МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька Політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни “Металообробне обладнання” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання

2025

Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Металообробне обладнання” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання/Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – с. 42

Укладач: В.В. Солоха, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск М.В. Фролов, доцент, к.т.н.

Розглянуто та затверджено
на засіданні кафедри “Металорізальні верстати та інструмент”

Протокол №____.
від “__“ _____2025

Рекомендовано до видання навчально-методичною комісією машинобудівного факультету
Протокол №
від “__“ _____ 2025

ЗМІСТ

	с.
Вступ	4
1. Мета і задачі дисципліни, її місце в учбовому процесі	5
2 Робоча програма дисципліни	6
3 Перелік лабораторних робіт та їх тривалість	25
6 Контрольні завдання	26
7 Рекомендована література	40

ВСТУП

Дисципліна “Металообробне обладнання” є базовою дисципліною для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи”.

Час, відведений навчальним планом для аудиторних занять, не дає можливості в повному обсязі викласти матеріал, передбачений навчальною програмою дисципліни. Тому в навчальному плані передбачені години для самостійної роботи студентів, коли вони мають поглиблювати свої знання з дисципліни, та й матеріал, що подається на лекціях, та вивчається на лабораторних заняттях потребує подальшого закріплення, шляхом самостійної роботи студента.

Згідно навчального плану спеціальності вивчення дисципліни “Металообробне обладнання” здійснюється протягом двох семестрів: 6 семестр - 120 годин (4 кредити), в тому числі – 28 (12) лекції, 14 (4) – лабораторні роботи, 78 (104) - самостійна робота, та розрахунково-графічна робота; 7 семестр –165 годин (5,5 кредитів), в тому числі – 30 (6) лекції, 14 (2) – лабораторні роботи, 121 (157) - самостійна робота, курсовий проєкт (1,5 кредити). По закінченню 6 семестру передбачено екзамен, в 7 семестрі -залік. В дужках зазначені години для заочної форми навчання.

Метою цих методичних рекомендацій є:

– ознайомлення студента з повним обсягом навчального матеріалу, передбаченого навчальною програмою дисципліни, в тому числі і передбаченою для самостійної підготовки;

– наведення переліку необхідної літератури з кожної теми;

– надання методичних рекомендацій щодо вивчення тем та контрольних запитань для самостійної перевірки знань;

– ознайомлення студента з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи.

1. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни є підготовка фахівців, здатних обґрунтовувати, розробляти нове та удосконалювати наявне металообробне обладнання, виконувати обґрунтований вибір обладнання для вирішення актуальної технологічної задачі.

1.2. Задачі вивчення дисципліни

Завдання вивчення дисципліни - навчити фахівця принципам кінематичного налаштування верстатів, умінню орієнтуватись серед безлічі різноманітних типів і моделей верстатів, дати знання з вибору і розрахунків технічних характеристик і параметрів верстатів, принципів конструювання основних вузлів і механізмів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність планувати та управляти часом.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

фахові компетентності:

Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв’язування інженерних задач галузевого машинобудування.

Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв’язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

Здатність вибирати і обґрунтовувати металообробне обладнання для виконання технологічних задач виробництва.

Здатність до розрахунків і конструювання вузлів і деталей характерних для верстатного обладнання.

1.3. Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни

Для глибокого та всебічного засвоєння дисципліни "металообробне обладнання" студент повинен мати знання з таких дисциплін:

- опір матеріалів;
- матеріалознавство:
- деталі машин;
- теорія різання;
- різальний інструмент та інструментальне забезпечення АВ;
- електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка;

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

В кожній темі зазначені години на самостійну роботу студента, в дужках для заочної форми навчання.

2.1 Вступ – 1,5 (2) година

Мета і завдання вивчення дисципліни, об`єм і зміст програми. Короткі відомості про металорізальне обладнання.

Роль технологічного обладнання в машинобудуванні, перспективи і напрямки розвитку верстатобудування. Комплексна автоматизація виготовлення деталей на базі автоматичних ліній і гнучких автоматизованих технологічних систем.

Методичні вказівки

З'ясувати значення металорізальних верстатів в системі машин-знарядь, важливість автоматизації верстатного обладнання в забезпеченні ефективності виробництва. Звернути увагу на можливості повної обробки деталі на верстаті за одну установку.

Питання для самоперевірки

1 Яке місце займають металорізальні верстати серед технологічних машин?

2 Які основні напрямки розвитку верстатобудування?

3 Які основні напрямки підвищення продуктивності верстатного обладнання?

2.2 Класифікація верстатів – 1,5 (2) година

Класифікація обладнання за технологічним ознакою і видами обробки, за точністю обробки, за ступенем автоматизації.

Розмірні ряди верстатів.

Система позначення верстатів.

Методичні вказівки

Звернути увагу на розмаїття верстатів в залежності від технологічних можливостей, їх різних типів. З'ясувати відмінності між верстатом –автоматом та напівавтоматом. Навчитися за позначенням моделі верстата визначати його приналежність до визначеної групи та типу.

Питання для самоперевірки

1 На які групи поділяються верстати за технологічними ознаками?

2 За якими ознаками в межах однієї групи поділяються верстати на типи?

3 Які верстати називають верстатами-автоматами?

4 Які верстати називають верстатами-напівавтоматами?

5 На які класи поділяються верстати за точністю?

6 Які принципи покладені в основу системи позначення верстатів?

2.3 Техніко-економічні показники обладнання – 5 (6) години

Ефективність обладнання. Продуктивність і методи її оцінки.

Надійність технологічних систем. Універсальність і гнучкість обладнання.

Точність і жорсткість верстатів.

Методичні вказівки

З'ясувати сутність показників "ефективність" та продуктивність. Уміти визначити штучну продуктивність та технологічну продуктивність, звернути увагу на такі показники як продуктивність різання та продуктивність формоутворення.

Розрізняти такі поняття надійності як безвідмовність та довговічність; параметричні відмови та відмови функціонування.

Розуміти поняття геометричної точності, кінематичної точності та точності позиціювання, жорсткості та піддатливості верстатів.

Питання для самоперевірки

1 Як визначається ефективність верстатного обладнання?

2 Як оцінюється штучна продуктивність? технологічна продуктивність верстатів?

3 Які властивості включає в себе надійність? Як оцінюється безвідмовність, довговічність виробу?

4 Які складові точності верстатів?

Як визначається жорсткість верстата в визначеному напрямку?

2.4 Кінематичні зв`язки і рухи в верстатах. Елементи і механізми кінематичних ланцюгів – 7 (10) годин

Методи утворення поверхонь. Твірні і напрямні лінії. Формоутворюючі рухи.

Класифікація рухів в верстатах за функціональним призначенням: рухи формоутворення, ділення, допоміжні рухи і рухи керування.

Силові фактори, що виникають при роботі верстатів: сили різання, інерції, тертя, ваги.

Кінематичні зв`язки в верстатах. Кінематична структура.

Принципи кінематичного налаштування.

Призначення і принцип роботи підсумовуючих механізмів. Підсумовуючі механізми з циліндричними і конічними колесами, черв`ячні механізми.

Реверсивні механізми. Механізми для здійснення переривчастих рухів.

Методичні вказівки

Вивчити методи формоутворення поверхонь. Звернути увагу на те, що поверхні одержують за допомогою виробляючих ліній, які можна одержувати різними методами. З’ясувати різницю між формотворними, установчими, ділильними рухами.

З’ясувати сутність внутрішніх та зовнішніх кінематичних зв’язків.

Вивчити принципи роботи підсумовуючих механізмів різних типів.

Питання для самоперевірки

1 Охарактеризувати методи утворення виробляючих ліній.

2 Що представляють собою кінематичні зв'язки?

3 Яка послідовність настройки кінематичних ланцюгів?

4 З якою метою застосовуються підсумовуючі механізми в приводах верстатів?

5 Як визнаються передатні відношення в підсумовуючих механізмах різних типів?

Які види реверсивних пристроїв застосовуються в приводах металорізальних верстатів?

2.5 Етапи проектування. Вибір технічної характеристики верстата - 12 (13) годин

Основні етапи проектування. Технічне завдання. Технічна пропозиція. Ескізний проект.

Визначення технічної характеристики верстат. Ряди частот обертального руху. Стандартні значення знаменника ряду. Вибір потужності двигуна.

Методичні вказівки

Вивчити принципи побудови компонувань металорізальних верстатів, основні технічні характеристики та їх визначення в процесі проектування верстатів. Звернути увагу на складові загальної потужності для вибору двигуна привода головного руху.

Питання для самоперевірки

1 Як визначаються граничні швидкості різання і подачі при проектуванні верстата?

2 Як визначаються граничні частоти обертання шпинделя?

3 Як визначаються ефективні потужність різання приводу головного руху верстата?

4 Від чого залежить потужність втрат холостого ходу?

2.6 Розрахунок приводу головного руху - 16 (18) годин

Ступінчасте регулювання швидкості. Діапазон регулювання частот обертання шпинделя і подач.

Структурна формула коробки швидкостей. Графоаналітичний метод визначення кінематичних параметрів привода.

Приводи з безступінчастим і змішаним регулюванням.

Методичні вказівки

Звернути увагу на доцільність використання геометричних рядів для частот обертання та подач в приводах верстатів. Вивчити принципи вибору знаменників геометричного ряду та їх використання. Одержати навички застосування графоаналітичного методу для визначення кінематичних параметрів привода. З'ясувати доцільність застосування безступінчастого і змішаного регулюванням в приводах верстатів та навчитися будувати кінематику привода.

Питання для самоперевірки

1 В чому полягають переваги використання геометричного ряду в приводах верстатів?

2 Які знаменники геометричного ряду використовують в приводах верстатів з ЧПК? універсальних верстатів?

3 З якою метою будується структурна сітка в графоаналітичному методі?

4 Як визначаються передатні відношення передач за графіком частот обертання?

5 Які типи електродвигунів застосовуються в приводах з безступінчастим та змішаним регулюванням?

6 Як визначаються число ступенів коробки швидкостей для ступінчастого приводу? безступінчастого приводу?

2.7 Шпиндельні вузли верстатів - 12 (13) годин

Вимога до шпиндельних вузлів. Матеріали і термообробка шпинделів.

Розрахунок шпиндельних вузлів.

Опори шпиндельних вузлів, вимоги до опор.

Опори кочення шпинделів. Основні типи підшипників кочення, що застосовуються в шпиндельних вузлах. Регулювання зазору - натягу

в підшипниках кочення. Конструктивні схеми шпиндельних вузлів на підшипниках кочення.

Гібридні підшипники.

Опори ковзання. Гідростатичні, гідродинамічні і аеростатичні підшипники.

Методичні вказівки

Звернути увагу на значення шпиндельного вузла в структурі верстата, на фактори, що впливають на вибір матеріалу та термообробку шпинделя. З'ясувати особливості базування інструменту та оснащення на шпинделі та способи передачі крутного моменту на них. Вивчити вимоги до шпиндельних опор, види опор, що застосовуються в шпиндельних вузлах та умови їх раціонального використання. Виявити вплив різних параметрів шпинделя на його жорсткість.

Питання для самоперевірки

1. Які основні вимоги висувають до шпиндельних вузлів верстатів?
2. Що впливає на вибір матеріалу шпинделя?
3. Які елементи передбачені в шпинделі верстата для базування інструмента, затискного патрона?
4. Чим визначається вибір класу точності підшипника кочення, що встановлюється в шпиндельній опорі?
5. З якою метою в підшипниках кочення шпиндельних опор передбачається створення попереднього натягу?
6. На чому ґрунтується принци роботи гідродинамічного підшипника?
7. В яких верстатах доцільно застосовувати гідростатичні підшипники?

2.8 Приводи подач - 7 (10) годин

Приводи подач з ступінчастим і безступінчастим регулюванням. Структура привода. Слідкуючі і крокові приводи подач верстатів з ЧПК.

Вибір двигуна приводу подачі.

Тягові пристрої приводів подач. Вимоги, що висуваються до тягових пристроїв. Передачі гвинт - гайка кочення, гвинт - гайка ковзання, зубчасте колесо - рейка.

Методичні вказівки

З'ясувати призначення приводів подач, відмінності в застосуванні приводів зі ступінчастим та безступінчастим регулюванням, слідкуючих та крокових. Звернути увагу на особливості використання різних видів тягових пристроїв, відмінності гвинтових передач ковзання і кочення, вибір матеріалів гвинта і гайки.

Питання для самоперевірки

1. Що собою являють слідкуючі приводи подач? крокові приводи?
2. Які вимоги висуваються до тягових пристроїв?
3. Які особливості використання пристрою гвинт - гайка ковзання?
4. Якими шляхами забезпечується зносостійкість передачі гвинт-гайка.
5. Які переваги має передача гвинт - гайка кочення?
6. Як регулюється зазор в передачі гвинт - гайка кочення?

2.9 Базові деталі верстатів. Напрямні верстатів - 24 (30) годин

Вимоги до несучих систем верстатів. Матеріали і конструктивні форми базових деталей.

Методика розрахунку базових деталей на жорсткість. Розрахункові схеми. Технічний розрахунок станини токарного верстата.

Способи забезпечення жорсткості базових деталей.

Класифікація напрямних. Напрямні ковзання. Конструктивні форми напрямних. Матеріали напрямних ковзання. Регулювання зазорів.

Напрямні кочення.

Методика розрахунку напрямних ковзання.

Захист напрямних від забруднення.

Методичні вказівки

Слід розглянути вимоги до несучих систем, ознайомитися з принципами вибору матеріалів базових деталей. Вивчити методичні підходи в розрахунку базових деталей та напрямних верстатів. Розглянути види напрямних, що використовуються в верстатах для

прямолінійного та кругового руху та особливості їх вибору та застосування. З'ясувати можливості регулювання зазорів у напрямних різних типів.

Питання для самоперевірки

1. Які основні вимоги висуваються зо базових деталей верстатів?
2. Які основні фактори, що визначають вибір матеріалів для базових деталей?
3. Які припущення використовують для розрахунків базових деталей?
4. Як класифікують напрямні верстатів за видом тертя?
5. З яких матеріалів виготовляють напрямні верстатів?
6. Які матеріали використовуються для виготовлення напрямних ковзання?
6. Які розрахунки виконуються для напрямних верстатів?
7. Які особливості використання напрямних кочення в металообробних верстатах?

2.10 Поняття надійності. Моделі відмов - 6 (10) годин

Безвідмовність, довговічність та ремонтопридатність.

Процеси, що знижують якість верстатів під час експлуатації: швидкоплинні процеси, процеси середньої швидкості, процеси, що протікають повільно.

Фізична модель формування відмови.

Загальна модель формування параметричної відмови машини.

Моделі втрати верстатом працездатності за параметром точності.

Методичні вказівки

Приділити увагу показникам надійності: безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності. Вивчити процеси, що впливають на надійність машин. Розглянути моделі формування відмови та моделі параметричних відмов.

Питання для самоперевірки

1 Що представляє собою безвідмовність?

2 Які процеси впливають на довговічність обладнання?

3 Які процеси відносяться до швидкоплинних? середньої швидкості? повільних?

4 Як відбувається формування параметричної відмови?

2.11 Автоматичне керування верстатами Різновиди систем керування – 7 (10) години

Призначення систем керування і їх класифікація.

Системи автоматичного керування /САК/. Способи завдання програми в САК.

Різновиди САК: за конструктивним виконанням, за принципом дії, за характером керуючих сигналів.

Системи керування з розподільчими валами. Конструктивні варіанти САК з розподільчими валами і область їх застосування.

Системи циклового програмного керування.

Копіювальні слідкуючі системи.

Системи числового програмного керування. Класифікація систем ЧПК.

Методичні вказівки

Розглянути призначення САК, їх різновиди за принципом дії, наявністю зворотного зв'язку, способом завдання програми тощо. Звернути увагу на відмінності систем ЧПК від інших систем автоматичного керування.

Питання для самоперевірки

1 В чому полягає сутність систем автоматичного керування?

2 Як задається програма керування в системах з РВ, копіювальних системах?

3 В чому полягає особливість завдання програми в системах ЧПК?

2.12 Верстати для нарізування зубчастих коліс - 10 (21) годин

Способи нарізування зубчастих коліс. Класифікація зубообробних верстатів.

Зубодовбальні верстати. Основні рухи при нарізуванні коліс довбачем. Структурна схема зубодовбального верстата.

Зубофрезерні верстати. Основні рухи при нарізуванні циліндричних і черв`ячних коліс. Структурна схема зубофрезерного верстата.

Зубообробні верстати з ЧПК.

Викінчувальні методи обробки зубчастих коліс. Структурна схема зубошліфувального верстата.

Типи конічних зубчастих коліс і способи їх нарізання. Типи твірних коліс, покладених в основу роботи зуборізних верстатів. Основні рухи і цикл роботи зубострогальних верстатів для нарізання прямозубих конічних коліс.

Способи нарізання конічних коліс з непрямим зубом. Структурна схема верстата для нарізання коліс з дуговим зубом.

Методичні вказівки

З'ясувати сутність методів, що використовуються для обробки зубчастих коліс, їх переваги та недоліки.

Вивчити рухи в зубообробних верстатах, що працюють різних інструментом, для нарізання циліндричних зубчастих коліс та принципи кінематичної настройки ланцюгів.

Зрозуміти суть уявного твірного колеса в нарізанні конічних зубчастих коліс методом обкатки. Розібратися в рухах, що виконуються в зуборізних верстатах з різними різальними інструментами: стругальними різцями, дисковими фрезами, різцевими зуборізними головками, особливостях визначення подачі в таких верстатах.

З'ясувати методи шліфування зубів, шліфувальними кругами різної форми.

Необхідно навчитися настроювати зубообробний верстат на нарізання різних типів зубчастих коліс.

Питання для самоперевірки

1 В чому полягають особливості методу копіювання і методу обкату при нарізанні зубчастих коліс?

2 Які рухи виконуються в зубодовбальних верстатах, що працюють круглим довбачем?

3 Як нарізуються косозубі циліндричні колеса на зубодовбальному верстаті?

4 Як установлюється черв'ячна фреза на зубофрезерному верстаті для нарізання різних видів зубчастих коліс?

5 Які рухи необхідно настроїти на зубофрезерному верстаті для нарізання різних видів зубчастих коліс?

6 Якими інструментами нарізуються конічні зубчасті колеса?

7 Що собою являє плоске твірне колесо? плоско вершинне твірне колесо?

8 Як визначається подача в верстатах для нарізування конічних зубчастих коліс?

9 Які рухи необхідно настроїти на верстаті для нарізання прямозубого конічного колеса? косозубого конічного колеса?

10 Які рухи необхідно настроїти на верстаті для шліфування зубчастого колеса тарілчастими (конічними, черв'ячними) кругами?

2.13 Токарні верстати – 4 (9) годин

Токарні верстати. Основні рухи в токарних верстатах. Схема сил, що діють на токарний верстат при точінні і обробці осьовим інструментом. Компоновки токарних верстатів. Основні вузли верстатів.

Токарно-гвинторізний верстат мод.16К20. налагодження верстата на нарізання метричної, дюймової, пітчевої і модульної різьб. Технологічні можливості верстата.

Особливості токарних верстатів з ЧПК: компоновка, привод головного руху і привод координатних переміщень, механізм заміни інструменту. Технологічні можливості токарних верстатів з ЧПК.

Токарний верстат з ЧПК мод.16К20Ф3. Особливості нарізання різьби на цьому верстаті.

Токарно-револьверні верстати: компоновки токарно-револьверних верстатів малого, середнього і великого розмірів. Типи револьверних головок. Конструктивні особливості привода головного руху і подач токарно-револьверних верстатів. Засоби автоматизації перемикання частот обертання і вибору величини подач. Автоматизація затискання і подачі пруткового матеріалу.

Токарно-револьверний верстат мод.1Г340П. Токарно-револьверні верстати з ЧПК мод. 1В340Ф30, 1П420ПФ40. Особливості конструкції верстатів.

Карусельні верстати. Особливості їх конструкції і компоновки. Карусельні верстати з ЧПК.

Токарно-затилувальні верстати. Структурна схема токарно-затилувального верстата. Налаштування кінематичних ланцюгів.

Методичні вказівки

Звернути увагу на відмінності токарних та токарно-гвинторізних верстатів. Розглянути відмінності у настроєні токарно-гвинторізних верстатів на нарізування різних видів різі, доцільність застосування переборних механізмів у приводах головного руху токарних верстатів.

Приділити увагу особливостям верстатів з ЧПУ: компонування, конструкція, технологічні можливості та інше.

З'ясувати особливості конструкції токарно-револьверних верстатів та їх технологічні можливості; призначення та особливості конструкції токарно-карусельних верстатів, їх переваги в порівнянні з токарно-лобовими верстатами.

Вивчити принципи затилування поверхонь, рухи, необхідні для затилування різних видів інструментів, та особливості кінематичної настройки токарно-затилувального верстата на різні види затилування.

Питання для самоперевірки

1. Які верстати називаються токарно-гвинторізними?
2. Як відрізняється настройка ланцюга подачі токарно-гвинторізного верстата для нарізання метричної та модульної різі? (метричної та дюймової?)
3. Що дає використання переборного механізму в приводі головного руху верстата?
4. В чому полягають особливості токарних верстатів з ЧПУ?
5. Як здійснюється узгодження рухів для нарізування різі на токарних верстатах з ЧПУ?
6. Які основні відмінності токарно-револьверного верстата від токарного?
7. Які системи керування використовуються в токарно-револьверних верстатах для перемикання швидкостей та подач?
8. Як здійснюється обробка деталей на токарно-карусельних верстатах?
9. Що являє собою рух затилування?
10. Які рухи необхідно настроїти в токарно-затилувальному верстаті для затилування циліндричної фрези з прями стружковими канавками? черв'ячної фрези?

2.14 Токарні автомати і напівавтомати – 2 (12) годин

Класифікація токарних автоматів за кількістю шпинделів і за розміщенням шпинделя.

Автомати фасонно-відрізувальні і поздовжнього точіння. Схеми формоутворення. Компоновка і основні вузли автоматів фасонно-поздовжнього точіння.

Одношпиндельні токарно-револьверні автомати. Компоновка і особливості конструкції. Привод супортів автомата. Технологічні особливості автоматів.

Токарно-револьверний автомат мод.1Б140. Налаштування автомата.

Багатошпиндельні горизонтальні токарні автомати. Принцип роботи. Компоновка і основні вузли автомата. Багатошпиндельний горизонтальний автомат мод. (1Б240-6К). Налаштування автомата. Циклограма роботи автомата.

Багатошпиндельні вертикальні напівавтомати. Принцип роботи. Основні вузли напівавтоматів. Вертикальний напівавтомат мод.1К282. Налаштування напівавтомата.

Методичні вказівки

Розглянути принципи роботи одношпиндельних токарних автоматів, звернути увагу на відмінності в роботі автоматів різних типів.

З'ясувати принципи роботи багатошпиндельних автоматів та напівавтоматів. Особливості налаштування та роботи автоматів горизонтального та вертикального компонувань.

Вивчити відмінності в конструкції та кінематиці багатошпиндельних токарних автоматів та напівавтоматів горизонтального та вертикального компонувань.

Питання для самоперевірки

1. Які види заготовки використовуються в роботі фасонно-відрізних автоматів?

2. Як ведеться обробка заготовок на автоматах поздовжнього точіння?

3. Як здійснюється обробка деталей на токарно-револьверних автоматах?

4. Як визначається і налаштовується частота розподільного вала в токарно-револьверних автоматах?

5. В чому полягають відмінності в обробці на багатошпиндельних автоматах послідовної дії та автоматах паралельної дії?

6. Як здійснюється свердління, нарізування різі на горизонтальних багатошпиндельних автоматах?

7. Які відмінності в налаштуванні частоти обертання шпинделя в багатошпиндельних автоматах та напівавтоматах горизонтального та вертикального компонувань?

8 За рахунок чого виконується обробка торцевих поверхонь на вертикальних багатошпиндельних автоматах?

2.15 Верстати для обробки отворів – 4 (10) години

Призначення і типи свердлильних верстатів. Схема сил, що діють на свердлильний верстат при різанні. Основні вузли свердлильних верстатів.

Конструктивні особливості вертикально-свердлильного верстата з ЧПК. Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод.2Р135Ф2. Компоновка, конструкція основних вузлів. Технологічні можливості верстата.

Радіально-свердлильні верстати. Компоновка, особливості конструкції і технологічні можливості. Радіально-свердлильний верстат з ЧПК мод.2М55Ф2.

Призначення і типи розточувальних верстатів. Основні і допоміжні рухи в верстатах. Компоновка розточувальних верстатів. Основні вузли. Горизонтально-розточувальний верстат.

Призначення координатно-розточувальних верстатів. Особливості конструкції і основні вузли верстатів. Координатно-розточувальний верстат з ЧПК мод.2Д450Ф2.

Викінчувально-розточувальні верстати: компоновка і технологічні можливості. Особливості конструкції алмазно-розточувальних верстатів з точки зору компенсації температурних деформацій.

Методичні вказівки

Розглянути компоновки свердлильних верстатів. Звернути увагу на відмінності установчих рухів у вертикально-свердлильних та радіально-свердлильних верстатів. Вивчити конструктивні особливості, технологічні можливості вертикально-свердлильного верстата мод. 2Р135Ф2 та радіально-свердлильного мод. 2М55Ф2.

Вивчити компоновки та технологічні можливості розточувальних верстатів. З’ясувати особливості конструкції та рухи, що виконуються окремими вузлами горизонтально-розточувальних верстатів. З’ясувати особливості конструкції координатно-

розточувальних верстатів, що забезпечують високу точність обробки на них.

Питання для самоперевірки

1 За якими компоновками будують свердлильні верстати?

2 В чому полягає головна відмінність в роботі на вертикально-свердлильних верстатах від роботи на радіально-свердлильних верстатах?

3 Які рухи забезпечуються у вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Р135Ф2?

4 Які види обробки можна виконувати на горизонтально-розточувальному верстаті?

5 З якою метою використовується задній стояк у горизонтально-розточувальному верстаті?

6 Чим відрізняється обробка деталей на горизонтально-розточувальному верстаті малих розмірів від обробки на верстаті важкому?

7 За рахунок чого забезпечується висока точність обробки на координатно-розточувальному верстаті?

8. Яке призначення та за якими компонуваннями виконуються викінчувально-розточувальні верстаті?

2.16 Фрезерні верстати –4 (10) годин

Призначення і типи фрезерних верстатів. Схема сил, що діють на фрезерний верстат при фрезеруванні. Основні і допоміжні рухи на фрезерних верстатах. Компоновки фрезерних верстатів.

Консольно-фрезерні верстати. Широкоуніверсальний фрезерний верстат мод.6Д82Ш.

Універсальні ділильні головки. Настроювання ділильних головок на різні види ділення і фрезерування гвинтових канавок.

Особливості конструкції фрезерних верстатів з ЧПК. Безконсольний фрезерний верстат з ЧПК мод.МА655А.

Методичні вказівки

Розглянути компоновки фрезерних верстатів та пов’язані з ними можливості верстатів. Звернути увагу на конструктивні особливості та технологічні можливості універсальних фрезерних верстатів.

Вивчити принципи роботи ділильних головок та їх настройку на різні види робіт.

З'ясувати принципи побудови фрезерних верстатів з ЧПК та їх технологічні можливості.

Питання для самоперевірки

1 Чим відрізняється консольно-фрезерний верстат від безконсольного?

2 Які фрезерні верстати називають універсальними?

3 Як здійснюється просте ділення, диференціальне ділення на лімбовій ділильній головці?

4 Чим принципово відрізняється фрезерний верстат з ЧПК від подібного верстата з ручним керуванням?

2.17 Багатоцільові верстати – 8 (8) годин

Призначення багатоопераційних верстатів (БВ). Основні і допоміжні рухи в БВ. Особливості конструкції основних вузлів БВ.

Накопичувачі інструментів: револьверні головки, дискові і ланцюгові інструментальні магазини. Пристрої автоматичної заміни інструментів на БВ: пристрої без автооператора і з автооператором. Автоматичний пошук інструментів: кодування гнізд і інструментальних оправок.

Компоновки БВ, виконаних на базі фрезерних верстатів: призначення, технологічні можливості, компоновка. Основні вузли верстата.

Компоновки БВ, виконаних на базі верстатів розточувальної групи. Особливості конструкції основних вузлів цих верстатів.

Багатоопераційний верстат мод.2623ПМФ4.

Компоновки БВ, виконаних на базі токарних верстатів. Особливості конструкції основних вузлів цих верстатів. Багатофункціональні токарно-фрезерні верстати.

Багатоцільовий верстат мод. Super NTX.

Методичні вказівки

З'ясувати, які верстати віднесені до багатоцільових, область їх доцільного використання, компонування та конструктивні особливості. Розглянути типи накопичувачів інструментів. звернути увагу на способи кодування та пошуку інструментів в інструментальних накопичувачах. Розглянути особливості конструкції багатоцільових

верстатів різних типів та компонувань. Звернути увагу на БВ для обробки деталей типу тіл обертання.

Питання для самоперевірки

1. Які верстати відносять до класу багатоцільових?
2. За рахунок чого досягається ефективність застосування БВ?
3. Які типи накопичувачів інструментів використовуються в БВ?
4. Які способи кодування інструменту використовуються для автоматичного пошуку інструментів?
5. В яких випадках доцільно використовувати БВ токарного типу?

2.18 Верстати, що працюють абразивним інструментом – 8 (10) годин

Призначення і область застосування верстатів, які працюють абразивним інструментом. Класифікація шліфувальних верстатів. Круглошліфувальні верстати центрові. Основні і допоміжні рухи. Основні вузли круглошліфувальних верстатів. Круглошліфувальний верстат мод.3М151, шліфувальний верстат з ЧПК мод. 3М151Ф2.

Безцентрово-шліфувальні верстати. Основні і допоміжні рухи в безцентрово-шліфувальних верстатах. Способи базування і подачі деталі.

Внутрішньошліфувальні верстати. Основні і допоміжні рухи. Високошвидкісні шпиндельні головки і їх опори. Способи базування деталі в патроні і на башмаках. Внутрішньошліфувальний верстат мод.3В280.

Плоскошліфувальні верстати. Основні і допоміжні рухи. Пристосування, що застосовуються на плоскошліфувальних верстатах: магнітні столи і плити з постійними магнітами і електромагнітами.

Універсально-заточувальні верстати.

Призначення і принцип роботи різьбошліфувальних верстатів. Різьбошліфувальний верстат мод. 5822М.

Методичні вказівки

Звернути увагу на особливості шліфувальних верстатів, обумовлені специфікою різального інструменту, що використовується на даних верстатах. З’ясувати можливості простих та універсальних круглошліфувальних верстатів. Вивчити принцип роботи безцентрово-шліфувальних верстатів.

Розглянути особливості роботи внутрішньошліфувальних і плоскошліфувальних верстатів різних типів. Приділити увагу способам шліфування різьби на різьбошліфувальних верстатах та рухам, що здійснюються верстатами під час роботи.

Питання для самоперевірки

1 Чим відрізняється простий круглошліфувальний верстат від універсального?

2 Які рухи повинні забезпечуватися на круглошліфувальному верстаті для виконання шліфування на прохід? для виконання врізувального шліфування.

3 З якою метою використовуються безцентрово-шліфувальні верстат?

4 За рахунок чого забезпечується поздовжня подача заготовки в безцентрово-шліфувальних верстатах в шліфування на прохід?

5. Які рухи забезпечуються для шліфування виробів на внутрішньо шліфувальному верстаті?

6. Які основні компонування використовуються для побудови плоскошліфувальних верстатів?

7 Які способи шліфування різі використовуються в роботі на різьбошліфувальних верстатах? які рухи забезпечуються в тому чи іншому способі?

8. Які види робіт можна виконувати на різьбошліфувальному верстаті?

2.19 Агрегатні верстати – 4 (5) години

Призначення і область застосування агрегатних верстатів.

Типи агрегатних верстатів. Операції, що виконуються на агрегатних верстатах.

Компоновки агрегатних верстатів.

Нормалізовані вузли агрегатних верстатів: силові столи і головки, базові деталі.

Шпиндельні коробки і насадки.

Агрегатні верстати з ЧПК. Нормалізовані вузли агрегатних верстатів з ЧПК.

Методичні вказівки

З’ясувати сутність агрегатних верстатів. Вивчити компонування та основні нормалізовані вузли агрегатних верстатів. звернути на особливості нормалізованих вузлів агрегатних верстатів з ЧПК.

Питання для самоперевірки

1. Які переваги від застосування агрегатних верстатів?
2. Яке призначення нормалізованої шпиндельної коробки?
3. Які типи силових головок застосовуються в агрегатних верстатах?
4. Які відмінності агрегатного верстата з ЧПК та такого самого верстата традиційного типу?

2.20 Автоматичні лінії. – 5 (7) години

Автоматичні лінії (АЛ) верстатів. Класифікація АЛ. Структура і обладнання АЛ.

Роторні лінії. Роторно-конвеєрні лінії. Компоновка і склад роторних і роторно-конвеєрних лінії. Особливості конструкції робочого ротора.

Методичні вказівки

З’ясувати основні відмінності АЛ та ГВС, роторних і роторно-конвеєрних лінії. Розглянути класифікацію АЛ, компонування та особливості застосування роторних та роторно-конвеєрних ліній.

Питання для самоперевірки

1 В чому полягає принципова відмінність АЛ та ГВС?

2 На базі якого обладнання будуються АЛ?

3 В якому випадку доцільно використовувати роторні лінії з машинами з різним числом позицій?

4 В чому полягають особливості побудови роторно-конвеєрних ліній?

2.21 Гнучкі виробничі системи и – 6 (8) години

Склад верстатного модуля. Призначення і компонування. Вимоги до обладнання верстатного модуля.

Гнучкі виробничі системи. Призначення, принцип побудови і компонування. Транспортно-накопичувальні системи заготовок і деталей, автоматизовані транспортно-накопичувальні системи інструментів.

Методичні вказівки

Вивчити принципи побудови верстатних модулів та ГВС, їх цільове призначення та умови ефективного використання. Звернути увагу на транспортні потоки в ГВС, схеми обходу верстатів та особливості транспортно-накопичувальних систем.

Питання для самоперевірки

1 Які вимоги висуваються до верстатів, що вбудовуються до верстатного модуля?

2 Як здійснюється обробка деталей на ГВС?

3. В яких виробничих умовах доцільно використовувати гнучкі верстатні модулі? гнучкі виробничі системи?

4. Які види обладнання використовуються в ГВС?

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА ЇХ ТРИВАЛІСТЬ

2.2.1 Паспортизація токарно-гвинторізного верстата - 4 год.

2.2.2 Налаштування зубофрезерного верстата - 4 год.

2.2.3 Налаштування зуборізного верстата - 4 год.

2.2.4 Вивчення фрезерного верстата і налаштування ділильної головки - 4 год.

2.2.5 Налаштування токарно-револьверного автомата - 6 год.

2.2.6 Вертикально-свердлильний верстат з ЧПУ - 4 год.

2.2.7 Токарний роботизований комплекс - 4 год.

Методичні вказівки

Для підготовки до виконання лабораторних робіт слід користуватися методичними посібниками, а також відповідними розділами робочої програми.

4 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

Протягом 6 семестру студенти виконують розрахунково-графічну роботу. Завдання видається індивідуально студенту викладачем на початку семестру.

Студент повинен виконати і захистити розрахунково-графічну роботу до початку екзаменаційної сесії

Допуск студента до екзамену здійснюється після захисту РГР.

Самостійна робота –45 год.

5 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Метою курсового проекту є ознайомлення з конструкцією основних вузлів верстатів, напрацювання навичок визначення технічної характеристики, виконання інженерних розрахунків.

В курсовому проекті передбачається розробка конструкції основних вузлів верстатів: приводів головного руху і подач, шпиндельних вузлів, механізмів автоматичної заміни інструменту, столів, механізмів закріплення інструменту в шпинделі, револьверних головок.

В ході виконання курсового проєкту доцільно користуватися методичними рекомендаціями з курсового проєктування з дисципліни [21].

Обсяг курсового проекту складає 3-4 листів формату А1 графічної частини і пояснювальна записка 40-50 сторінок.

Самостійна робота – 45 год.

6 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

6.1 Вказівки з виконання та оформлення контрольних завдань.

Контрольні роботи з дисципліни “Металообробне обладнання ” виконується студентами заочної форми навчання в 6 та 7 в яких і вивчається дана дисципліна. Відповіді на контрольні питання мають бути повними та свідчити про поглиблене опрацювання студентом відповідного розділу курсу.

При оформленні контрольної роботи необхідно дотримуватися ДСТУ: ДСТУ 3008-95, СТП 15-11 ЗНТУ. Відповідно до вимог цих документів, контрольна робота повинна бути написана в рукописному вигляді на одній стороні стандартних аркушів паперу формату А4 (297 х 210).. Текст відповідей на питання контрольної роботи доцільно розділити на пункти, які повинні мати порядкові номери.

Відповіді на контрольні питання, в разі потреби, повинні супроводжуватися необхідними кресленнями, ескізами, схемами, описами і розрахунками. Наведені ілюстрації повинні бути чіткими і виконані в зручному для читання масштабі.

Всі наведені в контрольній роботі ілюстрації повинні бути пронумеровані арабськими цифрами в межах одного питання. Номер

ілюстрації повинен складатися з номера питання і номера рисунка, розділених крапкою.

В тексті контрольної роботи зазначаються посилання на довідники, підручники та інші матеріали використані для виконання роботи.

В ході виконання контрольної роботи слід використовувати літературні джерела, наведені в методичних вказівках та інтернет ресурсами.

Контрольна робота повинна бути зброшуровані в зошит з щільною обкладинкою і титульним аркушем, на якому в обов'язковому порядку повинен бути зазначений шифр (номер залікової книжки) студента. Усі аркуші контрольної роботи повинні бути пронумеровані, причому першим - титульний лист. За ним поміщають текст контрольних питань. В кінці роботи наводять перелік використаної літератури

Контрольне завдання 1 виконується у 6, а завдання 2 - в 7 семестрі. Контрольна робота повинна бути подана на перевірку викладачеві і, в разі відсутності зауважень, захищена студентом до початку екзаменаційної сесії. Номер варіанта завдання вибирається студентом відповідно до шифру його залікової книжки.

Таблиця 6.1 – Визначення варіанту контрольного завдання

Останні дві цифри залікової книжки	Номер варіанту
01...10, 31...40, 61...70, 91...100	01...10
11...21, 41...50, 71...80,	11...20
21...30, 51...60, 81...90	21...30

6.2 Контрольне завдання 1

Завдання 1 складається з двох питань. Питання вибираються за номером варіанту. Перше питання - з запропонованого переліку питань (п. 6.2.1), друге - з таблиці варіантів структури приводу (п. 6.2.2).

6.2.1. Питання 1

1. Привід головного руху. Визначення вихідних даних для проектування верстата.

2. Безступінчасті приводи у верстатах. Типи електродвигунів, що використовуються в приводах головного руху верстатів. Розрахунок безступінчастого привода головного руху верстата.

3. Стандартні знаменники геометричних рядів, їх одержання і області застосування. Нормалізовані ряди чисел обертів і подач.

4. Методи утворення поверхонь при роботі на верстатах. Твірні і напрямні лінії. Формотворні рухи.

5. Технологічна надійність верстатів. Процеси, що знижують якість верстатів під час експлуатації.

6. Графо-аналітичний метод визначення передавальних відношень передач коробок швидкостей. Послідовність розрахунку.

7. Фізична модель формування відмови. Загальна модель формування параметричної відмови машини.

8. Коробки швидкостей з багатошвидкісними електродвигунами, особливості їх кінематичного розрахунку. Навести приклади побудови структурних сіток і картин чисел обертів.

9. Коробки швидкостей зі складеною структурою, особливості їх кінематичного розрахунку. Навести приклади структурних сіток і картин чисел обертів.

10. Тягові пристрої приводу подач. Конструкція і розрахунок передач гвинт-гайка кочення.

11. Кінематичні в`язі в верстатах. Кінематична структура. Принципи кінематичного налаштування.

12. Конструкції та матеріали шпинделів різних верстатів. Стандартні елементи шпинделів. Вплив положення приводного елементу шпиндельної передачі на деформацію шпинделя і реакцію в опорах.

13. Вимоги до опор шпинделів. Вибір типу опор. Спеціальні шпиндельні підшипники кочення, їх призначення, конструкція і способи створення попереднього натягу.

14. Передача гвинт-гайка кочення. Конструкції передач. Розрахунок довговічності передачі та визначення критичної частоти обертання..

15. Техніко-економічні показники роботи верстатів.

16. Гідродинамічні підшипники шпинделів, їх конструкція, матеріали та розрахунок.

17. Визначення тягових зусиль і крутних моментів в коробках подач.

18. Опори ковзання шпинделів, їх конструкція, матеріали та розрахунок.

19. Розрахунок шпинделя на жорсткість з урахуванням піддатливості опор.

20. Конструювання шпиндельних вузлів на опорах кочення: вибір конструктивного варіанту, точність, жорсткість, втрати на тертя, посадки підшипників.

21. Безступінчасті приводи у верстатах, їх типи, конструкції, переваги та недоліки.

22. Напрямні кочення, області їх застосування, конструкція і розрахунок.

23. Моделі втрати верстатом працездатності за параметром точності.

24. Напрямні металорізальних верстатів, вимоги до них. Напрямні ковзання, їх матеріали, конструкції, області застосування.

25. Методика розрахунку напрямних ковзання.

26. Станини металорізальних верстатів, їх конструкції, матеріали та методика розрахунків.

27. Гідростатичні підшипники шпинделів, їх конструкція, матеріали та розрахунок.

28. Передача ходовий гвинт-гайка ковзання: особливості, конструкція, матеріал і розрахунок.

29. Кінематична точність розробки кінематики верстатів.

30. Статична жорсткість верстатів, її вимір, види деформації, способи підвищення жорсткості вузлів і верстата з цілому.

6.2.2 Питання 2

За заданими параметрами побудувати структурну сітку, графік чисел обертів, визначити передавальні відносини передач, підібрати числа зубів коліс і діаметри шківів, визначити похибка отриманих частот обертання шпинделя.

Таблиця варіантів структури приводу

№	Структурна формула	φ	$n_д$, хв.$^{-1}$	$n_{шп}$, хв.$^{-1}$
1	$z=2_1\times2_2\times3_4$	1,26	1500	100
2	$z=2_2\times2_1\times3_3$	1,41	1500	63
3	$z=2_1\times2_5\times3_2$	1,41	1500	45
4	$z=2_2\times2_4\times3_3$	1,41	1500	31,5
5	$z=3_1\times2_3\times2_5(1+1\times1)$	1,26	1500	16
6	$z=3_1\times3_3\times2_9$	1,26	1500	31,5
7	$z=3_1\times2_6\times2_3(1+1\times1)$	1,26	1500	12,5
8	$z=2_2\times2_1\times2_4(1+1\times1)$	1,26	1500	50
9	$z=3_1\times2_3\times2_4$	1,58	1500	40
10	$z=3_2\times2_5\times2_6$	1,26	1500	40
11	$z=3_1\times2_4\times2_6$	1,41	1500	31,5
12	$z=3_2\times2_1\times2_6$	1,26	1500	10
13	$z=2_1\times3_2\times2_6(1+1\times1)$	1,26	1500	12,5
14	$z=2_2\times2_1\times2_4(1+1\times1)$	1,41	1500	16
15	$z=4_1\times2_4\times2_6$	1,26	1500	40
16	$z=2_3\times3_1\times2_6$	1,41	1500	45
17	$z=4_1\times2_8\times2_4$	1,26	1500	31,5
18	$z=2_1\times2_4\times2_2(1+1\times1)$	1,26	1500	50
19	$z=2_1\times3_2\times2_6\times2_9$	1,26	1500	16
20	$z=2_2\times2_1\times2_4$	1,58	1500	63
21	$z=3_1\times2_3\times2_6(1+1\times1)$	1,26	1500	10
22	$z=2_1\times3_2\times2_2$	1,41	1500	45
23	$z=2_2\times2_1\times2_4\times2_8$	1,26	1500	50
24	$z=3_1\times2_3\times2_4(1+1\times1)$	1,26	1500	16
25	$z=2_1\times2_2\times2_4(1+1\times1)$	1,26	1500	80
26	$z=2_1\times2_4\times2_2\times2_8$	1,26	1500	63
27	$z=2_1\times3_2\times2_6\times2_6$	1,26	1500	25
28	$z=4_1\times2_4(1+1\times1)$	1,26	1500	50
29	$z=2_4\times4_1(1+1\times1)$	1,26	1500	40
30	$z=3_1\times3_3(1+1\times1)$	1,26	1500	40

6.3 Контрольне завдання 2

Варіант 1

1. Описати призначення токарно-гвинторізного верстата мод.16К20, конструкцію і призначення основних вузлів. Скласти розгорнуте рівняння кінематичного балансу ланцюга подач для нарізування модульної різьби.

2. Вивчити і описати призначення, принцип роботи та кінематичну схему зубострогального верстата моделі 5236П. Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули і налаштувати верстат для нарізування конічного прямозубого колеса з числом зубів z = 44, m = 2 мм, b = 20 мм, кутом ділильного конуса 63°26'. Час обробки одного зуба 12 с.

Варіант 2

1. Класифікація автоматизованих верстатів за різними ознаками. Токарні кулачкові автомати, області їх застосування та різновиди систем управління.

2. Описати принцип роботи токарно-затилувального верстата. Дати схему рухів інструменту і заготовки при затилування дискових фрез. Вивчити і описати кінематичну схему токарно-затилувального верстата мод.1Б811. Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули настройки і підібрати змінні колеса гітар верстата для затилування мітчиків М 42 х 3 з чотирма прямими канавками.

Варіант 3

1. Верстатні модуля, їх призначення компонування та особливості застосування.

2. Вивчити кінематичну схему зубофрезерного верстата мод, 5К324А. Описати принцип роботи верстата. Дати схеми установки черв’ячної фрези для обробки циліндричних прямозубих і косозубих коліс.

Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули налаштування гітар та налагодити верстат для обробки однозаходною правою фрезою діаметром 70 мм циліндричного прямозубого колеса з числом зубів 36 і модулем 3 мм.

Варіант 4

1. Призначення та область застосування верстатів з ЧПК. Сутність числового способу завдання програми. Етапи підготовки програми для верстатів ЧПК.

2. Вивчити кінематичну схему зубодовбального верстата моделі 5140. Описати принцип його роботи, технологічні можливості і цикл рухів при обробці однієї шестерні. Скласти рівняння кінематичного балансу і вивести формули настройки гітар.

Налаштувати верстат для нарізування шестірні з числом зубів z=82, m=4 мм, b = 25 мм. Кількість зубів довбача 29.

Варіант 5

1. Призначення, типи та компонування багатоцільових верстатів. Пристрої автоматичної зміни інструменту.

2. Описати способи обробки зубів на зубошліфувальних верстатах. Дати схеми зубошліфування і вказати основні рухи. Налаштувати зубошліфувальний верстат моделі 5В833 для шліфування циліндричного прямозубого колеса з числом зубів 36, m=3 мм, b = 20 мм.

Варіант 6

1. Обробка заготовок на вертикальних напівавтоматах послідовної дії. Напівавтомат моделі 1К282, його призначення, компонування, принцип роботи, система управління автоматичним робочим циклом і її налаштування.

2. Описати призначення, принцип роботи та технологічні можливості токарно-затилувального верстата моделі 1Б811. Скласти розрахункові переміщення кінцевих ланок його кінематичних ланцюгів, вивести формули настройки гітар та налаштувати верстат для затилування черв'ячної однозахідної фрези діаметром 80 мм; m = 4 мм; z - 9. Кулачок однопрофільних.

Варіант 7

1. Одношпиндельні токарно-револьверні автомати. Токарно-револьверний автомат моделі 1Б140. Призначення, конструкція і принцип роботи автомата. Конструкція механізмів подачі і затиску прутка, повороту револьверної головки, час їх спрацьовування.

2. Вивчити і описати кінематичну схему зубошевінгувального верстата моделі 5714 (5702). Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули настройки гітар верстата і налаштувати верстат для

обробки циліндричного колеса з лівим нахилом зубів. Кількість зубів колеса 40, m = 2,75 мм, кут нахилу зубів 30° число зубів шевера 61, кут нахилу 10°, нахил зубів правий.

Варіант 8

1. Переналагоджувані автоматичні лінії, їх компонування, принципи роботи, області застосувань.

2. Описати способи шліфування зубів циліндричних зубчастих коліс. Описати кінематичну схему верстата моделі 5В833 і його технологічні можливості. Вивести формули настройки гітар верстата. Налаштувати верстат для шліфування циліндричного прямозубого колеса з числом зубів 46, m = 2 мм, m = 24 мм.

Варіант 9

1. Описати призначення і конструктивні особливості токарно-карусельного верстата моделі 1512Ф3. Визначити число частот обертання і найменшу частоту обертання планшайби за розгорнутим рівнянням кінематичного балансу.

2. Способи обробки різьб фрезеруванням. Описати призначення, принцип роботи та рівняння настройки різьбофрезерного верстата моделі 5М5Б62. Налаштувати верстат для фрезерування зовнішньої різьби М80х2 фрезою діаметром 80 мм з числом зубів 16.

Варіант 10

1. Циклові системи програмного управління, принципи роботи і характеристики вузлів.

2. Призначення і принцип роботи зубофрезерного верстата моделі 5Д32. Дати схеми нарізування зубів черв’ячних коліс методом радіальної і тангенціальної подач. Описати переваги і недоліки кожного з методів. Скласти рівняння кінематичного балансу ланцюгів верстата для нарізування черв’ячних коліс методом тангенціальної подачі, вивести формули настройки гітар і підібрати числа зубів змінних коліс цих гітар для нарізування черв’ячного колеса з числом зубів 35, m = 3 мм однозахідною фрезою діаметром 70 мм.

Варіант 11

1. Кроковий привід подач у верстатах з ЧПК. Принцип роботи системи кроковий двигун - гідравлічний підсилювач крутних моментів.

2. Призначення і технологічні можливості різьбошліфувального верстата моделі 5К822В. Описати кінематичну схему, скласти рівняння

кінематичного балансу ланцюгів верстата. Налаштувати верстат для шліфування однозахідного черв'яка діаметром 80 мм, m = 4 в нормальному перерізі.

Варіант 12

1. Слідкуючий привід подач у верстатах з ЧПК. Призначення і принцип роботи. Структура електромеханічного приводу подач з безступінчастим регулюванням.

2. Призначення і принцип роботи зуборізного верстата моделі 525. Цикл рухів при обробці одного зуба. Скласти розрахункові переміщення і вивести формули налаштування всіх гітар верстата. Налагодити верстат для нарізування конічної шестерні ортогональної передачі з числом зубів 24 та середнім нормальним модулем 3 мм. Кількість зубів сполученого колеса 48, діаметр зуборізної головки 200 мм, час робочого ходу колиски 20 с, кут повороту колиски $\theta = 30°$.

Варіант 13

1. Призначення, технологічні можливості горизонтальних багатошпиндельних автоматів. Автомат моделі 1Б240-6К, його кінематична схема, принцип роботи, конструкція основних вузлів.

2. Призначення і принцип роботи зубошліфувальні верстата моделі 5В833. Описати кінематичну схему, скласти рівняння кінематичного балансу і вивести формули налаштування гітар верстата. Налаштувати верстат для шліфування циліндричного прямозубого колеса з числом зубів 40, m=1,5 мм, b = 25 мм.

Варіант 14

1. Комплекс "Верстат з ЧПК - промисловий робот", його структуру, призначення, область застосування.

2. Призначення, принцип роботи і область застосування зубодовбального верстата моделі 5140. Основні руху та розрахункові переміщення кінцевих ланок при налаштуванні гітар верстата. Налаштувати верстат для нарізування зубчастого колеса з числом зубів 35, m = 3 мм, b = 24 мм; число зубів довбача 30.

Варіант 15

1. Описати призначення, принцип роботи та технологічні можливості токарного верстата з ЧПК моделі 16К20Ф3 (16К20Т1). Скласти рівняння настройки кінематичних ланцюгів верстата для

отримання n_{max} і n_{min}. Пояснити, як здійснюється зв'язок між шпинделем і ходовим гвинтом при нарізуванні різі.

2. Вивчити і описати кінематичну схему зубошевінгувального верстата моделі 5714 (5702). Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули настройки гітар верстата і налаштувати верстат для обробки циліндричного колеса з лівим нахилом зубів. Кількість зубів колеса 40, m = 2,75 мм, кут нахилу зубів 30° число зубів шевера 61, кут нахилу 10°, нахил зубів правий.

Варіант 16

1. Вивчити й описати кінематичну схему фрезерного верстата моделі 6Р13РФ3. Скласти рівняння кінематичного ланцюга, що забезпечує отримання найбільшої частоти обертання шпинделя. Визначити частоту обертання двигуна для швидких переміщень столу в поперечному напрямку.

2. Описати принцип роботи зубострогальних верстатів для обробки прямозубих конічних коліс. Дати ескізи виробляючих коліс. Записати розрахункові переміщення і вивести формули налаштування гітар верстата моделі 5236П.

Налаштувати верстат для нарізування конічної шестірні з числом зубів 40, m = 2,5 мм, b = 20 мм. Кількість зубів сполученого колеса 68, міжосьовий кут передачі 90°, час обробки одного зуба 16 с.

Варіант 17

1. Багатоцільові верстати. Накопичувачі інструментів багатоцільових верстатів. Пристрої автоматичної заміни інструментів.

2. Призначення і принцип роботи різьбошліфувального верстата моделі 5К822В. Скласти рівняння кінематичного балансу і вивести формули настройки гітар верстата. Налаштувати верстат для затилування черв'ячної модульної фрези з числом зубів 10, m = 3,5 мм, d = 75 мм.

Варіант 18

1. Роторні і роторно-конвеєрні автоматичні лінії. Призначення і принципи роботи. Конструкція робочого ротора роторної машини.

2. Кінематична схема верстата 5Д32. Скласти рівняння кінематичного балансу і вивести формули настройки гітар верстата для нарізування циліндричних косозубих коліс. Налаштувати верстат для

нарізування косозубого колеса з числом зубів 48, m = 2 мм,. β = 21°, нахил зубів лівий. Фреза однозахідна, права, діаметром 70 мм.

Варіант 19

1. Багатошпиндельні токарні напівавтомати, їх призначення, принципи роботи, особливості конструкцій та компонування. Порівняльний аналіз продуктивності напівавтоматів з вертикальним і горизонтальним компонуваннями.

2. Вивчити і описати призначення, принцип роботи та кінематичну схему зуборізного верстата моделі 526. Скласти рівняння кінематичного балансу і вивести формули налаштування гітар верстата для роботи методом обкату.

Налаштувати верстат для нарізування конічної шестірні ортогональної передачі з круговими зубами. Число зубів шестірні 20, середній нормальний модуль 3 мм, число зубів сполученого колеса 40, діаметр зуборізної головки 160 мм, час робочого ходу колиски 25 с, кут повороту колиски $\theta = 32°$.

Варіант 20

1. Адаптивні системи програмного керування верстатами.

2. Описати призначення та технологічні можливості зубодовбального верстата моделі 5140. Обґрунтувати розрахункові переміщення для налаштування гітар верстата і вказати фактори, що зумовлюють точність налаштування цих гітар.

Налаштувати верстат для нарізування циліндричної шестерні з числом зубів 45, m = 3 мм, b = 32 мм; число зубів довбача 36.

Варіант 21

1. Агрегатні верстати з ЧПК. Нормалізовані вузли агрегатних верстатів з ЧПК.

2. Вивчити кінематичну схему зубофрезерного верстата моделі 5К324А. Описати принцип роботи верстата. Дати схеми установки фрези для нарізування черв'ячних коліс. Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули налаштування гітар та налаштувати верстат на нарізування черв'ячного колеса з числом зубів 68, модулем 3 мм методом радіальної подачі однозахідною фрезою діаметром 70 мм.

Варіант 22

1. Автомати фасонно-відрізувальні і фасонно-поздовжнього точіння; їх призначення, компонування, схеми роботи і механізми управління.

2. Принцип роботи зуборізного верстата моделі 525. Цикл рухів при обробці одного зуба. Скласти рівняння кінематичного балансу ланцюгів верстата і вивести формули налаштування гітар для нарізування зубів способом обкату. Налаштувати верстат для обробки конічної шестірні ортогональної передачі з числом зубів 25 і середнім нормальним модулем 3 мм. Кількість зубів сполученого колеса 50, діаметр зуборізної головки 250 мм, час робочого ходу колиски 15с, кут повороту колиски $\theta = 28°$.

Варіант 23

1. Гнучкі роботизовані технологічні комплекси, їх призначення та компонування обладнання.

2. Описати кінематичну схему зубофрезерного верстата моделі 5К324А, методи нарізування черв'ячних коліс і область їх застосування, переваги та недоліки кожного з них. Налаштувати верстат для нарізування черв'ячного колеса з числом зубів 60, m = 3 мм методом радіальної подачі. Фреза однозахідна діаметром 80 мм.

Варіант 24

1. Гнучкі виробничі системи, їх призначення, склад, види обладнання і його функції, необхідні для ГВС. Види компонувань ГВС.

2. Принципи роботи токарно-затилувальних верстатів.

Вивчити кінематичну схему верстата моделі 1Б811. Описати особливості налаштування верстата для затилування дискових, циліндричних і черв'ячних фрез. Скласти рівняння кінематичного балансу ланцюгів для затилування циліндричних фрез зі спіральними стружковими канавками і вивести формули налаштування гітар верстата. Налаштувати верстат для затилування циліндричної фрези діаметром 100 мм з числом зубів 18; кут нахилу стружкових канавок 25°, напрямок гвинтових канавок лівий.

Варіант 25

1. Багатошпиндельні токарні напівавтомати, їх призначення та різновиди, принципи роботи та особливості конструкцій.

2. Описати принципи роботи та основні рухи верстатів для чистової обробки (викінчування) незагартованих зубчастих коліс. Налаштувати зубошевінгувальний верстат моделі 5714 (5702) для обробки косозубого циліндричного колеса з числом зубів 30, m = 3 мм, b = 24 мм, β = 25°, нахил зубів лівий. Кількість зубів шевера 73, кут нахилу зубів 10°, нахил зубів правий.

Варіант 26

1. Круглошліфувальні центрові верстати. Основні і допоміжні рухи. Основні вузли круглошліфувальних верстатів. Шліфувальні верстати з ЧПК. Круглошліфувальний верстат мод.3М151Ф2.

2. Вивчити кінематичну схему токарно-затилувального верстата моделі 1Б811. Скласти рівняння кінематичного балансу, вивести формули налаштування гітар та налаштувати верстат для затилування черв'ячної однозахідної фрези діаметром 75 мм; m = 3,5 мм; z = 10.

Варіант 27

1. Викінчувальні методи обробки зубчастих коліс. Структурна схема зубошліфувального верстата.

2. Призначення і принцип роботи зубострогального верстата моделі 5236П. Вивести формули налаштування гітар. Налаштувати верстат для нарізування конічної шестірні з числом зубів 30, m = 3 мм, b = 25 мм. Кількість зубів сполученого колеса 36, міжосьовий кут передачі 90°, час обробки одного зуба 16 с.

Варіант 28

1. Призначення, принципи роботи і конструкція вузлів радіально-свердлильних верстатів. Радіально-свердлильний верстат з ЧПК моделі 2554Ф2: призначення, технологічні можливості. Скласти розгорнуте рівняння кінематичного ланцюга головного руху, визначити конкретні значення частот обертання шпинделя.

2. Описати технологічні можливості зубофрезерного верстата моделі 5Д32. Вивести формулу налаштування гітар та налаштувати верстат для фрезерування косозубого колеса з числом зубів 50, m = 3 мм, β = 27°, нахил зубів правий. Фреза однозахідна, ліва, діаметром 80 мм.

Варіант 29

1. Призначення і принципи роботи швидкосвердлильного і різьбонарізного пристосувань автомата моделі 1Б240-6К. Вивести формули налаштування кінематичних ланцюгів цих пристосувань.

2. Охарактеризувати вплив точності підбору змінних шестірень різних гітар зубофрезерних верстатів на формоутворення зубчастих коліс. Налаштувати зубофрезерний верстат моделі 5К324А на обробку циліндричного косозубого колеса з числом зубів 45, m = 2 мм, β = 17°, нахил зубів лівий. Фреза однозахідна, ліва, діаметром 55 мм.

Варіант 30

1. Багатошпиндельні токарні автомати, їх компонування, принципи дії та області застосування.

2. Внутрішньошліфувальні верстати, їх призначення, принципи роботи, основні вузли. Дати схеми внутрішнього шліфування, вказати основні руху та їх розмірності.

Описати кінематичну схему верстата моделі 3К228А.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

7.1 Основна література

1. Обладнання для новітніх технологій [Текст]: навчальний посібник / В.В. Солоха, Л.Й. Івщенко, І.А. Бойко, В.Ю. Коцюба, В.Л. Карнаух. – Запоріжжя: ПАТ «Мотор Січ», 2020. – 210 с.

2. Кузнецов Ю. М. Верстати з ЧПК і верстатні комплекси [Текст] / Ю. М. Кузнєцов. — К. — Тернопіль: ООО «ЗМОК», 2001. – 298 с.

3. Кузнєцов Ю. М. Верстати-автомати та автоматичні лінії [Текст] / Ю. М. Кузнєцов. — К.: ТОВ «ЗМОК» — ПП «ГНОЗИС», 2001. — 198 с.

4. Бочков, В. М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів [Текст]: підручник / В.М. Бочков, Р. І. Сілін, О. В. Гаврильченко; за ред. Сіліна Р.І. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 448 с.

5. Шевченко О.В. Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв. Кінематичний аналіз металорізальних верстатів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Конструювання та дизайн машин» спец. 131 Прикладна механіка / О.В. Шевченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 253 с.

6. Верба І. І., Даниленко О. В. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Шпиндельні вузли на опорах кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 135 с. – URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38401

7.2 Додаткова література

7. Іскович-Лотоцький Р. Д. Обладнання автоматизованих виробництв. Частина 1. Верстати-автомати : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. Д. Манжілевський - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 92 с. – URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Iskovich_P1_2017_91.pdf

8. Крижанівський В.А. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Ч 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання: навч. посібн. / Ю. М. Кузнєцов, А.М. Кириченко та ін.; за заг. ред. проф. Ю.М. Кузнєцова–Кіровоград, 2003 – 422с.

9. Данильченко Ю.М., Кузнєцов Ю.М. Прецизійні шпиндельні вузли на опорах кочення (теорія і практика). – Тернопіль-Київ, Економічна думка, 2003 – 344 с.

10. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственних систем: Учебное пособие для студентов вузов.- К.: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.

7.3 Навчально-методична література

1. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” всіх форм навчання. Частина перша /Укл. В.В. Солоха. - Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2025. - 116 с.

2. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізація “Металорізальні верстати та системи” Частина друга /Укл. В.В. Солоха. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. - 146 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізації “Металорізальні верстати та системи”, “Обладнання та транспорт механообробних цехів” для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації “Технологія машинобудування” та «Металорізальні верстати та приводи» для студентів спеціальності 134 «Авіаційна та ракетнокосмічна техніка» за освітньою програмою «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок». Частина перша / Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: НУЗП, 2023. –50 с.

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” та “Обладнання автоматизованого виробництва та металорізальні верстати” для

студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” за освітньою програмою “Технологія машинобудування”. Частина друга /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2024. –70 с.

5. Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Металообробне обладнання” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання/Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. – с. 44

6. Методичні рекомендації з курсового проєктування з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання. /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: НУЗП, 2023. –100 с.

7. Методичні рекомендації з курсового проектування металорізальних верстатів і обладнання автоматизованих виробництв / А.А.Ніколаєв - Запоріжжя, ЗДТУ.