

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«ПРОЦЕСИ КОМПЛЕКСНОЇ МЕТАЛООБРОБКИ»

Технологічні можливості та технічні характеристики металорізальних верстатів

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей  
131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування»  
(Електронне видання)*

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри  
машинобудування  
та прикладної механіки  
Протокол № 7 від 19.03.2025 р.

УДК 621.91

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Процеси комплексної металообробки». (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування») (Електронне видання) / укладачі О.В. Романченко, О.М. Логунов, Т.О. Шумакова, О.В. Сергієнко, П.В. Боровік, Г.Л. Мелконов, О.В. Шевченко, В.Г. Созонтов, А.П. Ніколаєнко, А.Г. Івченко, С.М. Святошенко – Київ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2025. 16 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти денної форми навчання, які вивчають дисципліну «Процеси комплексної металообробки». Посібник містить класифікацію, схеми, описи металорізальних верстатів та вказівки до практичних занять з дисципліни.

Методичні матеріали розраховані на студентів вищих навчальних закладів.

Укладачі:

Романченко О.В. к.т.н., доц.,  
Логунов О.М. к.т.н., доц.,  
Шумакова Т.О. к.т.н., доц.,  
Сергієнко О.В. к.т.н., доц.,  
Боровік П.В. д.т.н., проф.,  
Мелконов Г.Л. к.т.н., доц.,  
Шевченко О.В. к.т.н., доц.,  
Созонтов В.Г. д.т.н., проф.,  
Ніколаєнко А.П. к.т.н., доц.,  
Івченко А.Г.,  
Святошенко С.М.

Рецензент:

Є.С. Руднев, д.т.н., проф.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Класифікація металорізальних верстатів .....	6
2. Особливості кінематики металорізальних верстатів.....	9
3. Мета роботи.....	10
4. Порядок виконання роботи.....	11
5. Контрольні питання .....	12
6. Звіт з практичного заняття .....	13
ЛІТЕРАТУРА.....	15

## ВСТУП

Сучасні металорізальні верстати – це різноманітні та широко розповсюджені машини, які дозволяють виконувати складні технологічні процеси з високою точністю та продуктивністю. Вони є основою сучасного машинобудування, забезпечуючи виготовлення деталей для різних галузей промисловості, таких як авіабудування, автомобілебудування, енергетика та інші сфери, що потребують високоякісної механічної обробки. Завдяки використанню передових технологій, металорізальні верстати дозволяють створювати вироби із заданими параметрами, дотримуючись високих стандартів якості та економічності.

Незважаючи на значні досягнення у виробництві високоточних деталей, впровадження маловідходних технологій та автоматизацію виробництва, роль обробки різанням і, відповідно, металорізальних верстатів у машинобудуванні безупинно зростає. Це обумовлено необхідністю підвищення ефективності виробничих процесів, зменшення витрат на виготовлення продукції та забезпечення стабільної якості кінцевих виробів. Завдяки впровадженню цифрових технологій, верстати стають більш інтелектуальними, отримують можливість працювати в автоматизованих комплексах, що значно підвищує їхню продуктивність.

Верстатобудування безперервно розвивається як у кількісному, так і у якісному відношенні. Новітні конструкції верстатів відзначаються підвищеною точністю, потужністю, продуктивністю, надійністю та довговічністю. Вони комплектуються сучасними системами управління, що дає змогу програмувати виробничі процеси та зменшувати вплив людського фактора на кінцевий результат. Окрім цього, постійно вдосконалюються експлуатаційні характеристики верстатів, розширюються їхні технологічні можливості, покращуються компонування та архітектурні рішення.

Успішний розвиток верстатобудування є запорукою модернізації усіх галузей промисловості, що сприяє впровадженню високопродуктивних та високоякісних верстатів у виробничі процеси. Нові технології та матеріали, що

використовуються у сучасному верстатобудуванні, забезпечують значне підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств. Завдяки цьому машинобудівний сектор отримує потужний поштовх до розвитку, а якість та продуктивність виробництва досягають нових рівнів. Таким чином, металорізальні верстати залишаються ключовою складовою сучасної промисловості, забезпечуючи можливість створення високоточної та складної продукції, що відповідає сучасним вимогам ринку.

## 1. Класифікація металорізальних верстатів

Для зручного користування обширним класом металорізальних верстатів розроблена єдина класифікація, в основу якої покладено технологічний принцип обробки, тобто призначення верстата, характер оброблюваних поверхонь, схема обробки та ін. У таблиці 1.1 наведено класифікацію металорізальних верстатів за їх призначенням. Також металорізальні верстати класифікуються за наступними принципами:

- за ступенем універсальності:
  - ⇒ верстати універсальні для обробки різних форм і розмірів поверхонь деталей багатьох найменувань (токарно-гвинторізні, фрезерні, свердлильні і т.д.);
  - ⇒ широкого призначення для виконання певних операцій на деталях багатьох найменувань (токарно-відрізні, багаторізцові, центрувальні і т.д.);
  - ⇒ спеціалізовані для обробки деталей одного найменування або схожих конфігурацій, але різних розмірів (верстати для обробки колінчатих валів, труб, злитків, фланців і т.д.);
  - ⇒ спеціальні для обробки однієї певної деталі або виконання однієї технологічної операції (верстати для обточування шийок колінчатих валів, для фасонного обточування профілю реборд вагонних коліс і т.д.);
- за ступенем точності:
  - ⇒ нормальної – клас Н;
  - ⇒ підвищеної – клас П;
  - ⇒ високої – клас В;
  - ⇒ особливо високої – клас А;
  - ⇒ особливо точні – клас С;
- за масою:
  - ⇒ легкі – до 1 т;
  - ⇒ середні – до 10 т;
  - ⇒ важкі – понад 10 т;

- за ступенем автоматизації:
  - ⇒ верстати з ручним керуванням робочим циклом;
  - ⇒ напівавтомати;
  - ⇒ автомати та верстати з програмним керуванням.

Система умовного позначення верстатів заснована на присвоєнні кожної моделі верстата певного номера. Позначення моделі верстата складається з трьох або чотирьох цифр, іноді з додаванням прописних букв, які позначають додаткову характеристику верстата. Перша цифра вказує групу, до якої належить верстат (див. табл. 1.1); друга – тип верстата в межах даної групи; третя або третя й четверта цифри умовно характеризують основні технологічні особливості верстата, наприклад, найбільший діаметр оброблюваної деталі, діаметр інструмента, розміри столу та ін.

Прописна буква після першої цифри вказує на модернізацію верстата. Буква, що стоїть після усіх цифр позначає модифікацію базової моделі верстата або його технологічні особливості.

Таблиця 1.1. Класифікація металорізальних верстатів

Верстати	Груп-Па	Типи верстатів										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Токарні	1	Спеціалізовані	Автомати та напівавтомати: Одношпиндельні		Багатошпиндельні	Токарно-револьверні	Токарно-револьверні напівавтомати	Карусельні	Токарні та лоботокарні	Багаторізові та копіювальні	Спеціалізовані	Різні токарні
Свердлильні і розточувальні	2		Настільно-і вертикально-свердлильні	Напівавтомати: Одношпиндельні		Багатошпиндельні	Координатно-розточувальні	Радіально-і координатно-свердлильні	Розточувальні	Обробно-розточувальні	Горизонтально-свердлильні	Різні свердлильні
Шліфувальні, полірувальні, доводочні, заточувальні	3		Круглошліфувальні, безцентрово-шліфувальні	Внутрішньошліфувальні, координатно-шліфувальні		Обдирно-шліфувальні	Спеціалізовано-шліфувальні	Поздовжньо-шліфувальні	Заточувальні	Плоскошліфувальні	Притиральні, полірувальні, хонінгувальні, доводочні	Різні верстати, що працюють абразивом
Електрофізичні та електрохімічні	4			Світлопроменеві			Електрохімічні			Електроерозійні, ультразвукові прошивальні	Анодно-механічні відрізи	
Зубо- і різьбообробні	5	Різьбонарізні	Зубодовбальні для циліндричних коліс	Зуборізальні для конічних коліс	Зубофрезерні для циліндричних коліс та шліцьових валів	Для нарізування черв'ячних коліс	Для обробки торців зубів коліс	Різьбофрезерні	Зубооброблювальні, перевірочні та обкатані	Зубо- і різьбошліфувальні	Різні зубо- і різьбообробні	
Фрезерні	6	Барабанно-фрезерні	Вертикально-фрезерні консольні	Фрезерні безперервної дії	Поздовжні одностійкові	Копіювальні і гравірувальні	Вертикально-фрезерні безконсольні	Поздовжні двохстійкові	Консольно-фрезерні операційні	Горизонтально-фрезерні консольні	Різні фрезерні	
Стругальні, довбальні, протяжні	7		Поздовжні одностійкові   двохстійкові		Поперечно-стругальні	Довбальні	Протяжні горизонтальні	Протяжні вертикальні для протягання: внутрішнього   зовнішнього			Різні стругальні верстати	
Розрізні	8		Відрізи, що працюють: різцем   абразивним колом		гладким або насіченим диском	Правильно-відрізи	Стрічково-пиліні	Відрізи з дисковою пилкою	Відрізи ножівкові			
Різні	9		Трубо- і муфтообробні	Пилконасічні	Правильно- і безцентрово-обдирні		Для випробування інструментів	Ділильні машини	Балансувальні			

## 2. Особливості кінематики металорізальних верстатів

Для здійснення процесу різання заготовки та інструменту необхідно повідомити певний комплекс рухів. Ці рухи підрозділяються на два види:

- основні (процес різання);
- допоміжні (підготовка до процесу різання).

До основного виду відносяться рух різання (головний рух) та рух подач, які за своїм характером можуть бути безперервними або переривчастими, а також підрозділятися на обертальні, поступальні, зворотно-поступальні і т.д. Головний рух, швидкість якого позначають буквою  $V$ , дозволяє безпосередньо здійснювати процес різання та утворення стружки. Рух подачі, швидкість якого позначають буквою  $S$ , дає можливість зробити процес зняття стружки з усієї оброблюваної поверхні.

Головний рух повідомляється або заготовці, або інструменту. Так, у верстатах токарної групи головний рух – це обертання оброблюваної заготовки, а у верстатах фрезерних, свердлильних та шліфувальних – це обертання інструментів. Допоміжними рухами робочих органів верстата називають такі рухи, які не беруть участь у процесі різання та служать для затиску заготовки або інструменту, підведення і відведення робочих органів верстата та їх регулювання.

Методи формоутворення здійснюються на металорізальних верстатах.

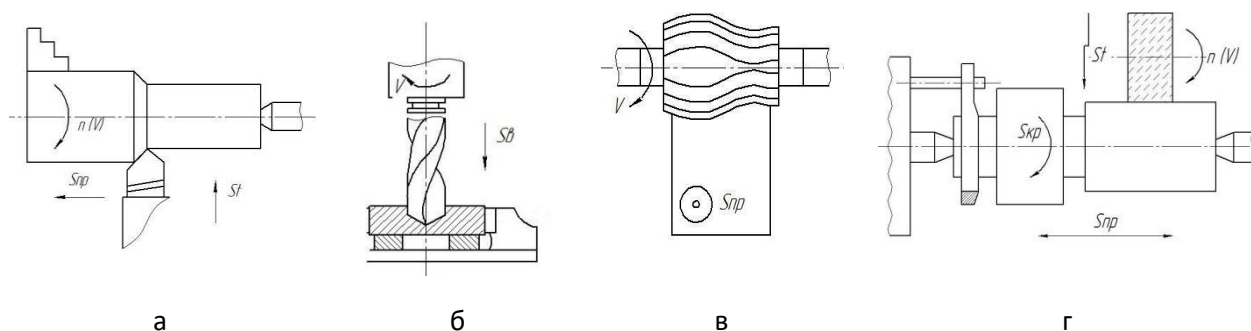


Рис. 1.1. Схеми обробки заготовок гострінням (а), свердлінням (б), фрезеруванням (в), шліфуванням (г):

$S_{rp}$  – поздовжня подача;  $S_p$  – поперечна подача;  $S_v$  – вертикальна подача;

$S_{kr}$  – кругова подача;  $S_t$  – подача допоміжного руху

### 3. Мета роботи

Детальне ознайомлення з металорізальним устаткуванням лабораторії кафедри «Технологія машинобудування та інженерний консалтинг», вивчення його конструктивних особливостей, технічних характеристик та технологічних можливостей. Робота передбачає аналіз будови, принципу дії та особливостей експлуатації різних типів металорізальних верстатів, що використовуються для механічної обробки деталей у машинобудуванні.

У ході дослідження увага приділяється класифікації верстатного обладнання, порівнянню його основних параметрів, таких як потужність, швидкість обертання, точність обробки та можливості автоматизації. Окремо розглядаються сучасні тенденції у верстатобудуванні, включаючи використання систем числового програмного керування (ЧПК), адаптивного управління, сенсорних технологій та інтеграції верстатів у автоматизовані виробничі комплекси.

Крім того, робота спрямована на вивчення можливостей оптимального вибору металорізального обладнання залежно від конкретних виробничих завдань, аналіз його продуктивності, економічної ефективності та впливу на якість кінцевого виробу. Також розглядаються питання безпеки експлуатації верстатів, методи контролю точності обробки та заходи щодо підвищення довговічності інструменту та обладнання.

Отримані знання дозволять сформулювати комплексне розуміння принципів роботи сучасних металорізальних верстатів та їхньої ролі у виробничих процесах, а також розширять навички практичного використання обладнання для виконання різних технологічних операцій.

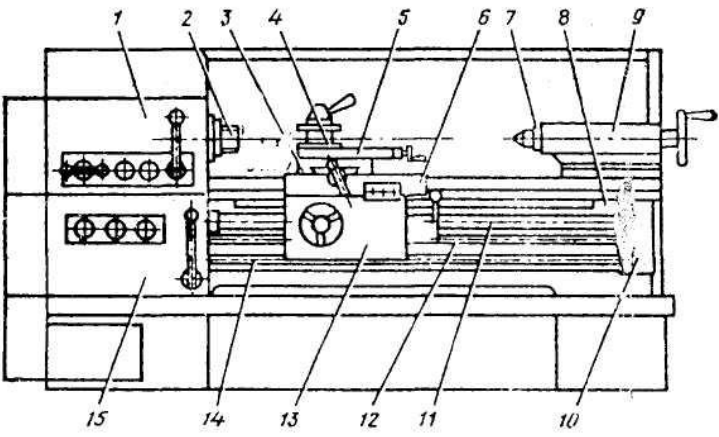
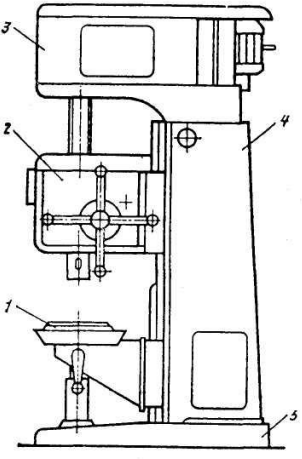
#### **4. Порядок виконання роботи**

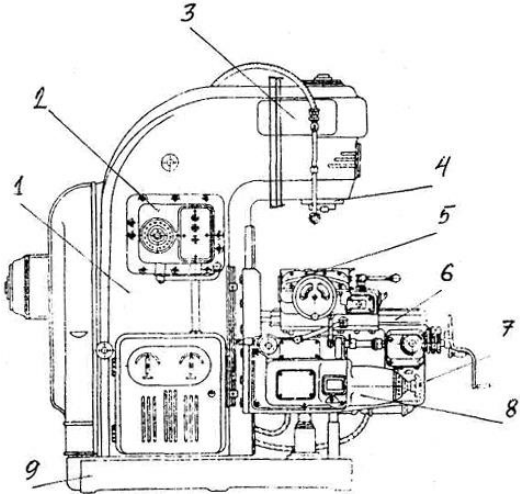
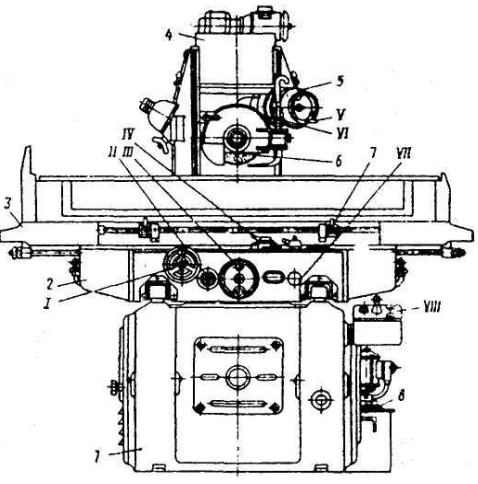
1. Вивчити компоновку верстатів, а також призначення їх основних складових частин і виконавчих механізмів.
2. Ознайомитися з технічними характеристиками верстатів.
3. Вивчити кінематику рухів основних виконавчих механізмів.
4. Вивчити види робіт, які виконуються на верстатах, та ознайомитися з різальним інструментом, що застосовується для даних технологічних операцій.
5. Визначити квалітет точності та якість поверхні при обробці на різних технологічних операціях.
6. Оформити звіт та зробити висновки по роботі.

## 5. Контрольні питання

1. Дайте характеристику призначення верстатів: токарного, свердлильного, фрезерного, шліфувального.
2. Укажіть основні технологічні можливості розглянутих верстатів.
3. Перерахуйте основні характеристики розглянутих верстатів.
4. Які технологічні операції механічної обробки можливо виконувати на розглянутому обладнанні та який різальний інструмент при цьому застосовується?
5. Який квалітет точності і клас шорсткості оброблюваної поверхні забезпечується на розглянутому обладнанні?
6. Які основні принципи класифікації металорізальних верстатів.

## 6. Звіт з практичного заняття ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

 <p style="text-align: center;">Токарно-гвинторізний верстат 16K20</p>	<p>1 – шпиндельна (передня) бабка;                  2 – шпиндель;                  3 – санчата супорта;                  4 – поворотний різцетримач;                  5 – верхній супорт;                  6 – каретка супорта;                  7 – піноль задньої бабки;                  8 – станина;                  9 – задня бабка;                  10 – кронштейн підшипників;                  11 – ходовий гвинт;                  12 – ходовий вал;                  13 – фартух супорта;                  14 – валик включення фрикційної муфти;                  15 – коробка подач</p>		
Можливі технологічні операції	Застосовуваний різальний інструмент	Точність, що досягається (квалітет)	Якість, що досягається (шорсткість поверхні)
 <p style="text-align: center;">Вертикально-свердильний верстат 2Н125</p>	<p>1 – стіл;                  2 – коробка подач;                  3 – коробка швидкостей;                  4 – станина;                  5 – фундаментна плита;                  6 – шпиндель;                  7 – шпиндельна гільза</p>		
Можливі технологічні операції	Застосовуваний різальний інструмент	Точність, що досягається (квалітет)	Якість, що досягається (шорсткість поверхні)

 <p>Вертикально-фрезерний верстат 6Н12</p>	<p>1 – станина;                  2 – коробка подач;                  3 – поворотна шпindelна головка;                  4 – шпindel;                  5 – стіл;                  6 – санчата;                  7 – консоль;                  8 – коробка подач;                  9 – фундаментна плита</p>		
<p>Можливі технологічні операції</p>	<p>Застосований різальний інструмент</p>	<p>Точність, що досягається (квалітет)</p>	<p>Якість, що досягається (шорсткість поверхні)</p>
 <p>Плоскошліфувальний верстат 3Г71 із прямокутним столом і горизонтальною віссю шпindelю</p>	<p>1 – станина;                  2 – хрестовий стіл;                  3 – робочий стіл;                  4 – колона;                  5 – шліфувальна бабка;                  6 – шпindel зі шліфувальним колом;                  7 – пересувні упори;                  8 – гідростанція;                  I – рукоятка ручного подовжного переміщення;                  II – диск установки автоматичної поперечної подачі;                  III – ручка ручного поперечного переміщення;                  IV – ручка ручного реверсу стола;                  V – маховичок ручної вертикальної подачі шпindelю;                  VI – система підведення СОР;                  VII – рукоятка включення та реверсування поперечної подачі стола;                  VIII – панель керування верстатом</p>		
<p>Можливі технологічні операції</p>	<p>Застосований різальний інструмент</p>	<p>Точність, що досягається (квалітет)</p>	<p>Якість, що досягається (шорсткість поверхні)</p>

Висновки:

Виконав

Прийняв

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кроль О.С., Соколов В.І. Тривимірне моделювання металорізальних верстатів та інструментального оснащення: навчальний посібник / О.С. Кроль, В.І. Соколов. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 160 с.: табл. 1, рис. 144, бібліогр. назв..
2. В. М. Бочков, Р. І. Сіпін, О. В. Гаврильченко. Металорізальні верстати /За ред. Р. І. Сіпіна. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 268 с.
3. Альбом загальних видів, кінематичних схем та вузлів металорізальних верстатів. Частина 1. Для студентів за професійним спрямуванням 0902. Для спеціальностей 6.090200 / Укл. Кальченко В.І., Пасов Г.В. – Чернігів: ЧТІ, 1999. – 47 с.
4. Альбом загальних видів, кінематичних схем та вузлів металорізальних верстатів. Частина 2. Для студентів за професійним спрямуванням 0902. Для спеціальностей 6.090200 / Укл. Кальченко В.І., Пасов Г.В. – Чернігів: ЧТІ, 1999. – 60 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«ПРОЦЕСИ КОМПЛЕКСНОЇ МЕТАЛООБРОБКИ»

Технологічні можливості та технічні характеристики металорізальних верстатів

(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей

131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування»)

Укладачі:

Романченко Олексій Володимирович,  
Логунів Олександр Миколайович,  
Шумакова Тетяна Олександрівна,  
Сергієнко Оксана Вікторівна,  
Шевченко Олександр Володимирович,  
Ніколаєнко Анна Павлівна  
Мелконов Григорій Леонідович  
Боровік Павло Володимирович  
Созонтов Віктор Гнатович  
Івченко Анатолій Григорович  
Святошенко Світлана Миколаївна

Оригінал-макет

Т.О. Шумакова

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60x841/16. Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_\_. Облік. видавн. арк. \_\_\_\_

Тираж \_\_\_\_ екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замовл. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету

імені Володимира Даля

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

Адреса видавництва: 01042, м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

адреса електронної пошти [uni@snu.edu.ua](mailto:uni@snu.edu.ua),

офіційний web-сайт <https://snu.edu.ua>

E-mail: [vidavnictvoSNU.ua@gmail.com](mailto:vidavnictvoSNU.ua@gmail.com)