

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Запорізька політехніка»**

**Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«Обладнання та інструмент для виготовлення оснастки»  
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка  
денної та заочної форм навчання.**

**2020**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Обладнання та інструмент для виготовлення оснастки» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форм навчання /Укл. : В. М. Сажнів. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 27 с.

Укладач: В. М. Сажнів, доцент, канд. техн. наук.

Рецензент: Є. М. Парахневич, доцент, канд. техн. наук.

Відповідальний за випуск: В. Г. Іванов, доцент, д. т. н.

Затверджено  
на засіданні кафедри  
«Машини і технологія  
ливарного виробництва»  
Протокол № 1  
від «18» серпня 2020р.

Рекомендовано до видання  
НМК Інженерно-фізичного  
факультету  
Протокол № 1  
від «08» вересня 2020р.

**ЗМІСТ**

Лабораторна робота №1 Вимірювання лінійних розмірів деталей штангенінструментом.....	4
Лабораторна робота №2 Ознайомлення з технічними можливостями токарно-гвинторізного верстата.....	13
Лабораторна робота №3 Вибір механічного обладнання для виготовлення моделей з деревини.....	20
Лабораторна робота №4 Ознайомлення з роботою і технологічними можливостями верстата з ЧПУ .....	25

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

## ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНІНСТРУМЕНТОМ

### 1.1 Мета роботи

Ознайомитись з приладами, які застосовуються для вимірювання лінійних розмірів, з методами визначення дійсних розмірів, систематичної похибки інструмента з урахуванням її у результатах вимірювання.

### 1.2 Загальні відомості

Метрологія - наука про одиниці, засоби та методи вимірювань. Під вимірюванням розуміють процес здобування та обробки інформації вимірюваної величини з метою знаходження числового значення цієї величини, вираженої в прийнятих одиницях.

Одиниці вимірювання - значена фізичної величини, прийнятої за основу рівняння для кількісної оцінки величин того ж роду (наприклад, метр - одиниця довжини і т.п.).

Метод вимірювання характеризується застосованими засобами вимірювання і прийомами їх використання.

В залежності від метода визначення дійсного значення величини, що вимірюється, існують різні методи вимірювання, прямі вимірювання, коли кількісна оцінка вимірюваної величини проводиться безпосередньо по показу приладу, або по відхиленню розміру деталі від установочної міри, та непрямі вимірювання, коли кількісна оцінка вимірюємої величини проводиться непрямо по результатам прямих вимірювань величин, зв'язаних з вимірюваною відомими залежностями (наприклад, визначення конусності по результатам вимірювання діаметрів двох розрізів і по відстані між ними розрізами та ін.)

Прямі вимірювання підрозділяються на абсолютні (безпосередні), коли визначається значення всієї вимірюваної величини безпосередньо по показам вимірювального засоба (за допомогою штанген- і мікрометричних інструментів), та відносні (порівняльні) вимірювання, основані на порівнянні вимірюваної величини з відомим значенням міри (отиметром, мініметром, мікрокатором).

Розрізняють диференційований та комплексний методи вимірювання. Диференційований (по елементний) метод характеризується

незалежним вимірюванням кожного параметра виробу; окремо комплексний метод - вимірюванням такого параметру, дійсне значення котрого відображає похибки ряду інших параметрів виробу. Найбільш часто застосовується комплексний метод контролю, який дозволяє одночасно контролювати декілька параметрів порівнянням дійсного контура виробу з граничними (калібрами).

### **Засоби вимірювання:**

Вимірювальні міри, інструменти і прилади по конструктивним ознакам підрозділяються на наступні основні групи:

- а) штрихові - масштабна лінійка;
- б) ноніусні - штангенциркуль, штангенрейсмус, штангенглибиномір;
- в) мікрометричні - мікрометричний глибиномір, мікрометр, мікрометричний нутромір (штихмас);
- г) механічно - шкальні - мініметр, мікрокатор;
- д) важільно - оптичні довжиномер, оптиметр;
- є) пневматичні;
- ж) електричні; та інші групи приладів.

### **Метрологічні показники вимірювальних засобів**

Основні метрологічні показники:

- а) границі вимірювання приладу - найбільше та найменше значення величини, котрі можуть бути виміряні даним приладом;
- б) точність відрахунку - точність досягнута при виконанні відрахунку на даному приладі (дорівнює ціні поділки або її дробової частини);
- в) ціна поділки шкали прилада - величина відповідна найменшому поділу шкали;
- г) похибка показання прилада - різниця між показанням прилада і дійсним значенням вимірюваної величини;
- д) варіація (нестабільність показів) прилада - найбільша різниця між результатами окремих повторних вимірювань однієї й тієї ж величини в незмінних зовнішніх умовах.

### **Штангенінструмент**

До штангенінструменту відносяться вимірювальні інструменти з лінійним ноніусом; штангенциркулі, штангенглибиноміри і штангенрейсмус.

Штангенциркуль служить для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів гладких виробів, а в деяких випадках для розмітки.

Штангенглибиномір використовується для вимірювання відстані між площами: глибини отвору, уступів і т.п.

Штангенрейсмус використовується, в основному для розміточних робіт та для вимірювання висоти деталі.

Штангенциркуль (рис.1.1.) складається з штанги 5, на кінці якої є нерухомі губки 1 і 6; рухомі губки 2 і 7 укріплені на рамці 4. Крім основної шкали, нанесеної на штанзі 5, на рухомій рамці є додаткова шкала 8, яка має назву ноніус і використовується для відрахунку дробової частини поділу основної шкали. Губки 1 і 2 використовуються при проведенні розміточних робіт.

Відповідно вітчизняним стандартам штангенциркулі виготовляються з величинами відрахунку по ноніусу 0,1; 0,05; 0,02 мм.

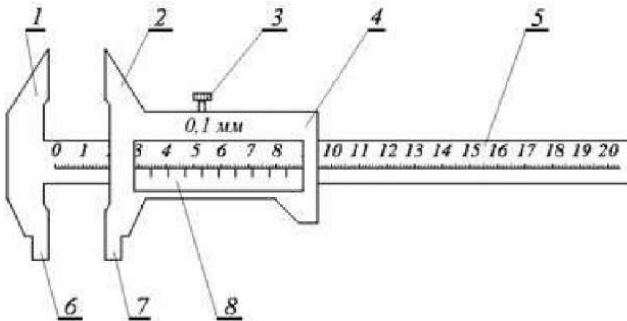


Рисунок 1.1 – Штангенциркуль

На рис. 1.2. зображена конструкція штангенглибиноміра. Штангенглибиномір відрізняється від штангенциркуля відсутністю нерухомої губки.

При вимірюванні глибини основа 3 встановлюється на деталь, а штанга 1 переміщується до контакту з вимірюємою поверхнею. Основа 3 переходить у рамку 2, на якій залишений ноніус 4. Нульовий відрахунок відповідає зміщенню торця лінійки з торцем основи 3.

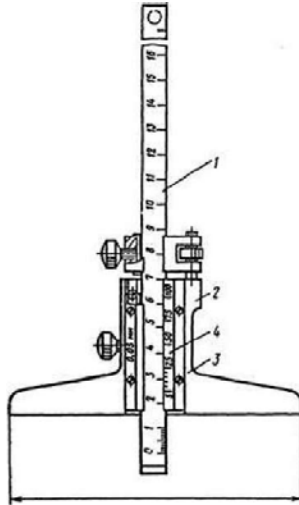


Рисунок 1.2 - Конструкція штангенглибиноміра

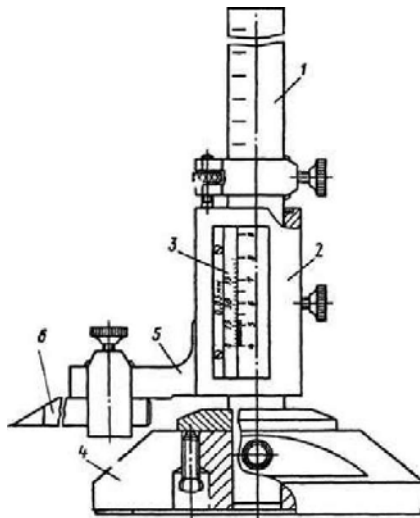
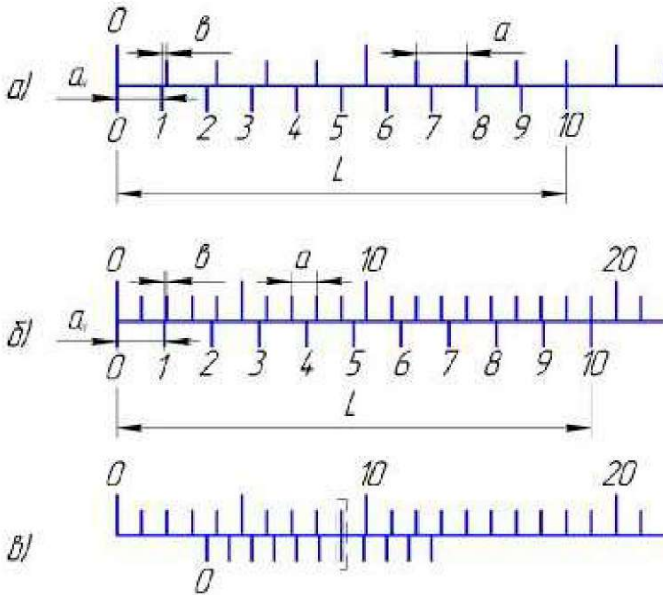


Рисунок 1.3 - Конструкція штангенрейсмуса

В штангенрейсмусі (рис. 1.3) є масивна основа 4 площиною перпендикулярної до лінійки 1. Цією основою штангенрейсмус встановлюється на розмітчну плиту. Рухома рамка 2 з ноніусом 3 має державку 5, для кріплення змінних розмітчних губок (креслинок), а також для встановлення спеціальних ніжок при вимірюванні висот, або стрілочної вимірювальної головки.

Для пояснення принципу складу ноніуса ознайомимося з найпростішими з них, які дозволяють відраховувати показання через 0,1 мм (рис.1.4, а).



а та б - схеми ноніуса з підрахунком 0,1мм; в - приклад підрахунку розміру

Рисунок 1.4 - Склад ноніуса

Відрізок  $L$  рівний дев'яти поділам основної шкали (9 мм) розділений у ноніуса на 10 рівних частин (див. рис. 1.4, а), внаслідок, інтервал поділу на ноніусі буде коротшим інтервалу ділення на штанзі на 0,1 мм. Ця різниця називається величиною відрахунку по ноніусі. Якщо

позначити:  $a$  - інтервал поділу на штанзі;  $L$  - довжина ноніуса, то величина відрахунку по ноніусу

$$b = a - a_H = a - \frac{L}{n} = 1 - 0.9 = 0.1 \text{ мм}$$

При дуже малому інтервалі поділок на ноніусі відрахування показань утруднено. Для усунення цього недоліку збільшують інтервал поділу ноніуса за рахунок збільшення довжини. Наприклад, щоб збільшити інтервал ноніуса при тій же величині відрахунку по ноніусу, слід збільшити його довжину до 19 поділок штанги (див. рис. 1.4, б), т.т. до 19 мм і розділити також на 10 частин. В цьому випадку інтервал поділу на ноніусі буде  $a_H = 1.9$  мм, а величина відрахунку по ноніусу

$$b = 2a - a_H = 2.0 - 0.9 = 0.1 \text{ мм}$$

Якщо довжину ноніуса залишити такою ж (19 мм), але поділити цю відстань на 20 частин ( $n=20$ ), то буде рівним  $a_H = 0.95$  мм, а величина відрахунку по ноніусу

$$b = 1.0 - a_H = 1.0 - 0.95 = 0.05 \text{ мм}$$

Величину відрахунку по ноніусу можна знайти і на основі іншої, більш простій залежності. Якщо з початкового положення перемістити ноніус відносно основної шкали, то послідовно будуть співпадати 1-ше, 2-ге, 3-тє і на кінець останнє поділення, до того ж ці співпадання поділу ноніуса і штанги виникають в результаті переміщення ноніуса на один інтервал поділу штанги. Таким, чином, величина відрахунку по ноніусу

$$b = \frac{a}{n}$$

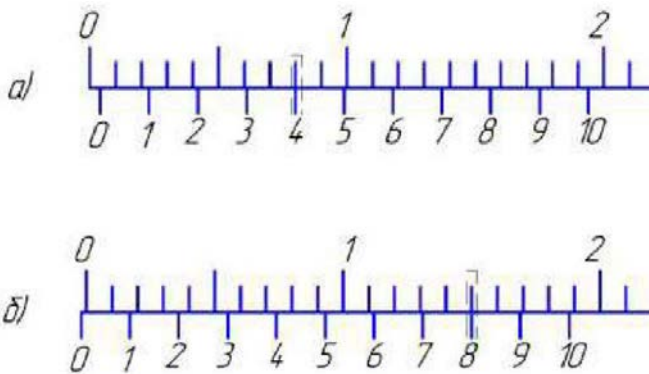
При вимірюванні дробова доля міліметра дорівнює порядковому номеру шкали ноніуса  $K$ , який співпадає з яким-небудь штрихом штанги, помноженому на величину відрахунку по ноніусу. Ціле число міліметрів, яке виміщується в розмір деталі, визначається цілим числом інтервалів шкали, заключеним між нулевою поділкою штанги і нулевою поділкою ноніуса тобто  $A$ . Розмір деталі дорівнює  $A + K * B$  (приклад відрахунку див. на рис.1.4, в - 3,6мм)

### Помилки при вимірюванні

Кожний процес вимірювання обов'язково супроводжується похибками, які по характеру вимірювання підрозділяються на систематичні та випадкові. В даній роботі роздивимось тільки систематичні похибки. Систематичними похибками (помилками) називаються похибки постійні по величині і по знаку, або змінювані по визначеному закону. Вплив таких помилок може бути враховано введенням поправок.

Систематична помилка може бути додатною (рис.1.5, а помилка  $+0,4\text{мм}$ ), від'ємною (рис.1.5, б помилка  $-0,2\text{мм}$ ), або дорівнювати нулю.

Прикладом систематичної помилки є помилка, яка виникає при вимірюванні виробу приладом, у котрого шкала збита або невірно градуйована.



а - приклад відрахунку додатної систематичної помилки; б - приклад відрахунку від'ємної систематичної помилки

Рисунок 1.5 - Визначення систематичної помилки

Для визначення систематичної помилки у штанген- і мікрометричного інструмента потрібно звести вимірювальні поверхні до зіткнення. Якщо при цьому нуль ноніуса не співпадає з нулем основної шкали, то величина те співпадання являється систематичною помилкою даного інструмента (рис. 1.5).

При визначенні дійсного розміру додатня помилка віднімається з результатів вимірювання, від'ємна додається.

### **1.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи**

Для підготовки до лабораторної роботи рекомендується повторити та засвоїти: теоретичний матеріал присвячений: засобам вимірювання, метрологічним показникам вимірювальних засобів.

Рекомендовані джерела: лекції з курсу; [1] - с.355-374, [2] - с.23-31.

### **1.4 Контрольні питання**

1. Що розуміють під вимірюванням?
2. Що таке одиниця вимірювання?
3. Назвіть методи вимірювань.
4. Перелічіть ноніусі інструменти.
5. Назвіть основні метрологічні показники вимірювальних засобів.
6. Будова ноніуса.
7. Систематична помилка інструмента та її визначення.
8. Як визначається дійсний розмір?
9. Як визначаються границі вимірювання інструментів?

### **1.5 Обладнання**

Штангенциркуль, штангенрейсмус, штангенглибиномір, контрольна плита, деталь.

### **1.6 Зміст роботи та звіту**

1. Визначиш границі вимірювання, точність підрахунку і систематичну помилку кожного інструменту.
2. Зробити вимірювання вказаних розмірів і визначити дійсні розміри деталі.
3. Оформити звіт.

### **1.7 Порядок виконання роботи**

1. Ознайомитися з контролюємою деталлю та базуванням розмірів. Ескіз деталі зображений на рис.1.6.
2. Вивести конструкцію штангенінструментів, будови ноніуса.
3. Визначити систематичну помилку кожного інструмента.
4. Виконати вимірювання вказаних на ескізі розмірів. Визначити розміри деталі з урахуванням систематичної помилки, визначити варіацію приладу.
5. Результати вимірювань занести до таблиці 1.1.

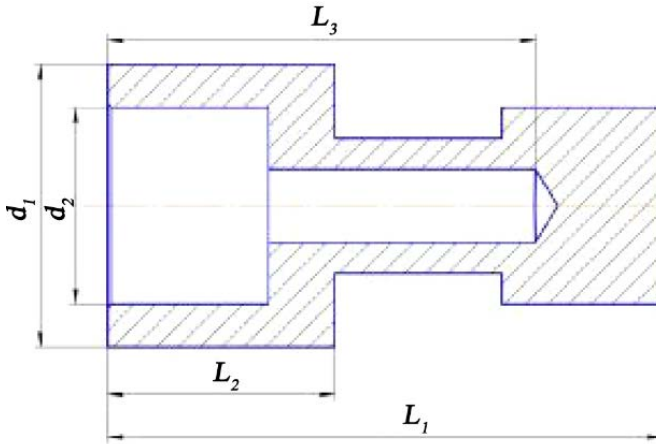


Рисунок 1.6 - Деталь

Таблиця 1.1 - Результати вимірювань

Позначення розміру	Інструмент	Граничне вимірювання, мм	Точність відра-хунку, мм	Система-тична помилка, мм	Результат відліку, мм	Дійсний розмір, мм
d1	штангенциркуль					
d2	штангенциркуль					
L1	штангенрейсмус					
L2	штангенрейсмус					
L3	штангенглибиномір					

### Рекомендована література

1. Івченко, Л.І. та ін. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів]/ Л.І. Івченко, В.В. Петрикін, С.І. Дядя, Б.М. Левченко; під. заг. ред. Л.І. Івченка - Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010 - 451с.

2. Кострицкий, В.Г. та ін. Контрольно-измерительные инструменты и приборы в машиностроении [Текст]: Справочник / В.Г. Кострицкий, В.Г. Кострицкий, А.Л. Кузьмин. - К.: Техніка, 1986. - 135с.,ил. - Библиограф.:с.133.

В лабораторній роботі використані матеріали методичних вказівок укладачів Штанкевича В.С., Комочкіна М.С., Глушко А.В.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2**

### **ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ТЕХНІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА**

#### **2.1 Мета роботи**

Метою лабораторної роботи є ознайомлення з основними характеристиками токарно-гвинторізного верстата

#### **2.2 Загальні відомості**

Верстати токарної групи — верстати, призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь тіл обертання (циліндричної, конічної і фасонних), обробки плоских торцевих поверхонь (підрізання торців), нарізування різьби і деяких інших робіт.

#### **Основні типи токарних верстатів**

За класифікацією група токарних верстатів поділяється на 9 підгруп (типів):

- Автомати і напівавтомати одношпindelні;
- Автомати і напівавтомати багатошпindelні
- Револьверні;
- Центрувально-відрізні;
- Карусельні;
- Токарні й лобові;
- Багаторізцеві;
- Спеціалізовані;
- Різні.

#### **Токарні верстати**

Токарні верстати є найпоширенішими у машинобудуванні, до токарних верстатів також відносять токарно-гвинторізні верстати які є модифікацією токарних. Токарно-гвинторізні верстати є уживаніші, у порівнянні з токарними, тому що до складу цих верстатів входить механізм, який узгоджує головний рух з рухом подачі, що дозволяє нарізати різьбу різних типів (метричну, дюймову, модульну, пітчеву і торцову). Верстати як правило мають високу жорсткість, достатню потужність, високі частоти обертання шпindelя, і це дозволяє обробляти деталі на підвищених режимах різання. При обробці складних

криволінійних поверхонь на верстатах можна застосовувати гідрокопіювальний супорт, що автоматизує процес обробки. При обробці отворів задня бабка за допомогою спеціального замка може з'єднуватися із супортом і одержувати механічну подачу. У фартуху є пружинна муфта, що дозволяє обробляти деталі по упорах, що також автоматизує процес обробки. Верстати даної групи є найрозповсюдженішими.

### **Токарно-лобові верстати**

Лобові токарні верстати застосовуються для виготовлення деталей великого діаметра і малої довжини. Оброблювана заготовка встановлюється на планшайбі, закріпленої на шпинделі. Різець установлюють у різцетримачі. У передній бабці розміщена коробка швидкостей. подача супорта здійснюється від шпинделя через коробку подач і ходовий вал.

До недоліків лобових верстатів відносяться труднощі установки, вивірки і закріплення заготовки, а також виникнення вібрацій внаслідок великої ваги заготовки. У результаті зазначених причин лобові верстати поступаються карусельним верстатам.

### **Токарно-карусельні верстати**

Токарно-карусельні верстати призначені для виготовлення деталей великого діаметра і малої довжини.

У токарно-карусельних верстатах вісь шпинделя розташовано вертикально, а торцева площина планшайби розташована в горизонтальній площині, внаслідок чого в значній мірі полегшується установка, вивірка і закріплення заготовок. Вага заготовки і сили різання сприймаються круговими напрямними планшайби, тому шпиндель розвантажений від згинаючих напруг і напруг крутіння, на відміну від лобових верстатів. Унікальні карусельні верстати для виготовлення деталей турбін мають планшайбу діаметром до 18 метрів.

### **Токарно-револьверний верстат**

Токарно-револьверний верстат — верстат токарної групи з револьверною головкою (замість задньої бабки), застосовується для багатойструментальної обробки складних за конфігурацією поверхонь з пруткового матеріалу і штучних заготовок. На револьверних верстатах виконують операції точіння, розточування, свердління, зенкерування, накатування різьб та ін. Широке застосування отримали револьверні напівавтомати, головним чином обробні патрони з ЧПУ.

### **Центрувально-відрізні верстати**

Верстати даного типу призначені для одночасної розрізки та центрування заготовки. До переваг верстатів даного типу можна віднести, те що під час обробки заготовки, відбувається поєднання двох операцій в одну, це дозволяє значно скоротити технологічний час.

### **Багаторізцевий токарний верстат**

Багаторізцевий токарний верстат — верстат токарної групи, на котрому відбувається обробка заготовок одночасно декількома різцями, встановленими на поздовжньому і поперечному супортах. Кожен з різців оброблює певну ділянку деталі, що значно скорочує час роботи супорта. Існують багаторізцеві токарні автомати і напівавтомати.

### **Токарні автомати і напівавтомати**

Автоматами називаються верстати, у яких автоматизовані всі робочі і допоміжні рухи, необхідні для виконання технологічного циклу обробки деталі. До обов'язків робітника, що обслуговує верстат, входять періодичне завантаження заготовками, періодичний контроль розмірів і якості оброблених деталей, під налагодження верстата, а також загальне спостереження за його роботою. Токарні автомати підрозділяються на одношпindelні і багатошпindelні, застосовуються для виготовлення деталей із прутка, але в деяких випадках зі штучних заготовок.

Одношпindelні автомати підрозділяються на револьверні, фасонно-відрізні і фасонно-поздовжні. Багатошпindelні автомати випускаються двох різновидів: верстати паралельної дії і верстати послідовної дії (багатопозиційні). У верстатах паралельної дії на всіх шпindelях відбуваються однакові операції, тобто протягом одного циклу кожна деталь повністю обробляється в одній позиції. Ці верстати являють собою кілька одношпindelних автоматів, з'єднаних в один агрегат, і призначені для обробки деталей простої форми. У верстатах послідовної дії заготовка обробляється послідовно в декількох позиціях.

Напівавтоматами називаються верстати, у яких процес обробки здійснюється без участі робітника. Установку і закріплення заготовки, а також зняття готової деталі робить робітник. Токарні напівавтомати підрозділяються на одношпindelні і багатошпindelні, на горизонтальні і вертикальні, застосовуються для обробки штучних заготовок.

### **Спеціалізовані токарні верстати**

Верстати даного типу мають вузькоспеціалізоване направлення. В даний тип верстатів увійшли:

- вальцетокарні;
- верстати для обробки злитків;
- для обробки залізничнодорожніх осей і колісних пар;
- токарні багаторізцеві напівавтомати для обробки колінчастих валів;
- верстати для обробки валів двигунів внутрішнього згорання;
- токарно-відрізні пруткові автомати;
- токарно-безцентрові верстати для обточування гладких валів;
- трубо- та муфтооброблюючі автомати.

До спеціалізованих токарних верстатів також відносять різьботокарні і патронно-центрові сферотокарні верстати.

### **Устрій верстатів токарної групи**

Верстати мають такі основні вузли:

- станина служить для монтажу всіх основних вузлів верстата та є його основою. Найвідповідальнішою частиною станини є напрямні, на яких відбувається переміщення каретки супорта і задньої бабки;
- передня бабка закріплена на лівому кінці станини. У ній знаходиться коробка швидкостей верстата, основною частиною якої є шпindel. У деяких верстатах коробка швидкостей розміщена в передній тумбі станини. У цьому випадку вона пов'язана зі шпинделем ремінною передачею. Такі верстати називають верстатами з розділеним приводом;
- коробка подач служить для передачі обертання шпинделю від окремого привода ходового вала або ходового гвинта, а також для зміни їхньої частоти обертання, для отримання необхідних подач або певного кроку при нарізуванні різьби. Це досягається зміною передавального відношення коробки подач. Коробка подач пов'язана зі шпинделем верстата гітарою із змінними зубчатими колесами;
- фартух, у якому обертання гвинта або валу перетвориться в поступальний рух супорта з інструментом;
- задня бабка, у пінолі якої може бути встановлений центр для підтримки оброблюваної заготовки або осьовий інструмент (свердло,

розвертка тощо) для обробки центрального отвору в заготовці, закріпленої в патроні;

- супорт служить для закріплення різального інструменту в різцевій каретці і повідомлення йому руху подачі. Супорт складається з нижнього полозка (каретки), що переміщається по напрямних верстата. По напрямних нижнього полозка в напрямку, перпендикулярному лінії центрів, переміщуються поперечний полозок, на яких розташована різцева каретка з різцетримачем. Різцева каретка змонтована на поворотній частині, яку можна встановлювати під кутом до лінії центрів верстата.

### 2.3 Обладнання та інструмент

токарно-гвинторізний верстат;  
лінійка сталева L=500 мм;  
рулетка L= 5000 мм;  
штангенциркуль.

### 2.4 Порядок виконання роботи

В процесі виконання даної роботи складається технічна характеристика токарно-гвинторізного верстата, студенти знайомляться з методикою визначення окремих параметрів верстата шляхом його огляду і замірів. Числові дані перед занесенням до технічної характеристики округлюють в відповідності з даними таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Округлення заміряних розмірів.

Межі вимірюваних величин, мм	5-20	20-50	50-200	200-500	500-2000
Заміряні значення округлити до	0,1	0,5	1	5	10
Після округлення числа повинні закінчуватися цифрою	будь-якою	0 або 5	будь-якою	0 або 5	0

#### 2.4.1. Загальні відомості про верстат.

2.4.1.1 Завод-виробник: зазначається найменування заводу і місто, в якому він знаходиться.

2.4.1.2 Тип верстата.

2.4.1.3 Модель.

2.4.1.4 Габарити верстата. Визначаються вимірюванням довжини, ширини, висоти верстата. Вимірюються відстані між крайніми точками

верстата з висунутими в граничні положення рухомими частинами верстата.

#### 2.4.2 Основні дані верстата.

2.4.2.1 Висота центрів. Вимірюється за перпендикуляром від лінії центрів до площини станини.

2.4.2.2 Найбільша відстань між центрами. Перед вимірюванням задню бабку переміщують в крайнє положення і засувають пінолю до кінця.

2.4.2.3 Найбільший діаметр прутка, що проходить всередині шпинделя. Береться таким, що дорівнює 0,97 діаметра отвору в шпинделі.

2.4.2.4 Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною. Лінійкою вимірюється відстань R1 від осі шпинделя до найближчої точки напрямної станини. Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною, буде дорівнювати 1,94 R1.

2.4.2.5 Межі подовжніх подач. Визначаються за таблицею на верстаті.

2.4.2.6 Межі поперечних подач, визначаються так само.

2.4.2.7 Граничні розміри нарізуваних різьб (визначаються за таблицею на верстаті):

- метричної, крок в мм;
- дюймової, число ниток на 1";
- модульної, модуль в мм;
- пітчевої, в пітчах.

#### 2.4.3 Шпиндель.

2.4.3.1 Конус отвору шпинделя: система і номер. Визначається за допомогою набору нормальних конусів або за таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 - Розміри конусів Морзе.

Номер конуса Морзе	Розмір конуса на торці шпинделя, мм
0	9,045
1	12,065
2	17,780
3	23,825
4	31,267
5	44,399
6	63,348

2.4.3.2 Діаметр отвору в шпинделі, мм. Вимірюється з заднього кінця шпинделя.

#### 2.4.4 Задня бабка.

2.4.4.1 Конусність отвору пінолі: система, номер. Визначається за таблицею 1.2.

2.4.4.2 Частота обертання шпинделя, визначається за таблицею на верстаті.

### 2.5 Зміст звіту

Звіт за лабораторною роботою повинен включати:

2.5.1 Перелік основних паспортних даних верстата.

2.5.2 Таблицю частот обертання шпинделя.

Таблиця 2.3 – Частоти обертання шпинделя.

Номер	$n, \text{хв}^{-1}$	Номер	$n, \text{хв}^{-1}$
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	
8		20	
9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

### Рекомендована література

1. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов/ Под ред. В.Э.Пуша - М.: Машиностроение 1985.-576 с.
2. Металлорежущие станки: учебник. В 2 т. Т. 2 / В.В. Бушуев, А.В. Еремін, А.А. Какойло и др.; под ред. В.В. Бушуева. Т. 2. — М.: Машиностроение, 2011. — 586 с.

В лабораторній роботі використані матеріали методичних вказівок укладача Солохи В.В.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

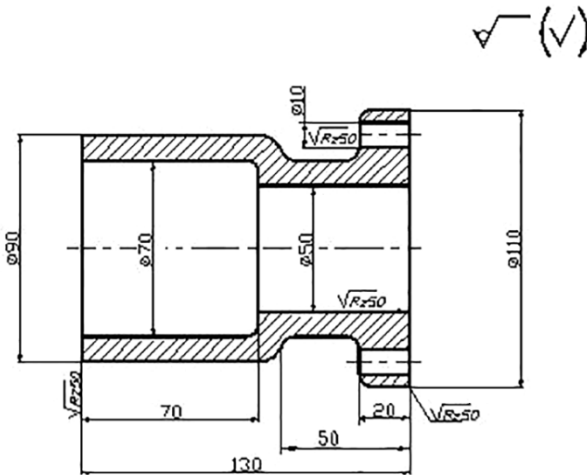
### ВИБІР МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ З ДЕРЕВИНИ

#### 3.1 Мета роботи

Ознайомитись з конструкціями модельних комплектів для виготовлення разових піщаних форм, з методами визначення частин моделей і обладнання для їх виготовлення.

#### 3.2 Загальні відомості

Найважливішою операцією в технологічному процесі виробництва виливки в разовій піщаній формі є виготовлення ливарної форми, якість якої залежить в першу чергу від конструкції моделі. Щоб правильно призначити технологічний процес, технологу необхідно визначити, яким буде модельний комплект для того чи іншого виливка. Тому на кожен виливок розробляють технологію ливарної форми. Вихідними даними для розробки технології отримання виливка служать креслення литої деталі (Рис. 3.1)



«Ступиця»

СЧ20 ГОСТ 1412-85

Рисунок 3.1. Креслення деталі «Ступиця»

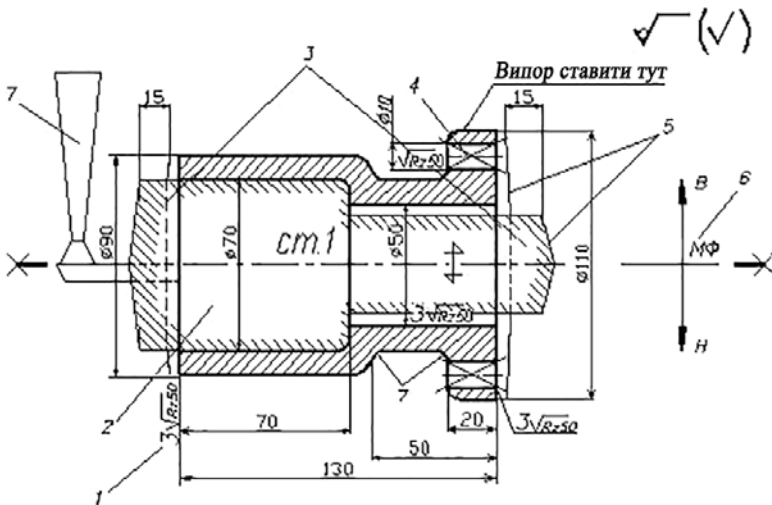
При розробці ливарної технології визначають: спосіб формовки (машинний або ручний), положення вилівка в формі під час заливки, величини усадки і припусків на механічну обробку, кількість і види стрижнів, тип ливникової системи. Ці дані відображаються на кресленні деталі (рис. 3.2) як елементи ливарної форми.

«Ступиця»

СЧ20 ГОСТ 1412-85

Формувальні ухили  $3^{\circ}$

Усадка 1%



- 1 – припуск на механічну обробку, 2 – стрижень, 3 – стрижневі знаки,  
 4 – отвори, що не виконуються литтям, 5 – розміри знаків,  
 6 – площина роз'єму моделі і форми, 7 – ливникова системи.

Рисунок 3.2. Креслення елементів ливарної форми з модельно-ливарними вказівками

Для полегшення візуального сприйняття графічного зображення ливарної технології зазвичай використовують кольорові олівці: суцільними лініями червоного кольору відмічають припуски на

механічну обробку, лініями синього кольору – контури стрижнів і знакових частин моделі.

Технологічні вказівки по ливарній формі наносяться на вільному полі креслення або у вигляді технологічної карти додаються до креслення.

Така технологія є основним документом для виготовлення моделей і модельного комплекта з деревини. Ніяких додаткових креслень моделей інших частин модельного комплекта технологом або конструктором не виконується.

Ознайомившись з кресленням елементів ливарної форми, модельник починає виготовлення модельного комплекта з виконання модельного креслення на щитку. На щитку викреслюють контур основної проекції деталі (рис. 3.3) а також найважливіші розрізи, без яких не можна уявити конфігурацію виливка. Креслення виконується у натуральну величину за усадковим методом без нанесення розмірів і штрихових ліній.

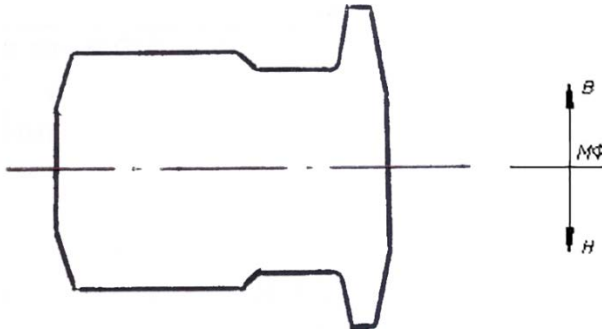
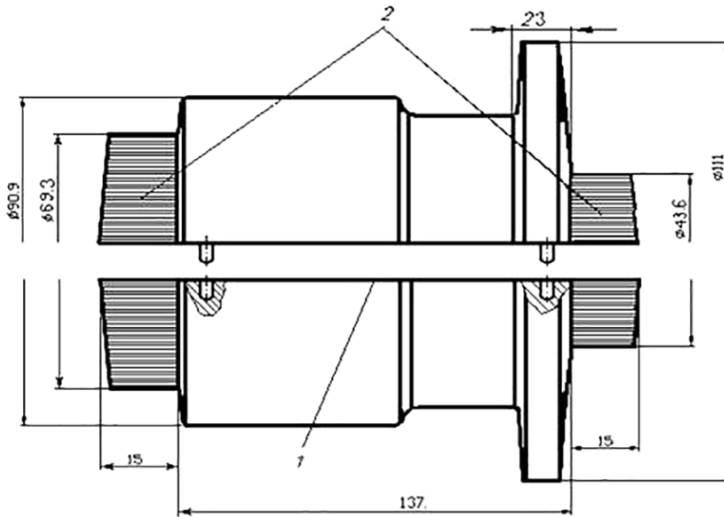


Рисунок 3.3. Креслення контуру основної проекції деталі «Ступиця»

По кресленню основної проекції деталі модельник виконує на щитку креслення частин моделі, елементів їх з'єднання (рис. 3.4) і стрижневих ящиків.

Основний принцип при розподілі моделі на частини – це отримання деталей простої геометричної форми, які можна виготовити на одному або на мінімальній кількості видів обладнання.



1- площина роз'єму, 2 – стрижневі знаки

Рисунок 3.4. Креслення деталей моделі

По цим кресленням визначають види і розміри заготовок для частин моделі, обирають обладнання і приступають до її виготовлення.

Інші частини модельного комплекта виготовляють аналогічно. На щитку креслять контури стрижня або шаблона, в розмірах яких враховують припуски на обробку, усадку, розміри стрижневих знаків та ін.

Потім визначають види і розміри заготовок для частин стрижневого ящика або шаблона і приступають до їх виготовлення.

### 3.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Для підготовки до лабораторної роботи рекомендується повторити і засвоїти теоретичний матеріал, присвячений виготовленню модельних комплектів з деревини: види ручної обробки деревини і інструменти для її виконання; види механічної обробки деревини і типи деревообробних верстатів.

### 3.4 Контрольні запитання

1. Який початковий документ, за яким модельник приступає до виготовлення моделі.
2. Перерахуйте види ручної обробки деревини.
3. Вкажіть ручний інструмент, який застосовується у деревомодельному відділенні.
4. Перерахуйте види механічної обробки деревини.
5. Вкажіть групи верстатів для механічної обробки деревини.
6. Яке креслення служить основним документом при виготовленні частки моделі.

### 3.5 Оснащення

Дерев'яні моделі для ручної формовки в ПГФ роз'ємні і нероз'ємні, металеві модельні комплекти для машинної формовки в ПГФ, дерев'яний модельний комплект для ХТС.

### 3.6 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з конструктивними особливостями моделей і модельних комплектів з металу і деревини для різних видів виготовлення разових піщаних форм.
2. Отримати у викладача креслення деталі з елементами ливарної форми.
3. Ознайомитися з конструкцією відповідного отриманому кресленню модельного комплекта з деревини.
4. Визначити частини, з яких складається модель вилівка і способи їх з'єднання.
5. Виконати ескіз контура моделі.
6. Виконати ескізи частин моделі.
7. Обрати види обладнання для виготовлення частин моделі.
8. Оформити звіт.

### Рекомендована література

1. Голофасв А.М. Технологічна оснастка ливарного виробництва: навчальний посібник / Голофасв А.М., Гутько Ю.І., Тараненко Н.О. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. – 304 с.
2. Балабин В.В. Изготовление деревянных модельных комплектов в литейном производстве. Изд. 3-е, перераб. и доп. Учебник для средних проф.-техн. училищ. М., «Вышш. школа», 1976, 285 с.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4**

### **ОЗНАЙОМЛЕННЯ З РОБОТОЮ І ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ВЕРСТАТА З ЧПУ**

#### **4.1 Мета роботи**

Ознайомитись з принципом дії, конструктивними особливостями, технологією обробки і технічними можливостями верстата з ЧПУ.

#### **4.2 Загальні відомості**

Зростаючі вимоги для виливків в сучасному машинобудуванні вимагають від ливарників розвитку модельного виробництва: підвищення якості модельної оснастки при скорочення строків її виготовлення. Рішення цієї задачі неможливе без використання сучасних технологій і обладнання при виготовленні моделей і інших частин модельного комплекта.

Універсальні верстати, які достатньо тривалий час використовуються в модельних цехах – це верстати з ручним управлінням, де робітник, користуючись кресленням деталі, перетворює зчитану ним інформацію в певну послідовність рухів рук і впливає на органи управління верстатом. В цьому випадку людина задає, виконує програму управління верстатом, тобто керує циклом роботи і величинами органів верстата.

Перевагою такої системи управління є її універсальність і гнучкість. Однак, використання людини в якості основного елемента системи управління верстатом стримує зростання продуктивності цього обладнання. Тому подальший розвиток механічного обладнання був направлений на створення спочатку напівавтоматів, а потім верстатів-автоматів, програми управління якими задавалася на носіях різних видів. Спочатку це були аналогові системи управління (кулачки, копії, шаблони) і циклові, в яких геометрична інформація задавалася розставлянням упорів на спеціальних лінійках або барабанах.

Пізніше почали використовувати верстати з числовим програмним управлінням, в яких робочий цикл верстатів здійснювався автоматично від керуючої програми, в якості носіїв використовували перфокарти, перфоленти, магнітні стрічки і диски та ін.

Але всі ці види управління верстатами задовольняли умовам масового і серійного виробництва і ніяк не підходили для модельного

виробництва, для якого притаманне одиничне виготовлення його продукції. І тільки в останні десятиліття, коли розвиток комп'ютерних технологій досяг такого рівня, при якому робота верстата може керуватися комп'ютером, який входить у його склад, а програма управління створюється на основі 3Д-моделі, використання верстатів-автоматів стало раціональним в модельних цехах. Тим більше, що сьогодні достатньо трудомісткий процес створення на комп'ютері 3Д-моделі можна замінити скануванням на 3Д-сканері відпрацьованої деталі. В результаті 3Д-технології, інтегровані в технологічний ланцюжок модельного виробництва забезпечать реальну вигоду.

За результатами сканування створюється так звана твердотільна модель, при чому при її створенні виключаються різні недоліки деталі, яку сканували. Будь-яка деталь має виробничі дефекти. Вони можуть бути обумовлені різними факторами, наприклад, деформаціями, зношуванням, складною формою.

Інженер-програміст за допомогою програмного забезпечення обкреслює деталь і створює модель, в якій всі геометричні фігури мають правильну форму.

На основі твердотільної моделі, створеної або за допомогою програмного забезпечення трьохвимірного проектування, або 3Д-скануванням, розробляють робочу програму обробки моделі на верстаті з ЧПУ.

За технологічними ознаками і можливостями верстата з ЧПУ класифікуються практично так само, як універсальні верстати, на базі яких виготовляється більшість верстатів з ЧПУ: токарні, фрезерні, свердлильно-розточувальні, шліфувальні, багатоцільові, електроерозійні.

Враховуючи специфіку конфігурації ливарних моделей, які найчастіше мають один плоский бік, в модельному виробництві найбільше застосування знайшли фрезерні верстати з ЧПУ. Вони здійснюють обробку плоских і просторових поверхонь складної форми, виконують наступні операції: плоске, ступінчасте і контурне фрезерування з кількох боків і під різними кутами; свердління, розточування; розгортання; нарізання різьби та ін.

В основі класифікації фрезерних верстатів з ЧПУ наступні ознаки: розташування шпинделя (горизонтальне, вертикальне); число координатних переміщень стола і фрезерної бабки (3, 4, 5); число

інструментів, що використовуються (одноінструментні і багатоінструментні); спосіб установки інструмента в шпindel (вручну і автоматично).

В модельних цехах найчастіше використовують трьохкоординатні багатоінструментні фрезерні верстати з ЧПУ. П'ятикоординатна обробка потрібна тільки для великогабаритної модельної оснастки. П'ятикоординатні верстати з ЧПУ потребують підвищеної кваліфікації операторів, технологів, високовартісного програмного забезпечення. Їх ще називають обробними центрами, запас інструментів – до 100 найменувань.

Матеріали, з яких виготовляють моделі на фрезерних верстатах з ЧПУ: МДФ (деревноволокниста плита середньої щільності), деревина, пластик, алюмінієві сплави, чавун.

#### **4.3 Обладнання та документація**

Верстат фрезерний консольний з ЧПУ мод. MC6104-13WK

Інструкція по експлуатації верстата.

#### **4.4 Зміст роботи**

Зафіксувати паспортні дані верстата, вивчити основні складові частини верстата, органи керування. Скласти звіт.

#### **4.5 Зміст звіту**

Звіт за лабораторною роботою повинен включати:

- короткий опис загальних відомостей про верстати з ЧПУ;
- основні дані по верстату, який вивчається: завод-виробник, технічний опис, модель;
- складові частини верстата;
- технічна характеристика верстата: тип; система ЧПУ; точність позиціонування вісей; лінійні вісі; поворотна вісь; одночаснокоординовані вісі; кількість керованих координат лінійних і кругових; межі числа обертів шпинделя; межі подач стола шпинделя; максимальне число обертів шпинделя; відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола; найбільше переміщення шпинделя по вісі Z; номінальна швидкість обертання приводу вісей X, Y, Z, схему координат робочих рухів.

#### **Рекомендована література**

1. Онофрейчук Н.В. Основи обробки та програмування на верстатах з числовим програмним керуванням: підручник/ Н.В.Онофрейчук; К.: світ, 2017. – 368 с.