

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Східноукраїнського національного
університету імені Володимира Даля

проф. Поркуян О.В.

2018 р.



**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття наукового ступеня доктора філософії

Галузь знань

13 Механічна інженерія

Спеціальність

131 Прикладна механіка

Сєверодонецьк
2018

Програма розроблена авторським колективом у складі:

Соколов В.І. – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри машинобудування та прикладної механіки
СНУ ім. В. Даля



Харламов Ю.О. – доктор технічних наук, професор,
професор кафедри машинобудування та прикладної механіки
СНУ ім. В. Даля



Мицик А.В. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки
СНУ ім. В. Даля



Затверджена на засіданні кафедри машинобудування та прикладної механіки
(протокол № 7 від «21» березня 2018 року).



УХВАЛЕНО

Вченою радою факультету інженерії

Декан  доц. Кудрявцев С.О.

АНОТАЦІЯ

Програма складена відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, наказу МОН України від 13 жовтня 2017 року № 1378 «Умови прийому на навчання до закладів вищої освіти України в 2018 році», правил прийому до аспірантури Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Програму вступного фахового випробування за спеціальністю 131 – Прикладна механіка побудовано з урахуванням основних складових нормативних курсів, що вивчаються за навчальними програмами бакалавра та магістра.

ТЕОРІЯ РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Вступ

Місце та значення обробки різанням серед інших методів розмірного формоутворення деталей. Історичний досвід, тенденції та перспективи розвитку обробки матеріалів різанням як методу формування форм та розмірів деталі. Методичний та технічний аспекти, предмет теорії різання матеріалів та її зв'язок з фундаментальними та загальнотехнічними науками.

1.1. Головні поняття про процес різання

Переміщення робочої частини інструменту відносно заготовки. Визначення робочих поверхонь інструменту: передньої, головної та допоміжної задніх поверхонь. Геометричні параметри робочої частини інструменту. Поняття про базові поверхні та площини, відносно яких у просторі координуються робочі поверхні інструменту: поверхонь різання; площина різання; головна площина. Статичні та кінематичні параметри робочої частини інструменту, узагальнені визначення та математичні залежності між ними.

Види обробки різанням та їх класифікація по кінематичним ознакам. Вільне та невільне, прямокутне та косокутне, безперервне та перервне, нестационарне. Параметри режиму різання, геометричні параметри зрізаного шару.

Поняття про систему різання та вихідні параметри.

1.2. Фізичні основи процесу різання

Схема процесу стружкоутворення. Характеристики пластичних деформацій металу при різанні. Управління стружкоутворенням, стружкозавиванням в автоматизованому виробництві.

Контактні процеси при різанні. Види контактної взаємодії між інструментальним та оброблювальним матеріалом. Особливості тертя в умовах контактування поверхонь, явища адгезії чи дифузії. Застійні явища та контактні (вторинні) деформації. Взаємозв'язок напружено-деформованого стану та контактних процесів з нагрівом в зоні обробки.

Наростоутворення при різанні. Умови існування та закономірності зміни застійної зони та параметрів наросту у залежності від різних факторів.

1.3. Динаміка процесу різання

Система сил в процесі різання. Теоретичні та експериментальні методи визначення сил різання та її складових. Аналіз роботи різання. Розрахункові залежності для складових сили різання. Вплив умов обробки на складові сили різання. Розрахунок потужності різання.

Коливання в процесі різання. Аналіз причин виникнення коливань при різанні. Вимушені коливання, автоколивання і вплив на їх інтенсивність різноманітних факторів процесу різання. Методи гасіння коливань при різанні.

1.4. Теплові явища при різанні

Теплообмін при різанні. Схема руху теплових потоків. Температурні поля в зоні різання, в різальному клині інструменту та на його контактних поверхнях. Численні методи розрахунку нестационарних теплових полів. Теоретичні та експериментальні методи визначення температурних полів. Вплив умов обробки на зміну температурних полів в різальному інструменті. Особливості теплових явищ та температурних полів при різних видах обробки. Вплив теплових явищ на формування поверхневого шару деталі, точність обробки і працездатність різального інструменту. Управління тепловими джерелами та температурою при різанні.

1.5. Формування при обробці різанням поверхневого шару деталей машин

Фізична природа утворення поверхневого шару деталі, вплив умов різання на структуру, наклеп, остаточні напруження, зміни хімічного складу, фазові перетворення. Управління параметрами фізико-хімічного складу поверхневого шару деталі в процесі обробки у зв'язку з вимогами експлуатації.

1.6. Працездатність різального інструменту

Працездатний стан інструменту, його оцінка. Види відказів.

Умови виникнення різних відказів. Фізична природа зносу. Зміна величини зносу та швидкості зношування в часі при різних умовах різання. Період стійкості інструменту. Математичні моделі періоду стійкості інструменту та призначення періоду стійкості у виробництві. Випадковий характер стійкості та закони її розподілу.

Міцність інструменту. Механізм крихкого та пластичного руйнування, інструментального матеріалу, схеми напруженого стану, визначення нормальних та тангенційних напружень. Методи розрахунку міцності різального клину при статичному та динамічному навантаженні. Термоміцність.

Надійність інструменту та її показники. Методи підвищення надійності інструменту. Призначення оптимальних геометричних параметрів інструменту. Форма передньої поверхні, яка забезпечує стружку сприятливу для відводу із зони різання та її безпечне транспортування.

Діагностування стану інструменту. Принципи діагностування.

1.7. Використання мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ

Мастильна, охолоджуюча та миюча дія. Дія поверхневоактивних речовин. Методи вводу технологічних середовищ в зону різання. Групи сучасних технологічних середовищ. Вибір оптимального технологічного середовища як фактор підвищення ефективності процесів обробки різанням.

1.8. Особливості обробки різанням різних матеріалів

Поняття оброблюваності різанням. Головні показники оброблюваності. Особливості обробки важкооброблюваних металів та сплавів, а також неметалічних та композиційних матеріалів. Шляхи поліпшення оброблюваності різанням.

1.9. Оптимізація процесу різання

Постановка задачі оптимізації. Математична модель оптимізації.

Критерії оптимальності та технологічні обмеження. Особливості оптимізації в умовах автоматизованого виробництва. Використання ПК. Багатокритеріальна оптимізація.

Наближений розв'язок задачі оптимізації режиму різання з використанням нормативів.

Автоматичне управління процесом різання. Фізичні та технологічні передумови адаптивного управління процесом різання. Особливості використання ПК для задач управління процесом різання в ГВС.

1.10. Теорія процесів абразивної обробки

Геометричні та кінематичні особливості процесів абразивної обробки. Різальна властивість абразивного інструменту. Елементи режиму різання. Сили різання, теплові явища. Потужність. Критерії оцінки ефективності процесів абразивної обробки.

Зношування абразивного інструменту. Методи абразивної обробки: шліфування, хонінгування, суперфінішування, доводка.

Прогресивні процеси абразивної обробки: глибинне та швидкісне шліфування, процеси з накладенням ультразвукових коливань та ін.

1.11. Експериментальні методи вивчення процесів різання

Способи вимірювання сил різання, температур, закономірностей стружкоутворення, властивостей поверхневого шару. Методичні основи постановки експериментальних досліджень.

Криві зношування інструментів. Виведення формули головної залежності «Швидкість різання – стійкість інструменту». Залежність стійкості інструменту від режимів різання.

Графічна та графоаналітична обробка протокольних записів. Виведення окремих та загальних математичних залежностей. Методи математичної статистики в задачах різання.

1.12. Управління процесом різання

Управління процесом різання та станом інструменту на основі аналізу функціональних параметрів процесу з використанням ПК.

Головні напрями розвитку та діагностики процесу різання. Аналіз процесу різання як джерела інформації про його головні параметри.

Технічні засоби для управління процесом: електричні, акустичні, електромагнетичні, оптичні, оптоелектричні та ін. Алгоритмічне та програмне забезпечення систем управління та діагностики. Сучасні комплексні багатопараметричні системи.

МЕТАЛОРИЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

2.1. Загальна частина

2.1.1. Роль та значення різальних інструментів в машинобудуванні. Визначення, призначення та класифікація різальних інструментів. Значення різального інструменту як головного виконавчого органу машини, який забезпечує внутрішні зв'язки процесу обробки матеріалів різанням. Розвиток та сучасний стан інструментальної промисловості та виробництва різальних інструментів, їх значення для розв'язку головних задач розвитку машинобудування та металообробки.

2.1.2. Вимоги до різальних інструментів, які забезпечують високу продуктивність, точність та якість оброблених деталей. Додаткові вимоги до інструментів для верстатів з ЧПУ та призначених для роботи в умовах автоматизованих виробництв (ГАВ). Стандартизація та нормалізація різальних інструментів, їх значення для централізованого виготовлення інструментів. Якісні показники різального інструменту та технічні вимоги, встановлені стандартами.

2.1.3. Матеріали, які використовуються для різальних інструментів. Значення інструментальних матеріалів в підвищенні різальних властивостей та працездатності інструментів.

Матеріали, які використовуються для робочої частини інструментів, їх експлуатаційні та технологічні властивості. Використання сталі, твердих сплавів, мінералокераміки, надтвердих різальних матеріалів (НТМ), абразивні матеріали та алмази.

2.1.4. Головні принципи побудови конструкції різальних інструментів.

Службове призначення інструменту. Інструменти універсального, напівуніверсального та спеціального призначення. Головні частини інструменту – робоча та кріпильна, їх геометричні та конструктивні елементи, інструменти складених та збірних конструкцій.

2.2. *Інструменти загального призначення*

2.2.1. Абразивні та алмазні інструменти

Види абразивних, алмазних та композиційних інструментів, їх використання та ефективність. Кінематика процесу обробки. Шліфувальні круги; способи та інструменти для правки абразивних, алмазних та ельборових кругів; балансування кругів; техніка безпеки при роботі з кругами. Позначення кругів. Перспективи розвитку інструментів.

2.2.2. Різці

Типи та призначення різців. Головні положення по їх конструюванню. Конструктивне виконання різальної частини (головки). Геометричні параметри. Заходи поліпшення формування та відводу стружки.

Різці фасонні, їх типи, призначення, галузі використання, конструктивне оформлення та габаритні розміри. Визначення розмірів (корекційний розрахунок) профілю різця. Передні та задні кути їх зміна по довжині різальної частини; заходи по їх поліпшенню.

2.2.3. Протяжки

Принцип роботи протяжок, їх визначення, призначення та види, галузі та економічна ефективність їх використання. Схеми різання та формоутворення, їх особливості та використання в типових конструкціях протяжок та в утворенні поверхні деталі. Визначення загальних конструктивних розмірів різальної частини протяжок.

Калібруюча частина протяжки, її призначення, форма та розміри. Умови забезпечення потрібних розмірів та якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів.

Розрахунок протяжок: розміщення стружки, міцності, довжини, точності, взаємозв'язок та взаємовплив конструктивних та розрахункових

елементів; комплект протяжок; питання оптимізації конструкції та вибір конструктивних елементів з використанням ПК.

Протяжки зовнішні, їх використання. Схеми різання та формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їх кріплення та регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, в тому числі з багатогранними пластинами з твердого сплаву.

2.2.4. Фрези

Визначення, призначення та типи фрез. Кінематика процесу фрезерування. Конструктивні елементи фрез: форми зуба та впадини, геометричних параметрів, посадочного отвору, зовнішнього діаметру. Фрези збірної конструкції.

Фрези фасонні, їх призначення. Фрези затиловані, форма задньої поверхні, методи та напрями затилування. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Корекційний розрахунок профілю фрез з позитивним переднім кутом. Фрези фасонні гострозаточені, їх переваги, конструкції, геометрія різальних крайок. Розрахунок профілю.

2.2.5. Інструменти для обробки отворів

Свердла спіральні (гвинтові) – конструкція, геометрія різальних крайок, методи поліпшення конструктивних, геометричних та експлуатаційних параметрів. Конструктивні особливості окремих видів свердел: свердла твердосплавні, для глибокого свердлування, для кільцевого свердлування, свердла алмазні. Елементи автоматизації проектуванні свердел.

Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри. Розгортки, їх типи, використання, конструктивні особливості. Різальна та калібруюча частини, їх призначення та визначення конструктивних розмірів, геометричні параметри.

Розточні різці, пластини, блоки, головки, їх конструкція, методи кріплення та регулювання, геометричні параметри. Різці для тонкої розточки з різальною частиною з НТМ.

2.2.6. Інструменти для утворення різьб

Різьбові різці та гребінки, їх конструкція.

Метчики, їх види та призначення, умови роботи та елементи конструкції. Особливості конструкції метчиків різних типів: гайкових; машинних; машиноручних; плашечних; маточних; безканавочних; комплектних; твердосплавних. Розподіл роботи різання та розрахунок розмірів різьб комплектних метчиків. Метчики збірної конструкції. Удосконалення конструкцій метчиків.

Круглі плашки, їх конструкція. Різьбові фрези, їх типи. Різьбонарізні головки, призначення, типи, ефективність використання.

Різьбонакатні інструменти, їх призначення, переваги і ефективність використання. Конструкція різьбонакатних плашок та роликів. Конструкція різьбонакатних головок.

2.2.7. Інструменти для обробки зубів циліндричних коліс.

Загальні питання проектування зуборізних інструментів. Типи зуборізних інструментів, їх використання та ефективність. Вихідний контур колеса та інструментальної рейки. Робоча частина профілю зубів колеса, перехідні криві біля основи зубів та їх залежність від конструкції інструменту, інструменти, які працюють по методу копіювання. Інструменти, які працюють по методу огинання. Головні принципи роботи обкатних інструментів, їх переваги, недоліки, ефективність, якість отриманих деталей. Види обкатних зуборізних інструментів та їх використання.

Гребінки зубостругальні, їх типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри. Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Конструкція фрез та визначення конструктивних параметрів – діаметру, довжини, числа та розмірів зубів, напрям канавок, геометричні параметри та форма задніх поверхонь зубів та ін. Методи профілювання. Збірні конструкції фрез, їх ефективність. Шляхи вдосконалення конструкцій черв'ячних фрез. Черв'ячні фрези для черв'ячних коліс, особливості їх роботи, конструкція та визначення конструктивних параметрів. Чистові

черв'ячні фрези – шевери, їх використання та конструкція. Однозубі фрези – літучки. Зуборізні довбачі, принцип роботи, типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів, геометричні параметри. Розрахунок довбачів для визначеної пари зубчатих коліс та універсального призначення.

Шевери, їх типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установки та головні кінематичні співвідношення. Конструкція дискового шевера. Перевірний розрахунок шеверів по умовам їх роботи. Шевери дрібномодульні.

2.2.8. Інструменти для утворення зубів конічних коліс

Плоске та плоско-вершинне колесо, як геометрична основа формоутворення зубів конічного колеса, інструмент та метод обробки, інструменти для нарізання прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Фрези та зуборізні головки, їх конструкція, галузь використання та переваги. Кругові протяжки, суть методу, галузь використання. Зуборізні головки для нарізання коліс з круговими зубами, суть методу та способи нарізання зубів. Конструкція головок.

2.2.9. Обкатні інструменти для деталей неевольвентного профілю

Принцип роботи та види інструментів. Типи деталей, оброблюваних обкатними інструментами. Кінематика робочих процесів обробки. Умови формоутворення поверхні методом огинання та можливості обробки деталей. Головні положення визначення профілю різальної кромки інструменту. Черв'ячні фрези для деталей прямолінійного профілю (черв'ячні шліцьові фрези). Способи визначення профілю зубів фрези – графічні, графоаналітичні, аналітичні та ін. Визначення вихідних даних для проектування. Поняття про конструкцію та розрахунок профілю черв'ячних фрез для деталей фасонного профілю, довбачів для обробки деталей прямолінійного та фасонного профілів, обкатних різцях.

2.2.10. Дискові інструменти для обробки дискових поверхонь деталей

Види гвинтових поверхонь та умови їх оброблюваності дисковими інструментами. Фрези та шліфувальні круги. Методи профілювання дискового інструменту для обробки гвинтових поверхонь.

Використання ПК для оптимізації конструкції та визначення розмірів профілю інструментів.

2.2.11. Особливості інструментальних систем (забезпечення) для автоматизованого машинобудування

Структура та схема інструментального забезпечення відповідно заданої точності та якості обробки деталей, підвищення економічної швидкості різання та зниження простоїв обладнання через випадкові відкази інструменту. Швидкозмінні інструменти, які налагоджують на розмір зовні верстату. Додаткові вимоги до них. Типові конструкції та їх аналіз.

Методи збільшення стійкості інструменту та підвищення точності утворюваних поверхонь деталі. Механізм автоматичної заміни інструменту та підналадки його робочої частини на розмір. Автоматизація заміни зношених ділянок різальної кромки. Приклади конструктивних рішень та їх ефективність.

Пристрої, для отримання інформації про робочий стан, зношування та поломки інструменту.

Проблема формування стружки та відводу її з робочої зони й від верстату.

Головні види допоміжного оснащення для інструменту насадного, кінцевого та призматичного типів.

Підсистема інструментального забезпечення ГАВ, її назва, структура та організація. Задачі САПР інструментів для ГАВ.

2.2.12. Питання раціональної експлуатації різальних інструментів

Головні вимоги до різальних інструментів при їх експлуатації. Підготовка інструменту до роботи, налагодження на розмір інструментів спеціального призначення. Нагляд за роботою інструменту, станом його

працездатності. Заходи по підвищенню працездатності в процесі їх експлуатації, перестановок, заміни робочої ділянки різальної кромки, доводка, покриття та ін. Відновлення працездатності затупленого інструменту – заточування та доводка. Додаткові роботи при експлуатації інструменту в умовах ГАВ – автоматизація заміни робочих елементів та інструменту в цілому.

Неполадки при експлуатації різальних інструментів та методи їх уникнення.

2.2.13. Загальні положення використання САПР та ПК при проектуванні різальних інструментів

Склад та структура САПР в інструментальному виробництві. Головні цілі – створення оптимального варіанту конструкції різальних інструментів та прискорення їх проектування. Головні задачі, що розв'язуються методом САПР при проектуванні та розрахунку різальних інструментів. Головні положення створення алгоритму для розрахунку різальних інструментів. Функціональні зв'язки конструктивних параметрів з врахуванням їх впливу на умови роботи інструментів в залежності від них. Типові задачі.

МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА ВЕРСТАТНІ КОМПЛЕКСИ

3.1. Загальні відомості про верстати, промислові роботи та верстатні комплекси

3.1.1. Перспективи розвитку верстатобудування

Види диференціації до концентрації операцій. Нові технології та прагнення до ресурсозберігаючих технологій. Агрегатно-модульний принцип – основа конструювання верстатів, роботів та верстатних комплексів. Від прецизійних до ультрапрецизійних верстатів. Комплексна автоматизація та роботизація виробництва. Автоматизація проектування верстатів та верстатних комплексів.

3.1.2. Техніко-економічні показники верстатів та верстатних комплексів

Ефективність. Продуктивність. Надійність. Гнучкість. Точність.

3.1.3. Загальні відомості про систему верстата

Металорізальний верстат, як машина технологічного призначення. Головні поняття та визначення. Верстатна система – сукупність підсистем: підсистема обробки, підсистема маніпулювання, підсистема управління, підсистема контролю. Функціональні характеристики та типаж верстатів, розмірні ряди та головні параметри. Класифікація верстатів по різних ознакам. Вплив, кваліфікаційних параметрів на конструкцію.

3.1.4. Формоутворення поверхонь на верстатах

Класифікація поверхонь деталей. Процес утворення поверхонь. Методи утворення твірних ліній. Узагальнена модель утворення лінійчатих поверхонь. Класифікація рухів у верстатах. Кінематична група та її склад.

3.1.5. Кінематика верстатів

Кінематична структура верстатів та їх класифікація.

Способи з'єднання кінематичних груп при загальній виконавчій ланці.

Додавання рухів в універсальних верстатах та верстатах з ЧПК. Системи для реалізації підсумованих рухів у верстатах. Диференціація рухів у верстатах та системи, які їх реалізують. Прості та диференціальні ланцюги верстату.

Кінематичне налагоджування верстатів. Принципи кінематичного налагоджування, рівняння кінематичного балансу. Способи зміни передавальних відношень кінематичних зв'язків у верстатах з ЧПК. Системи для реалізації кінематичних зв'язків у верстатах з ЧПК. Кінематична структура універсального верстату та його налагоджування.

3.1.6. Кінематичні, конструктивні особливості верстатів та їх наладка.

Обладнання для отримання заготовок. Верстати для обробки тіл обертання. Верстати для обробки отворів. Верстати для абразивної обробки.

Зуборізьбооброблювальні верстати. Верстати для обробки корпусних деталей: фрезерні, агрегатні, багатоопераційні.

3.1.7. Загальні відомості про роботи та роботизовані комплекси.

Промисловий робот – принцип дії та характеристики. Класифікація промислових робіт та маніпуляторів. Склад та структура РТК, роботизовано лінії в механообробці.

3.1.8. Загальні відомості та передумови створення автоматичних верстатних комплексів

Головні поняття та визначення. Різновиди верстатних комплексів та їх класифікація. Верстатні модулі. Гнучкі верстатні системи. Автоматизовані ділянки.

3.1.9. Автоматичні лінії

Призначення та область використання. Класифікація автоматичних ліній. Автоматичні лінії з типового обладнання. Автоматичні лінії з агрегатних верстатів. Автоматичні лінії з спеціального обладнання. Роторні автоматичні лінії. Переналагоджуємі автоматичні лінії.

3.2. *Конструювання, розрахунок та дослідження верстатів та верстатних комплексів*

3.2.1. Загальні принципи проектування верстатів та верстатних комплексів

Етапи процесу створення верстату та роль прогнозування. Стадії розробки проектної документації. Етапи проектування. Проектна процедура. Зв'язок конструювання з різними областями знань. Методи конструювання.

3.2.2. Системний підхід до створення верстата, як технічної системи

Діалектика технічних систем на прикладі верстатів. Системо-техніка та моделі складних систем. Принцип оптимального проектування. Методи пошуку нових технічних розв'язків при проектуванні верстатних систем та їх елементів: системні; асоціативні; алгоритмічні; функціонально-ціннісний аналіз. Критерії оцінки проектних рішень. Вибір оптимального рішення.

3.2.3. Основи компонок верстатів та верстатних комплексів

Структура компоновки: аналіз структури компонок верстатів та верстатних комплексів; структурні формули – засоби позначення та аналізу компонок; кількісний аналіз структури компонок. Модульний принцип компоновки. Аналіз множин та попередній відбір компонок. Математичні властивості структурних формул компонок. Компоновочні фактори та характеристики якості компонок верстатів: характеристики якості компонок; робоче поле компоновки; характеристики робочого поля компоновки; компоновочні фактори якості та їх кількісні вирази. Загальні питання вибору та оптимізації компонок. Розробка концепції та принципи компоновки ГВС.

3.2.4. Принципи побудови та компоновка однопозиційних верстатів

Вибір принципової схеми та типу верстату. Загальні принципи побудови однопозиційних верстатів. Особливості побудови однопозиційних токарних верстатів з ЧПК. Особливості побудови свердлильних, розточних та фрезерних верстатів з ЧПК. Особливості побудови різьбооброблюючих та зубооброблюючих верстатів з ЧПК. Особливості побудови шліфувальних верстатів з ЧПК. Особливості побудови самоприспособлюючих верстатів (з адаптивним управлінням).

3.2.5. Теоретичні основи проектування багатопозиційних верстатів дискретного типу

Технологічні передумови для створення багатопозиційних верстатів. Теорія агрегування. Структура багатопозиційних верстатів. Оптимізація структурних варіантів багатопозиційних верстатів. Алгоритмізація процесу функціонування верстатів.

3.2.6. Принцип побудови та компоновка багатоопераційних та багатопозиційних верстатів з ЧПК.

Особливості побудови багатоопераційних верстатів для плоских та корпусних деталей. Особливості побудови багатоопераційних верстатів для тіл обертання. Принципи побудови та розрахунок числа позицій

багатопозиційних верстатів з ЧПК. Компоновка двошпindelних токарних автоматів з ЧПК. Особливості побудови та компоновка багатошпindelних токарних автоматів з ЧПК.

3.2.7. Принцип побудови автоматичних ліній

Продуктивність та надійність автоматичних ліній. Принципи побудови, метод розрахунку та аналізу продуктивності автоматичних ліній. Особливості побудови автоматичних ліній послідовної дії. Особливості побудови автоматичних ліній паралельної дії. Особливості побудови автоматичних ліній послідовно-паралельної дії. Формування загальної сукупності варіантів побудови автоматичних ліній. Розрахунок числа ділянок автоматичної лінії. Ємкість міжопераційних накопичувачів. Принципи побудови роторних та роторно-конвеєрних автоматичних ліній.

3.2.8. Теоретичні основи проектування гнучких виробничих систем

Прогресивна організація технологічного процесу, як основа вибору структурних варіантів верстатних комплексів. Критерії оптимізації організаційно-виробничих структур ГВС. Методи моделювання ГВС. Вибір оптимальних структур та головного складу обладнання ГВС. Гнучкі виробничі модулі. Особливості побудови ГВС для виготовлення деталей типу тіл обертання. Особливості побудови ГВС для виготовлення корпусних деталей.

3.2.9. Основи художнього конструювання верстатів

Виробництво та естетика промислового середовища. Ергономіка верстатів. Художньо-конструкторський аналіз. Гармонізація форми верстату. Дизайн в промисловому верстатобудуванні.

3.2.10. Вибір технічних характеристик верстата

Обґрунтування та розробка технічних характеристик верстата. Технологічна характеристика. Розмірна характеристика. Кінематична характеристика. Силова характеристика. Баланс потужності. Динамічна характеристика.

3.2.11. Проектування приводу головного руху верстатів

Вибір структури та типу приводу верстату. Перерозподіл навантажень в приводі. Вибір параметрів асинхронного короткозамкнутого нерегульованого приводу головного руху. Вибір регульованого двигуна постійного струму для приводу головного руху. Кінематика та структура приводу зі ступінчатою зміною швидкості. Графоаналітичний метод кінематичного розрахунку приводів зі ступінчатим регулюванням, розрахунок числа зубів коліс. Кінематичні структури з багатошвидкісним електродвигуном. Методика розробки кінематики зі складеною та змінною структурами. Проектування кінематичної структури зі зв'язаними колесами. Розрахунки приводу з комбінованим регулюванням частот. Рекомендації по проектуванню коробок швидкостей.

3.2.12. Конструювання та розрахунок шпindelних вузлів

Головні проектні критерії конструкції шпindelних вузлів та особливості їх проектування. Опори шпindelів. Розрахунок шпindelного вузла на опорах кочення. Розрахунок шпindelного вузла з гідростатичними та гідродинамічними опорами. Особливості конструювання та розрахунку шпindelних вузлів на аеростатичних опорах. Конструювання та розрахунок планшайб та люнетів.

3.2.13. Проектування приводу подач та допоміжних рухів верстата

Головні проектні критерії. Структура приводу подач та допоміжних рухів. Головні залежності для розрахунку приводу. Вибір параметрів асинхронного приводу подач. Вибір регульованого двигуна постійного струму для приводу подач та допоміжних рухів. Рекомендації по проектуванню приводів подач. Конструювання та розрахунок тягових механізмів та пристрою приводів подач. Передача гвинт-гайка кочення та їх розрахунок. Приводи мікропереміщень.

3.2.14. Конструювання та розрахунок базових деталей та направляючих

Призначення та конструктивні форми базових деталей. Розрахунок базових деталей. Конструкції направляючих. Розрахунок направляючих ковзання. Розрахунок направляючих кочення. Розрахунок гідростатичних та гідродинамічних направляючих.

3.2.15. Введення в динаміку верстатів

Показники динамічної якості верстата як елемент технологічної системи механічної обробки.

Замкнута динамічна система верстата та її моделювання.

Складання диференціальних рівнянь динаміки пружної динамічної системи верстату та їх дослідження. Вимушені коливання в верстатах. Автоколивальні процеси в замкнутій динамічній системі верстату. Конструктивні методи підвищення стійкості системи верстату та їх реалізація. Управління стійкістю замкнутої динамічної системи верстата. Динаміка електромеханічного приводу подач. Розрахунок динамічних характеристик шпиндельних вузлів. Динаміка механізмів допоміжних рухів.

Експериментальні методи дослідження динамічних характеристик верстатів. Визначення частотних характеристик верстата. Виміри перехідних процесів у верстатах.

3.2.16. Основи проектування механізмів допоміжних рухів у верстатах

Типові механізми та пристрої допоміжних рухів. Характеристики швидкодії механізмів допоміжних рухів. Розрахунок точності кінцевих положень органів при холостому ході. Конструювання механізмів автоматичної подачі прутка. Загальні принципи конструювання механізмів автоматичного затиску заготовок, інструментів та робочих органів. Конструювання та головні характеристики затискних патронів. Конструювання та головні характеристики приводів затиску. Розрахунок характеристик затиску та методи їх стабілізації. Принципи створення самоналагоджувальних, швидкопереналагоджувальних, широкодіапазонних

та багатофункціональних затискних механізмів. Конструювання та особливості розрахунку механізмів автоматичного затиску робочих органів. Конструювання та розрахунок механізмів періодичного повороту робочих органів. Конструювання та розрахунок механізмів фіксації робочих органів. Запобіжні механізми верстатів. Механізми врізання та виводу різального інструменту. Схеми зміни інструменту на верстатах з ЧПК. Механізми та пристрої для автоматичної зміни різального інструменту. Типи інструментальних систем. Кодування інструментального оснащення на верстатах з ЧПК.

3.2.17. Дослідження та випробування верстатів

Головні види випробування верстатів, норми точності та жорсткості. Виділення головних факторів. Ідентифікація статичних і динамічних об'єктів. Натурний та машинний експеримент. Етапи експериментального дослідження. Активні та пасивні методи експериментальних досліджень, методики випробувань верстатів різного призначення.

3.2.18. Експлуатація та ремонт верстатів та верстатних комплексів

Правила експлуатації верстатів. Особливості експлуатації автоматичних ліній та верстатних комплексів. Організація ремонту. Зношування, способи викриття дефектів та оновлення деталей. Модернізація верстатів. Методика техніко-економічної оцінки верстатів та верстатних комплексів.

3.3. *Конструювання та розрахунок промислових роботів та маніпуляторів*

3.3.1. Особливості конструкцій, кінематика та характеристики промислових роботів

Загальна характеристика роботів. Промислові роботи агрегатно-модульного типу. Кінематичні схеми маніпуляторів та методики їх проектування. Кінематичний аналіз та головні показники рухових можливостей. Динаміка маніпуляторів. Робочі органи промислових роботів та їх розрахунок. Точність позиціонування промислових роботів. Транспортно-накопичувальні пристрої та системи ГВС.

3.3.2. Конструювання та розрахунок пристроїв автоматичного маніпулювання

Конструювання та розрахунок пристроїв автоматичне зміни заготовок. Конструювання та розрахунок пристроїв автоматичної зміни інструменту. Конструювання та розрахунок пристроїв автоматичної зміни робочих органів (столів, планшайб, шпindelних вузлів, багатошпindelних головок). Конструювання та розрахунок механізмів та пристроїв автоматичної зміни захватних органів промислових роботів та маніпуляторів. Конструювання та розрахунок пристроїв автоматичної зміни затискних патронів та їх елементів.

3.3.3. Приводи промислових роботів

Класифікація приводів. Пневматичний привід та його розрахунок. Гідролічний привід та його розрахунок. Електромеханічний привід та його розрахунок. Зрівняльні характеристики приводів.

3.3.4. Налагодження, випробування та експлуатація роботів та РТК

Налагодження роботів. Налагодження РТК. Випробування промислових роботів. Надійність промислових роботів та РТК.

3.3.5. Перспективи розвитку промислових роботів та РТК

Технологічні та багатофункціональні роботи. Адаптивні роботи. Роботи з штучним інтелектом. Економічна ефективність використання промислових роботів та РТК.

3.4. Керування верстатами, промисловими роботами та верстатними комплексами

3.4.1. Загальні принципи вибору та розробки системи керування верстатом

Загальні принципи побудови пристрою керування. Пристрої циклового програмного керування. Пристрої з ЧПК: принципи побудови пристроїв з ЧПК, системи автоматизованого програмування, особливості проектування пристроїв ЧПК для головних типів верстатів. Синтез позиційних пристроїв ЧПК. Синтез контурних пристроїв ЧПУ. Системи керування регульованими приводами в верстатах з ЧПК.

3.4.2. Оперативні пристрої ЧПК

Функціональні можливості. Системи команд оперативних пристроїв з ЧПК, структура пам'яті. Програмне забезпечення системне та прикладне. Засоби налагодження та редагування керуючих програм. Особливості налагоджування верстатів з оперативними пристроями ЧПК.

3.4.3. Пристрої керування роботами

Класифікація пристроїв управління. Циклові пристрої управління

Пристрої числового програмного керування. Групове керування роботами. Мікропроцесорні пристрої керування. Програмування промислових роботів.

3.4.4. Керування верстатними комплексами

Ієрархічна структура системи керування та її функції. Комплекси технічних засобів систем керування. Програмне забезпечення систем керування верстатними комплексами.

3.4.5. Діагностика технічної системи верстата

Методи діагностики. Прогнозування втрат працездатного стану верстата та верстатного комплексу. Методи підвищення надійності верстатів з ЧПК, промислових роботів та верстатних комплексів. Контрольно-вимірвальне обладнання ГВС. Проблема ефективності та перспективи розвитку верстатів з ЧПК і ГВС.

3.5. Автоматизація проектування верстатів

3.5.1. Роль та місце обчислювальної техніки в процесі проектування

Блочно-ієрархічний підхід до проектування. Структура та параметри проектованого об'єкту.

3.5.2. Загальні відомості про САПР верстатів

Принципи створення САПР. Ціль створення САПР. Склад САПР. Головні принципи побудови САПР. Стадії створення САПР.

3.5.3. Оптимізація технічних рішень в САПР

Допустимі проектні рішення. Проектні критерії умови функції. Структура та параметрична оптимізація. Постановка задачі оптимізації.

Лінійне програмування в задачах оптимізації верстатних систем. Оптимізація верстатів та механізмів методом нелінійного програмування. Оптимізація верстатів та верстатних систем методом динамічного програмування.

3.5.4. Ідеологія та можливості САПР

Схема процесу автоматизованого проектування. Програмне забезпечення САПР. Специфіка інформаційного забезпечення САПР. Приклади автоматизованого конструювання верстатів та верстатних вузлів. Задачі та моделі конструкторського проектування верстатів. Автоматизація пошукового конструювання верстатів. Характеристика сучасних САПР верстатів та верстатних комплексів. Ефективність та перспективи розвитку САПР верстатів.

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

4.1. Загальні відомості про автоматичне керування технологічними системами

Поняття про автоматичне керування технологічними системами. Блок-схема системи автоматичного керування (САК). Класифікація САК. Функціональна схема САК.

4.2. Математичний опис лінійних САК

Розподіл САК на ланки. Структурна схема САК. Вузол. Суматор. Рівняння ланок системи. Лінеаризація. Використання операторів при математичному описі систем. Перетворення Лапласа. Властивості перетворення Лапласа. Передатна функція.

4.3. Перехідні та частотні характеристики САК

Типові впливи та перехідні характеристики. Передатна функція. Перехідний процес. Знаходження перехідної функції. Частотні характеристики. Амплітудна частотна характеристика. Фазова частотна характеристика. Амплітудно-фазова частотна характеристика. Логарифмічні частотні характеристики.

4.4. Типові ланки САК

Типові ланки САК. Пропорційна ланка. Інерційна ланка першого порядку. Коливальна ланка другого порядку. Ідеальна інтегруюча ланка. Ідеальна диференційна ланка. Ланка з постійним запізнюванням.

4.5. Перетворення структурних схем САК

Передатна функція ланцюжка послідовно та паралельно з'єднаних ланок. Передатна функція ланки, що охоплена зворотнім зв'язком. Перенос суматора через ланку. Перенос вузла через ланку. Перенос суматора назад через вузол (перенос вузла вперед через суматор). Перенос суматора вперед через вузол (перенос вузла назад через суматор). Формула Мейсона. Побудова частотних характеристик системи по частотним характеристикам ланок.

4.6. Стійкість лінійних САК

Поняття про стійкість. Критерій стійкості Рауса-Гурвіца. Зв'язок стійкості з коренями характеристичного рівняння. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Оцінка стійкості по логарифмічним частотним характеристикам. Запас стійкості по фазі, по амплітуді. Області стійкості САУ. Визначення стійкості систем із запізнюванням.

4.7. Якість регулювання САК

Показники якості перехідних процесів. Час перехідного процесу, перерегулювання, смуга пропускання. Кореневі критерії якості перехідних процесів. Діаграма Вишнеградського. Інтегральні критерії якості перехідних процесів.

4.8. Корекція динамічних властивостей САК

Корегування динамічних властивостей САК. Закони управління та регулятори. Корекція САК П-регулятором. Корекція САК ПД-регулятором. Корекція САК ПІ-регулятором. Корекція САК ПІД-регулятором.

4.9. Нелінійні САК

Ланка з зоною насичення. Ланка з зоною нечутливості. Ланка з «мертвим» ходом. Ідеальне двохпозиційне реле. Двохпозиційне реле з зоною нечутливості. Ідеальне трьохпозиційне реле. Трьохпозиційне реле з зонами нечутливості. Методи аналізу нелінійних САК. Метод гармонічної лінеаризації.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Теорія різання

1. *Абразивная и алмазная обработка материалов: справочник* / Под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
2. *Армарего Дж.А. Обработка металлов резанием* / Дж.А. Армарего, Р.Х. Браун; пер. с англ. В.А. Пластунова. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
3. *Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент: учебник* / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. – М.: Машиностроение, 1976. – 400 с.
4. *Байкалов А.К. Введение в теорию шлифования материалов* / А.К. Байкалов. – К.: Наукова думка, 1978. – 207 с.
5. *Бобров В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов* / В.Ф. Бобров. – М.: Машгиз, 1962. – 152 с.
6. *Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов: учебник* / В.Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
7. *Васин С.А. Резание металлов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: учебн. для техн. вузов* / С.А. Васин, А.С. Верещака, В.С. Кушнер. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 448 с.
8. *Верещака А.С. Резание материалов: учебник* / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. – М.: Высш. шк., 2009. – 535 с.
9. *Вульф А.М. Резание металлов* / А.М. Вульф. – М.: Машиностроение, 1973. – 496 с.

10. *Грабченко А.И.* 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования: учебн. пособие / А.И. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.А. Федорович. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.
11. *Грановский Г.И.* Резание металлов : учебник / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. школа, 1985. – 304 с.
12. *Жарков И.Г.* Вибрации при обработке лезвийным инструментом / И.Г. Жарков. – Л.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
13. *Залого В.А.* Расчет режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании: учебн. пособие / В.А. Залого. – К.: ИСДО, 1994. – 168 с.
14. *Зорев Н.Н.* Вопросы механики процесса резания металлов / Н.Н. Зорев. – М.: Машгиз, 1956. – 368 с.
15. *Инструменты из сверхтвердых материалов* / [Н.В. Новиков и др.]; под общ. ред. Н.В. Новикова. – М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.
16. *Клушин М.И.* Резание металлов / М.И. Клушин. – М.: Машгиз, 1958. – 453 с.
17. *Кумабэ Д.* Вибрационное резание / Д. Кумабэ; пер. с яп. С.Л. Масленникова; под ред. И.И. Портнова, В.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
18. *Макаров А.Д.* Оптимизация процессов резания / А.Д. Макаров. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
19. *Маслов Е.Н.* Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.
20. *Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента* / Под ред. В.Н. Бакуля. – М. : Машиностроение, 1975. – 296 с.
21. *Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений]* / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др.; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.

22. *Остафьев В.А.* Физические основы процесса резания металлов / В.А. Остафьев. – К.: Вища школа, 1976. – 240 с.
23. *Островский В.И.* Теоретические основы процесса шлифования / В.И. Островский. – Л.: Ленингр. ун-т, 1981. – 144 с.
24. *Панкин А.В.* Обработка металлов резанием / А.В. Панкин. – М.: Машгиз, 1962. – 520 с.
25. *Подураев В.Н.* Обработка резанием жаропрочных и нержавеющей материалов / В.Н. Подураев. – М.: Высшая школа, 1965. – 518 с.
26. *Подураев В.Н.* Резание труднообрабатываемых материалов / В.Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1974. – 615 с.
27. *Развитие науки о резании металлов* / [Коллектив авторов]; под. ред. Н.Н. Зорева. – М.: Машиностроение, 1967. – 416 с.
28. *Резников А.Н., Резников Л.А.* Тепловые процессы в технологических системах / А.Н. Резников, Л.А. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
29. *Резников А.Н.* Теплофизика процессов механической обработки материалов / А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 278 с.
30. *Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні* / Підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Грабченко А.І., Верезуб М.В., Внуков Ю.М. та ін.]; за ред. А.І. Грабченка. – Житомир : ЖДТУ, 2011. – 507 с.
31. *Розенберг Ю.А.* Резание материалов : учебник [для студ. техн. вузов] / Ю.А. Розенберг. – Курган: ОАО «Полиграфический комбинат», Зауралье, 2007. – 294 с.
32. *Старков В.К.* Физика и оптимизация резания материалов / Старков В.К. – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.
33. *Талантов Н.В.* Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента / Н.В. Талантов. – М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.

34. *Ящерицын П.И.* Теория резания: учебник / П.И. Ящерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Мн.: Новое знание, 2006. – 512 с.

Металорізальний інструмент

1. *Алексеев Г.А.* Конструирование инструмента / Г.А. Алексеев, В.А. Аршинов, Р.М. Кричевская. – М.: Машиностроение, 1979. – 383 с.

2. *Бакуль В.Н.* Основы проектирования и технологии изготовления абразивного и алмазного инструмента. / В.Н. Бакуль. – М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.

3. *Баранчиков В.И.* Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / [В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, А.И. Садыхов // Под общ. ред. В.И. Баранчикова]. – М.: Машиностроение, 1990. – 440 с.

4. *Барсов А.И.* Технология изготовления режущего инструмента / [А.И. Барсов, А.В. Иванов, К.И. Кладова и др.]. – М.: Машиностроение, 1972. – 136 с.

5. *Гапонкин В.А.* Обработка резанием, металлорежущие инструменты и станки. / Гапонкин В.А. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

6. *Геллер С.А.* Инструментальные стали. 2-е. изд.: Справочник / С.А. Геллер. – М.: Металлургия, 1986. – 568 с.

7. *Гжиров Р.И.* Инструментальные системы автоматизированного производства / [Р.И. Гжиров, В.А. Гречишников, В.Т. Логашев и др.]. – Санкт-Петербург: Политехника, 1993. – 399 с.

8. *Грановский Г.И.* Фасонные резцы / Г.И. Грановский, К.П. Панченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 309 с.

9. *Дибнер Л.Г.* Заточные автоматы и полуавтоматы. / Л.Г. Дибнер, Э.Е. Цофин. – М.: Машиностроение, 1978. – 277 с.

10. *Жигалко Н.И.* Проектирование и производство режущих инструментов / Н.И. Жигалко, О.В. Киселев. – Минск: Вышэйшая шк., 1969. – 278 с.

11. *Иноземцев Г.Г.* Проектирование металлорежущих инструментов / Г.Г. Иноземцев. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
12. *Кащук В.А.* Справочник заточника: Справочник/ Д.А. Мелехин, Б.П. Бармин. – М.: Машиностроение, 1982. – 232 с.
13. *Кирсанов Г.Н.* Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов / Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
14. *Ковальчук Ю.М.* Основы проектирования технологии изготовления абразивного и алмазного инструмента / Ю.М. Ковальчук. – М.: Машиностроение, 1984. – 285 с.
15. *Лашнев С.И.* Расчет и конструирование металлорежущих инструментов с применением ЭВМ / С.И. Лашнев, М.И. Юликов. – М.: Машиностроение, 1975. – 392 с.
16. *Лещинер Я.А.* Лезвийные инструменты из сверхтвердых материалов / Я.А. Лещинер. – К.: Техника, 1981. – 118 с.
17. Маргулис Д.К. Протяжки для обработки отверстий / [Д.К. Маргулис, М.И. Тверской, В.Н. Ашихмин и др.]. – М.: Машиностроение, 1966. – 240 с.
18. *Ординарцев И.А.* Справочник инструментальщика: Справочник / [И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко, А.В. Онишко, А.К. Сергеев / Под общ. ред. И.А. Ординарцева]. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
19. *Палей М.М.* Технология шлифования и заточки режущего инструмента / М.М. Палей, Л.Г. Дибнер, М.Д. Фрид. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
20. *Палей М.М.* Технология производства металлорежущего инструмента / М.М. Палей. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
21. *Панкратов Ю.М.* САПР режущих инструментов: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 336 с.

22. *Панов А.А.* Обработка металлов резанием. Справочник технолога : справочник / [А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.] // Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
23. *Попов С.А.* Заточка и доводка режущего инструмента / С.А. Попов. – М: Высшая школа, 1981. – 159 с.
24. *Проектування зуборізних інструментів з використанням системи КОМПАС: навчальний посібник / О.С. Кроль, Т.О. Шумакова, В.І. Соколов.* – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2013. – 144 с.
25. *Равська Н.С.* Різальний інструмент: Лабораторний практикум/ [Н.С. Равська, П.Р. Родін, П.П. Мельничук, В.І. Солодкий та ін.]. – Житомир, «ЖІТІ», 2002. – 298 с.
26. *Равська Н.С.* Технологія інструментального виробництва / [Н.С. Равська, П.П. Мельничук, А.Г. Касьянов, Р.П. Родін]. – Житомир: Житомирський інженерно-технологічний інститут, 2001, – 555 с.
27. *Родин П.Р.* Основы проектирования режущих инструментов / П.Р. Родин. – К.: Вища шк, 1990. – 422 с.
28. *Родин П.Р.* Металлорежущие инструменты. 3-е изд. / П.Р. Родин. – К.: Вища шк., 1986. – 454 с.
29. *Родин П.Р.* Основы формообразования поверхностей: Лабораторный практикум / [П.Р. Родин, Н.С. Равская, С.П. Радзевич, В.И. Солодкий]. – К.: НТУУ «КПИ». – 196 с.
30. *Родин П.Р.* Технология изготовления зуборезного инструмента / П.Р. Родин, В.И. Климов, С.Б. Якубсон. – К.: Техніка, 1982. – 208 с.
31. *Романов В.Ф.* Расчет зуборезных инструментов / В.Ф. Романов. – М.: Машиностроение, 1969. – 251 с.
32. *Самойлов В.С.* Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник / В.С. Самойлов – М.: Машиностроение, 1988. – 367 с.
33. *Семенченко И.И.* Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М.: Машгиз, 1962. – 952 с.

34. *Таратинов О.В.* Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ: учеб. пособ. для вузов/ О.В. Таратинов О.В. Таратинова, Ю.П. Тарамыкина. – М.: Высш. шк., 1991. – 423 с.

35. *Филиппов Г.В.* Режущий инструмент / Г.В. Филиппов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 392 с.

36. *Шагалова З.Ю.* Конструювання різального інструменту / З.Ю. Шагалова, Н.Г. Сиротенко. – К.: Вища шк., 1970. – 268 с.

37. *Щеголев А.В.* Конструирование протяжек / А.В. Щеголев. – М.: Машгиз, 1960. – 352 с.

Металорізальні верстати та верстатні комплекси

1. *Аверьянов О.Н.* Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.

2. *Волчкевич Л.Н., Кузнецов М.М., Усов Б.А.* Автоматы и автоматические линии. Учеб. пособие в 2-х частях. – М.: – Высшая школа, 1979. – 336 с.

3. *Гибкие производственные комплексы* / Под ред. П.Н. Беянина, В.А. Лещенко / М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.

4. *Детали и механизмы металлорежущих станков* под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972 – т.1, т.2.

5. *Кедров С.С.* Колебания металлорежущих станков / С.С. Кедров. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.

6. *Кочергин А.И.* Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1991. – 382 с.

7. *Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Кириченко А.М.* та ін. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Ч 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003 – 422 с.

8. *Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І.* Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – 388 с.
9. *Кудинов В.А.* Динамика станков / В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.
10. *Кузнецов Ю.Н.* Станки с ЧПУ: Учебн. пособие. – К.: Вища школа, 1991. – 278 с.
11. *Кузнецов Ю.М.* Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Ч. 2. – К. – Тернопіль, ТОВ «ЗМОК» – ПП «Гнезіс», 2001. – 298 с.
12. *Кузнецов Ю.М.* Компоновки верстатів з механізмами паралельної структури / Ю.М. Кузнецов, Д.О. Дмитрієв, Г.Ю. Діневич. – Херсон: ПП Вишемирський, 2009. – 456 с.
13. *Кузнецов Ю.Н., Срибный Л.Н.* Повышение эффективности токарных автоматов. – К.: Техника, 1989.
14. *Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов* под ред. В.Э. Пуша – М.: Машиностроение, 1985 – 576 с.
15. *Металлорежущие станки и автоматы* / Под. ред. А.С. Проникова. М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
16. *Металлообрабатывающие системы машиностроительных производств.* / Под ред. Г.Г. Земскова и О.В. Тарганова. – М.: Высшая школа, 1988. – 464 с.
17. *Орликов М.Л., Кузнецов Ю.Н.* Проектирование зажимных механизмов автоматизированных станков. – М.: Машиностроение, 1977.
18. *Орликов М.Л.,* Механизмы вспомогательных движений автоматизированных станков. – К.: Техніка, 1985.
19. *Орликов М.Л.* Динамика станков: Учеб. пособие для вузов.-2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Выща школа, 1989. – 272 с.
20. *Программное управление станками /Учебник/.* Под ред. З.Л. Сосонкина. М.: Машиностроение, 1981. – 398 с.

21. *Проектирование* металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник в 3-х томах / Под.ред. А.С. Пронилова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1995.
22. *Решетов Д.Н., Портман В.Т.* Точность металлорежущих станков – М.: Машиностроение, 1986 – 336 с.
23. *Спыну Г.А.* Роботы с искусственным интеллектом. – К.: Техніка, 1989. – 110 с.
24. *Спыну Г.А.* Промышленные роботы. Конструирование и применение. Учебное пособие. Киев, Высшая школа, 1991. – 311 с.
25. *Струтинський В.Б.* Математичне моделювання процесів та систем механіки. – Житомир: ЖДТІ, 2001. – 612 с.
26. *Струтинський В.Б., Мельничук П.П.* Математичне моделювання металорізальних верстатів. – Житомир: ЖДТІ, 2002. – 544 с.
27. *Эксплуатация* многоцелевых станков / Федоренко И.Г., Шур И.С, Давыгора В.Н. и др. Под ред. В.А. Федорца. – К.: – Техніка, 1980.

Теорія автоматичного керування технологічними системами

1. *Юревич Е.И.* Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. – 416 с.
2. *Бесекерский В.А., Попов Е.А.* Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 2003. – 768 с.
3. *Ким Д.П.* Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.
4. *Ким Д.П.* Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464 с.
5. *Поляков К.Ю.* Теория автоматического управления для «чайников». – Санкт-Петербург, 2008. – 80 с.
6. *Юревич Е.И.* Теория автоматического управления. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Під час комплексного фахового випробування дозволяється використання допоміжного матеріалу (довідників).

Оцінювання фахового вступного випробування

Максимальна сума балів – 100.

Шкала оцінювання загальних результатів комплексного фахового випробування буде такою:

Загальна кількість балів	Традиційна оцінка	Числовий еквівалент оцінки
95 – 100 балів	відмінно	5 (A)
85 – 94 балів	добре	4,5 (B)
75 – 84 балів		4 (C)
65 – 74 балів	задовільно	3,5 (D)
60 – 64 балів		3 (E)
менше 60 балів	не зараховано	2 (FX)

Потім оцінка «FX» переводиться у підсумок «не зараховано», усі інші – «зараховано».

При оцінці знань за основу слід брати повноту та правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Характеристика відповіді	Оцінка
<p><i>Вступник:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – досконало володіє теоретичним навчальним матеріалом для ґрунтовної відповіді на поставлені питання; – глибоко і повно оволодів понятійним апаратом, вільно та аргументовано висловлює власні думки; – демонструє культуру спеціальної мови і використовує сучасну технологічну термінологію, цілісно, системно, у логічній послідовності дає відповідь на поставлені запитання; – творчо використовує знання для розв'язання практичних завдань. 	<p>Відмінно</p> <p>5 (A)</p>

Характеристика відповіді	Оцінка
<p><i>Вступник:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – володіє теоретичним навчальним матеріалом для відповіді на поставлені питання; – здатний застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження певних тверджень; – грамотно викладає відповідь, але зміст і форма відповіді мають окремі неточності, припускає 2-3 непринципові помилки, які вміє виправити, добираючи при цьому аргументи для підтвердження певних дій. 	<p>Добре 4 (B, C)</p>
<p><i>Вступник:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – частково володіє навчальним матеріалом, здатний логічно відтворити значну його частину; – виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, але викладає його неповно, непослідовно, припускається неточностей у визначеннях понять, у застосуванні знань для вирішення практичних задач, не вміє доказово обґрунтувати свої думки; – завдання виконує, але припускає методологічні помилки. 	<p>Задовільно 3 (D, E)</p>
<p><i>Вступник:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – має розрізнені безсистемні знання; – володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його безладно, уривчастими реченнями; – припускає помилки у визначенні термінів, які приводять до викривлення їх змісту; – припускає принципові помилки при вирішенні практичних завдань; <p>не відповідає або дає неповні, неправильні відповіді на основні та додаткові питання.</p>	<p>Незадовільно 2 (FX)</p>