).

Для обробки незагартованих сталей, чавунів та інших в'язких металів можна прийняти середньом'які, середні або середньотверді круги (М1-С-СТ2).

Структуру круга вибирають, враховуючи особливості обробки та властивості матеріалу заготовки. Найчастіше для круглого та плоского шліфування приймають круги з структурою №5 та 6, для внутрішнього шліфування - №7 та 8.

Зв'язуючий матеріал вибираємо у відповідності з призначенням круга. Для електрокорундових кругів найчастіше використовують керамічну зв'язку К1 та К8, а для карборундових – К3. Для швидкісного шліфування використовують круги з керамічною зв'язкою К5 або бакелітовою зв'язкою. Характеристики шліфувального круга для обробки з швидкістю до 35 м/с можна вибрати з таблиці у додатку Бб. Потрібно вказати також клас точності шліфувального круга, який буває: АА, А та Б. Найбільш точні круги класу АА.

Призначаючи інструмент, потрібно вказати форму та розміри круга. Для круглого та плоского шліфування периферією круга, як правило, приймають круги ПП, для внутрішнього шліфування призначають круги ПП, або шліфувальні головки. Розміри кругів та головок можна вибрати з таблиць 170-175 (стор. 253-258) [9]. Для круглошліфувальних і плоскошліфувальних верстатів допустимі розміри круга вибираються з паспорту верстата. Для внутрішнього шліфування діаметр круга можна визначити із співвідношення  $DK = (0,8+0,9) \cdot D3$ . Вказується також допустима швидкість круга, при якій гарантується безпечна робота. Для звичайних кругів на керамічній зв'язці це 30-35 м/с. Вибрані параметри записуються в марку круга.

*Наприклад:* ПП 600×63×127 24А 25Н СТ1 6 К8 А 35 м/с.

Форма круга – ПП, зовнішній діаметр круга – 600 мм, ширина круга – 63мм, діаметр отвору круга – 127мм, абразивний матеріал – 24А (електрокорунд білий), зернистість – 25Н (середній розмір абразивного зерна 250 мкм, або 0,25 мм), твердість – СТ 1 ( безцентрового №1), структура №6, зв'язка – К8 (керамічна №8), клас точності інструменту – А, допустима швидкість обертання круга – 35м/с.

Після призначення різального інструменту визначаються режими різання.

Повздовжня подача виражається в частках ширини круга і приймається  $S_{\text{повз}} = (0,2 - 0,3)N_k$  мм/об при чистовому шліфуванні, а при чорновому -  $S_{\text{повз}} = (0,6 - 0,8) N_k$  мм/об.

Поперечна подача  $S_{\text{поп}}$  круга при чистовому шліфуванні дорівнює 0,003 - 0,015 мм/дв. хід столу, а при чорновому - 0,05 - 0,075 мм/дв. хід столу.

Повздовжня подача дорівнює  $S_{\text{повз}} = (0,5-0,8)H$  від висоти круга за один оборот заготовки. При виходжующих остаточних проходах повздовжня подача зменшується до  $S_{\text{повз}} = (0,2 - 0,3)H$  і глибина різання до 0,005 - 0,02 мм за кожен хід.

### 3. Структура звіту

- 1 Мета роботи
- 2 Короткі теоретичні відомості
- 3 Креслення схеми різання
- 4 Призначення різального інструменту
- 5 Висновок
- 6 Список літератури

### 4. Контрольні запитання

1. Для чого служать шліфувальні верстати?
2. Який інструмент застосовують в процесі шліфування?
3. Назвіть основні методи шліфування.
4. Яким способом шліфують плоскі поверхні?
5. Яким способом шліфують зовнішні циліндричні поверхні?
6. Яким способом шліфують фасонні поверхні?
7. Яким способом шліфують внутрішні циліндричні поверхні?
8. Для шліфування яких деталей використовують кругле планетарне шліфування?
9. Що являє собою шліфувальний круг?
10. Які основні елементи визначають характеристику шліфувального круга?
11. Що таке зернистість кругів?
12. Залежно від чого вибирають твердість круга.
13. Як класифікуються круги за твердістю?
14. Що таке структура круга.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. - М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.
2. Грановский Г.И. Резание металлов [Текст] / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. - М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
3. Кирилович В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК [Текст] / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. - Житомир: ЖІТГ, 2001.
4. Нефёдов Н.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту [Текст] / Н.А. Нефёдов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. – 444 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках [Текст] / М.: Машиностроение, 1974. - Часть 1.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. М. Машиностроение, 1974.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 3. М. Машиностроение, 1974.
8. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / под ред. Б.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. – 515 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - Т.2. – 656 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - Т.2. – 408 с.
11. Справочник металлиста. Т. 5, под ред. Б.А. Богуславского. М. Машиностроение, 1978.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник металлиста [Текст] / під ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. - Т.5. – 150с.
13. Сердюк В.С. Основи оброблення матеріалів різанням та інструмент. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування» [Текст] / В.С. Сердюк. – К.: Освіта України, 2006. –186 с.

## Варіанти завдань до лабораторної роботи

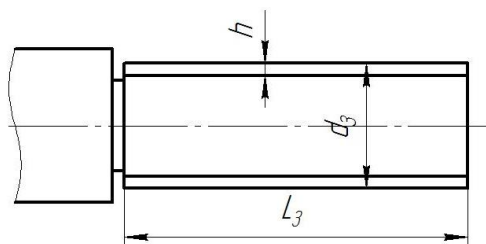


Рисунок А1

Задача 1. Призначити абразивний інструмент (вибрати характеристики круга і скласти марку) для шліфування ділянки деталі (рис. А1) довжиною  $L_3$ , діаметром  $d_3$ , якщо припуск на обробку  $h$ , шорсткість поверхні  $R_a$ , (таблиця А1).

Таблиця А1 – Дані до виконання лабораторної роботи

Варі-ант	Матеріал заготовки	$L_3$ , мм	$d_3$ , мм	$h$ , мм	Якість обробки $R_a$ , мкм
1	Сталь 45 38 HRC	300	55h7	0,3	2,5
2	Сталь У8А 60 HRC	240	30h6	0,15	0,63
3	Сталь 40Н негартована	400	82e8	0,4	2,5
4	Сталь 5 негартована	120	45f7	0,25	1,25
5	Сталь 20Х 61 HRC	200	62m6	0,2	0,63
6	Сталь 40ХН2МА 58 HRC	500	80h7	0,35	1,25
7	Сталь УЮА 52HRC	62	30h7	0,2	2,5
8	Сталь 35 38 HRC	40	60h6	0,15	0,63
9	Сталь 38 ХМ негартована	55	45s7	0,3	1,25
10	Сталь 38Х2МЮА негартована	35	20h7	0,2	1,25
11	Сталь 40 44 HRC	46	52e8	0,35 n	2,5
12	Сталь 40Х 39 HRC	30	56p6	0,28	0,63
13	Сталь 20ХН3А 58 HRC	90	48h6	0,18	0,63
14	Сталь Р12 64HRC	150	52u8	0,3	1,25
15	Сталь Р9К5 66 HRC	58	120h7	0,4	1,25
16	Сталь Р6М5 63 HRC	88	90f7	0,25	0,63
17	Сталь 60Г негартована	450	64g6	0,18	0,93
18	Сталь 45 негартована	320	74h7	0,3	2,5
19	Сталь 30 негартована	50	36u8	0,32	2,5
20	Сталь ХН56ВТ негартована	32	28h6	0,22	1,25
21	СЧ 20 НВ 220	120	80h7	0,3	1,25
22	Сталь 40 44 HRC	30	72g6	0,2	0,63

Примітка: обробку з шорсткістю поверхні  $R_a=2,5$  мкм вважати попередньою.

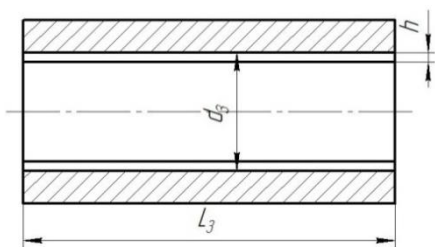


Рисунок А2

Задача 2. Призначити абразивний інструмент (вибрати характеристики круга і скласти марку) для шліфування отвору діаметром  $d_3$ , довжиною  $L_3$  в деталі приведеній на рис. А2, якщо припуск на обробку  $h$ , шорсткість поверхні  $R_a$ , (таблиця А2).

Таблиця А2 – Дані до виконання лабораторної роботи

Варі-ант	Матеріал заготовки	$L_3$ , мм	$d_3$ , мм	$h$ , мм	Якість обробки $R_a$ , мкм
1	СЧ20HB220	120	80H7	0,3	1,25
2	Сталь 4044HRC	30	72G6	0,2	0,63
3	Сталь Ст. 5 негартована	100	120F8	0,25	1,25
4	КЧ 50-4HB240	50	90HГ1	0,25	1,25
5	Сталь 20XH3A58HRC	110	60H7	0,15	0,63
6	ВЧ 60-2HB250	52	I80H81	0,28	2,5
7	Сталь 4538HRC	180	96H7	0,22	1,25
8	Сталь 38X2MЮА негартована	80	120H7	0,12	0,63
9	Сталь 20X60HRC	40	68H8	0,25	2,5
10	СЧ40HB260	32	70K7	0,2	1,25
11	Сталь 30 негартована	50	94K7	0,26	1,25
12	Сталь ХН40В негартована	100	80H7	0,15	0,63
13	АЧС-3HB180	180	125F8	0,32	2,5
14	Сталь 40X39HRC	160	150H7	0,18	0,63
15	Сталь 35X40HRC	90	85H7	0,24	1,25
16	Сталь 40XH2CМА 58 HRC	62	100H7	0,2	1,25
17	КЧ 30-6HB160	50	122H7	0,22	2,5
18	АЧК-1HB210	35	116H8	0,28	2,5
19	Сталь 20X61HRC	125	84H7	0,16	0,63
20	Сталь 20 негартована	70	90H7	0,32	1,25
21	Сталь 4538HRC	38	55H7	0,3	2,5
22	Сталь У8А60HRC	140	66H6	0,15	0,63

*Примітка:* обробку з шорсткістю обробленої поверхні  $R_a = 2,5$  мкм вважати попередньою.



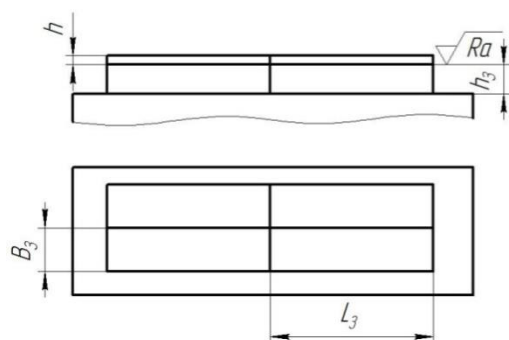


Рисунок А3

Задача 3. Призначити абразивний інструмент (вибрати характеристики круга і скласти марку) для шліфування плоскої поверхні пластини (рис. А3) або кількох пластин, закріплених на магнітному столі плоскошліфувального верстата. Ширина пластини  $B_3$ , довжина  $L_3$ , товщина пластини  $h_3$ , припуск на обробку отвору  $h$ , шорсткість  $R_a$ , (таблиця А3).

Таблиця А3 – Дані до виконання лабораторної роботи

Варіант	Матеріал заготовки	$B_3$ , мм	$L_3$ , мм	$h$ , мм	$h_3$ , мкм	$R_a$ , мкм	Кількість заготовок
1	Сталь 5 негартована	45	280	0,25	12	0,63	Два ряди по 3 шт.
2	Сталь У10А 52HRC	69	600	0,32	15	1,25	5 рядів по 1 шт.
3	Сталь 20Х 61HRC	55	150	0,2	10	0,63	5 рядів по 6 шт.
4	СЧ18 HB210	160	400	0,45	50	2,5	1 шт.
5	ВЧ 60-2 HB250	120	250	0,5	30	1,25	1 шт.
6	Сталь У8А 60HRC	140	180	0,35	32	0,63	два ряди по 5 шт.
7	Сталь Р12 64HRC	200	380	0,4	40	1,25	1 шт.
8	Сталь ХН56ВТ негартована	90	140	0,25	20	0,63	два ряди по 6 шт.
9	АЧС-3 HB180	240	420	0,45	50	1,25	1 шт.
10	Сталь 20 негартована	210	680	0,5	20	2,5	1 шт.
11	Сталь 6 негартована	10	20	0,15	5	1,25	15 рядів по 20 шт.
12	Бр. А9ЖЗЛ6	25	50	0,2	8	0,63	10 рядів по 12 шт.
13	СЧ45 HB289	300	400	0,5	60	2,5	1 шт.
14	Сталь 50Х63	110	600	0,4	25	1,25	1 шт.
15	Сталь 30ХГС 62HRC	60	500	0,3	30	2,5	1 шт.

Примітка: обробку з шорсткістю  $R_a = 2,5$  мкм вважати попередньою.

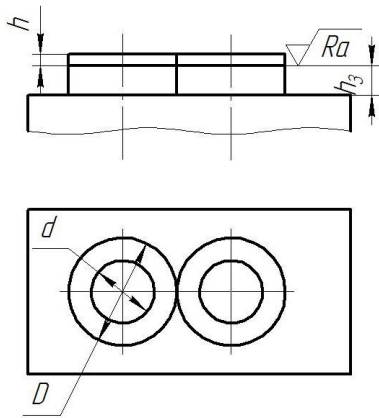


Рисунок А4

Задача 4. Призначити абразивний інструмент (вибрати характеристики круга і скласти марку) для шліфування плоскої поверхні кілець, закріплених на магнітному столі плоскошліфувального верстата рис. А4. Зовнішній діаметр кільця  $D$ , внутрішній діаметр  $d$ , товщина кільця  $h_3$ , припуск на обробку  $h$ , шорсткість поверхні  $R_a$ , (таблиця А4).

Таблиця А4 – Дані до виконання лабораторної роботи

Варі-ант	Матеріал заготовки	$D$ , мм	$d$ , мм	$h$ , мм	$h_3$ , мкм	$R_a$ , мкм	Кількість заготовок
1	Сталь 40 44HRC	40	30	0,24	14	0,63	6 рядів по 20 шт.
2	КЧ 50-4HB240	200	100	0,5	60	1,25	1 шт.
3	АКЧ-1HB210	70	65	0,18	3	0,63	3 ряди по 10 шт.
4	Сталь 20X60HRC	180	120	0,32	10	1 25	1 ряд по 4 шт.
5	Сталь Ст. 5 негартована	260	60	0,45	50	2,5	1 ряд по 2 шт.
6	Сталь 30 негартована	120	100	0,25	30	1,25	1 ряд по 3 шт.
7	АКС-3HB180	92	85	0,15	5	0,63	2 ряди по 5 шт.
8	Сталь 20ХН3А 58 HRC	50	10	0,28	6	0,63	5 рядів по 10 шт.
9	СЧ20HB 220	250	200	0,6	80	2,5	1 шт.
10	Сталь 40ХН2МА негартована	230	120	0,4	40	2,5	1 шт.
11	Сталь УЮА52 HRC	220	60	0,45	50	2,5	1 ряд по 2 шт.
12	Сталь 20X61HRC	150	100	0,25	30	1,25	1 ряд по 3шт.

Примітка: обробку з шорсткістю обробленої поверхні  $R_a = 2,5$  мкм вважати попередньою.

## Рекомендації щодо вибору інструментів

Таблиця Б1 – Відповідність старого та нового позначення абразивних матеріалів

Абразивні матеріали	Електрокорунд								
	Нормальний					Білий			
Старе позначення	–	Э5	Э4Э3	Э2	–	–	Э9А	Э9	Э8
Нове позначення	16А	15А	14А	13А	12А	25А	24А	23А	22А
Абразивні матеріали	Електрокорунд								
	Хромистий			Титанистий			Монокорунд		
Старе позначення	ЭХА	ЭХБ	–	ЭТ			–	М8	М7
Нове позначення	34А	33А	32А	37А			45А	44А	43А
Абразивні матеріали	Карборунд								
	Чорний					Зелений			
Старе позначення	–	КЧ8	КЧ	–	–	–	К39	–	–
Нове позначення	55С	54С	53С	52С	64С	–	63С	–	62С

Таблиця Б2 – Рекомендації до вибору характеристик круга

Вид шліфування	Частота обробки	Абразивний матеріал, зернистість		Твердість круга та зв'язуючий матеріал				
		Сталь	Чавун	Конструкційна сталь (вуглецева та легована)			Жаростійка, нержавіюча сталь	Чавун, бронза
				HRCe<30	HRCe 30-50	HRCe>50		
Зовнішнє кругле з поздовжньою подачею	Rz20	12A-16A 50	55C-55C 50	C1 К	CM2 К	CM1 К	CM1 Б К	CM1 К
	Ra2,5	12A-16A 40-50	52C-55C 40-50	C2 К	C1 К	CM2 К	CM1 Б К	CM2 К
	Ra1,25	12A-16A 40 22A-25A	52C-55C 40 12A-16A	CT1 К	C1 К	CM2 К	CM2 Б К	CM2 К
	Ra0,63	22A-25A 16-25	52C-55C 16-25 12A-16A	C1 К	C2 К	C1 К	CM2 Б К	CM2 К
Зовнішнє кругле з радіальною подачею	Rz20	12A-16A 50	55C-55C 50	C2 К	C1 К	CM2 К	CM2 Б К	CM2 К
	Ra2,5	12A-16A 40-50	52C-55C 40-50	CM1 К	CM2 К	CM2 К	CM2 Б К	CM2 К
	Ra1,25	12A-16A 40 22A-25A	52C-55C 40 12A-16A	CT1 К	C1 К	C1 К	C1 Б К	C1 К
	Ra0,63	22A-25A 16-25	52C-55C 16-25 12A-16A	CT2 К	C2 К	C2 К	C1 Б К	C1 К
Внутрішнє	Rz20	12A-16A 50	52C-55C 50	C1 К	CM2 К	CM2 К	CM1 К Б	CM1 К
	Ra2,5	12A-16A 40	52C-55C 40	C2 К	C1 К	CM2 К	CM2 К Б	CM2 К
	Ra1,25	12A-16A 25 22A-25A	52C-55C 25 12A-16A	C2 К	C2 К	C1 К	C1 К Б	CM2 К
	Ra0,63	22A-25A 16 22A-25A	52C-55C 16 12A-16A	CT1 К	C2 К	C2 К	C1 К Б	C1 К

Продовження таблиці Б.2

Плоске периферією круга на верстатах з прямокутним столом	Rz20	12A-16A 50	52C-55C 50 12A-16A	CM2 K	CM1 K	M3 K	M3 K Б	CM2 K
	Ra2,5	12A-16A 40	52C-55C 45 12A-16A	CM2 K	CM1 K	M3 K	M3 K Б	CM2 K
	Ra1,25	22A-25A 25	52C-55C 25 12A-16A	C1 K	CM2 K	CM1 K	CM1 K Б	C1 K
	Ra0,63	22A-25A 16	52C-55C 16 12A-16A	C1 K	CM2 K	CM1 K	CM1 K Б	C1 K

## ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Таблиця В1 – Круглошліфувальні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів			
	3М151	3М151Ф2	3У131М	3Т160
Найбільші розміри оброблюваної заготовки:				
діаметр	200	200	280	280
довжина	700	700	700	-
Найбільший діаметр шліфування				
зовнішнього	60	20...180	60	20...280
внутрішнього	-	-	30...100	-
Найбільша довжина шліфування				
зовнішнього	700	650	710	130
внутрішнього	-	-	125	-
Висота центрів над столом	125	125	185	160
Кут повороту стола, град:				
за годинниковою стрілкою	3	6	3	1
проти годинникової стрілки	10	7	10	1
Швидкість автоматичного переміщення стола (безступінчасте регулювання), м/хв	0,05...5,0	0,05...5,0	0,05...5,0	0,05...5,0
Частота обертання шпинделя заготовки (безступінчастого регулювання), об/хв.	50...500	50...500	40...400	55...620
Найбільші розміри шліфувального круга:				
зовнішній діаметр	600	600	600	750
висота	100	80	50	50
Переміщення шліфувальної бабки:				
найбільше	185	235	290	190
на одну поділку лімба	0,005	0,005	0,005	0,005

## Продовження таблиці В1

Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об/хв. , при шліфуванні: зовнішньому внутрішньому	1590 -	1590 -	1112 16900	1250 -
Швидкість врізаної подачі шліфувальної бабки, мм/хв	0,1...4	0,02...1,2	-	0,1...3,0
Потужність електродвигуна, кВт	10	15,2	5,5	17
<i>Примітка.</i> Верстат моделі 3М151Ф2 з ЧПУ; моделі 3Т160 торцекруглошліфувальний.				

Таблиця В2 – Безцентрово-шліфувальні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів		
	3М182А	3А184	3М185
Клас точності	А	В	Н
Діаметр заготовки: найбільший найменший найменший з поперечною подачею	25 0,8 2,5	80 3 -	160 10 -
Найбільша довжина шліфування: з поздовжньою подачею з поперечною подачею	170 95	165 145	320 195
Шліфувальний круг: а) зовнішній діаметр: найбільший найменший б) частота обертання в) колова швидкість, м/с	 350 280 1910 35	 500 400 1337 35	 600 450 1100 35

## Продовження таблиці В3

Ведучий круг:			
а) зовнішній діаметр:			
найбільший	250	300	350
найменший	200	260	300
б) найбільший кут нахилу, град:			
у вертикальній площині,	$\pm 5^\circ$	$\pm 5^\circ$	$\pm 5^\circ$
у горизонтальній площині	$\pm 30$	-	$\pm 30$
в) частота обертання (безступінчасте регулювання), об/хв.	10...150	10...130	15...100
Бабка шліфувального круга:			
а) найбільше установочне переміщення	90	-	165
б) прискорене переміщення при врізному шліфуванні	20	16	18
в) робоче переміщення на одну поділку лімба	0,0005	0,0025	0,002
г) подача при врізному шліфуванні, мм/хв. :			
найбільша	8	-	10
найменша	0,05	-	0,06
Параметри	Моделі верстатів		
	3M182A	3A184	3M185
Бабка ведучого круга:			
а) переміщення:			
найбільше	80	50	290
на одну поділку лімба	0,05	0,02	0,01
Найбільша висота установочного розміщення супортного ножа	10	-	30
Потужність електродвигунів, кВт:			
а) приводу шліфувального круга	5,5	13	22
б) приводу ведучого круга	0,85	0,85	1,1



Таблиця В4 – Внутрішліфувальні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів			
	3К227В	СШ 111	СШ 99	3М227ВФ2
Діаметр оброблюваного отвору	20...100	25...150	25...150	20...200
Найбільша довжина шліфування при найбільшому діаметрі обробки	125	100	100	200
Зовнішній діаметр заготовки, що встановлюється на верстаті:				
без кожуха	400	-	-	400
в кожусі	200	350	350	250
Найбільший кут повороту виробу, град	45	8	3	-
Висота центрів над столом	125	125	185	160
Найбільший діаметр і висота шліфувального круга	80x50	120x50	120x50	120x50
Параметри	Моделі верстатів			
	3К227В	СШ 111	СШ 99	3М227ВФ2
Поперечна подача на сторону мм/подв. хід (мм/хв)	0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006	(0,175...3,5)	(0,175...3,5)	0...0,025
Швидкість руху стола:				
при шліфуванні, мм/хв	1...7	-	0,35...7	-
при швидкому поздовжньому підводі та відводі, м/хв	10	8	8	-
Найбільший хід стола	450	360	360	560
Автоматична поперечна подача, мм/хв:				
форсована	-	-	-	1,2...12
чорнова	-	-	-	0,3...3
чистова	-	-	-	0,03...0,6
доводочні	-	-	-	0,006...0,06
Частота обертання шпинделя виробу (регулювання безступінчасте), об/хв	140...1000	600; 240	420	60...1200

## Продовження таблиці В4

Частота обертання внутрішліфувального шпинделя, об/хв	9000; 12000; 18000; 22000	6000...16000	12000	5000...28000
Частота обертання торцешліфувального шпинделя, об/хв	5600	-	3200	-
Потужність електродвигуна приводу шліфувального круга, кВт	4	7,5	7,5	7,5
<b>Примітки:</b> 1. Верстат моделі 3М227ВФ2 з ЧПУ. 2. Верстат моделі СШ 111 призначений для шліфування циліндричного або конічного отвору деталей типу зубчастих коліс і втулок. 3. Верстат моделі СШ 99 призначений для одночасного шліфування циліндричного отвору і зовнішнього торця деталей типу зубчастих коліс і втулок.				

Таблиця В5 – Плоскошліфувальні верстати з прямокутним хрестовим столом (в мм)

Параметри	Моделі верстатів			
	3Е711В-1 3Е711ВФ3-1	3Д722Ф2	3Д732Ф1	3Д733
Розміри робочої поверхні стола	400x200	1250x320	800x320	1000x400
Найбільші розміри заготовок	400x200x320	1250x320x250	800x320x400	1000x400x400
Маса заготовок, кг, не більше	150	700	800	1100
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала стола	445	-	-	-
Найбільше переміщення стола і шліфувальної бабки:				
поздовжнє	490	1260	1550	1900
поперечне	250	410	-	-
вертикальне	320	415	400	400

## Продовження таблиці В5

Розміри шліфувального круга (зовнішній діаметр х висота х внутрішній діаметр)	250x63x76	450x80x203	5С100x40	5С100x85
Максимальна швидкість різання, м/с	35	35	35	35
Швидкість поздовжнього переміщення стола (безступінчасте регулювання), м/хв	2...35	3...35	3...35	3...45
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	7,5	15	22	22
<i>Примітка.</i> Верстати моделей 3Е711 В-1 та 3Е711ВФ3-1 з горизонтальним шпинделем: моделей 3Д732Ф1 та 3Д733 з вертикальним шпинделем.				

## Таблиця В6 – Плоскошліфувальні верстати з круглим столом (в мм)

Параметри	Моделі верстатів		
	3Д740В	3Д754	3П756Л
Діаметр заготовки	40...400	20...400	40...1000
Найбільша висота заготовки	160	200	350
Маса заготовки, кг, не більше	100	250	200
Діаметр магнітного стола	400	400	1000
Найбільше поздовжнє переміщення стола	400	380	555
Поздовжня подача стола, мм/об	8...30	-	-
Переміщення шліфувальної бабки:			
найбільше	235	-	-
на одну поділку лімба	0,002	0,005	0,005
Частота обертання, об/хв:			
шліфувального круга	1670	1500	1000
стола	15...180	10...56	5...30
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	11	15	30
<i>Примітка:</i> Верстати моделей 3Д754 і 3П756Л з вертикальним шпинделем, а моделі 3Д740В з горизонтальним.			