

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для самостійної роботи з вивчення дисципліни

**«Теоретичні основи технології виготовлення деталей та
складання машин»**

для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми **«Технології машинобудування»**
галузі знань «Механічна інженерія»
всіх форм навчання

Методичні рекомендації для самостійної роботи з вивчення дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / Укл. Н.В. Гончар – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 34 с.

Укладач: Н.В. Гончар, доцент каф. ТМБ, к.т.н.

Рецензент: О.Б. Козлова, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск С.І. Дядя, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри ТМБ
протокол № 1
від 06.08.2024 р.

Рекомендовано до видання НМК
машинобудівного факультету
протокол № 1
від 27.08.2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Мета і завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі	5
1.1 Мета вивчення дисципліни	5
1.2 Завдання вивчення дисципліни	5
1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких є необхідним для вивчення дисципліни	6
2 Робоча програма дисципліни	7
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення	7
2.2 Перелік лабораторних занять та їх тривалість.....	21
2.3 Перелік практичних робіт та їх тривалість.....	21
2.4 Контрольні питання	23
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	28
4 Рекомендована література	32
4.1 Основна література	32
4.2 Додаткова література	32
4.3 Навчально-методична література	33
4.4 Інформаційні ресурси	34

ВСТУП

Дисципліна «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» необхідна для вдосконалення знань щодо досягнення точності та якості виробів за допомогою стабільності та сталості процесів механічної обробки окремих деталей та складання виробів, що забезпечується ретельним проектуванням відповідних технологічних процесів та розробкою технологічної документації, за яку технолог несе повну відповідальність. Це забезпечує якісну підготовку фахівця за спеціальністю «Технології машинобудування».

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, катастрофічно не дає можливості у необхідному обсязі викласти передбачений навчальний матеріал. Тому добра частина робочої навчальної програми дисципліни може не викладатися на аудиторних заняттях, що передбачає її самостійне вивчення. До того ж, і той матеріал, що викладається в аудиторії, теж повинен бути закріплений шляхом самостійної роботи студента.

Мета методичних рекомендацій полягає в наступному:

- ознайомити студентів з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тою частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- навести необхідну навчальну літературу по кожній тематиці дисципліни;
- надати методичні вказівки та контрольні питання для самоперевірки знань;
- ознайомити студентів з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах сучасної системи організації навчального процесу.

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета вивчення дисципліни

Мета викладання дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» – підготувати фахівця для проектування ефективних технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей, складальних одиниць і виробів, використання прогресивних методів обробки, високопродуктивного технологічного обладнання та техніко-економічного обґрунтування прийнятих технічних рішень. Ця нормативна дисципліна є профілюючою, викладається після вивчення загальноосвітніх дисциплін і є обов'язковою при підготовці фахівців спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування».

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Знання, які студенти отримують при вивченні цієї дисципліни використовуються для виконання розрахунково-графічних завдань (РГЗ), курсового та, в подальшому, магістерської роботи. Також ці базові знання студенти-випускники використовують для майбутньої роботи на підприємствах машинобудівної галузі.

Навчальні заняття курсу складаються з лекцій, практичних, лабораторних і контрольних робіт. На лекціях викладається основний зміст курсу. При виконанні РГЗ та курсового проекту, а для заочної форми навчання і контрольних робіт, студенти закріплюють теоретичні знання, виконуючи загальні та індивідуальні завдання.

Успішне засвоєння матеріалів даної дисципліни студентами сприяє покращенню підготовки спеціалістів та скороченню строків їх адаптації на виробництві.

Головним завданням вивчення цієї дисципліни є отримання студентами знань і умінь (навиків) технологічного проектування процесів виготовлення типових деталей машин.

Викладання цієї дисципліни забезпечує знання:

- основних понять та означень технології машинобудування;
- впливу конструктивно-технологічних факторів на точність і якість виготовлення деталей;

- методів механічної обробки і методів досягнення потрібної точності і якості виготовляємих виробів;
- методики проектування технології механічної обробки заготовок;
- методики призначення припусків і розрахунку технологічних розмірів;
- методики розробки схем настройок різальних інструментів,
- призначення режимів різання та норм часу;
- оформлення технологічної документації тощо.

Вивчення цієї дисципліни виробляє уміння:

- розробки маршрутної та операційної технології обробки заготовок;
- вибору способу отримання заготовки та його економічне обґрунтування;
- призначення оптимальних умов і режимів механічної обробки;
- технічне нормування операцій;
- розробки і ведення технологічної документації;
- розрахунку та оцінки техніко-економічних показників варіантів операцій або технологічних процесів у цілому, враховуючи вимоги охорони та безпеки праці, екологічні норми.

Свої знання студенти повинні вільно висловлювати як у письмовій, так і в усній формі.

1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких є необхідним для вивчення дисципліни

Для успішного вивчення цієї дисципліни студенти повинні отримати знання наступних фундаментальних та загальноінженерних дисциплін: вища математика; фізика; інженерна графіка та нарисна геометрія; хімія; теоретична механіка; опір матеріалів; матеріалознавство; деталі машин; теорія різання; різальний інструмент; взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання; металорізальні верстати; технологічні методи виробництва заготовок деталей машин; основи систем автоматизації технологічних процесів; економіка та організація виробництва; проектування дільниць і цехів; технологічні основи машинобудування; охорона праці та техніка безпеки.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Кількість годин на лекційні, лабораторні, практичні заняття, на самостійну роботу студента при вивченні кожної теми надано у розділі 3 в таблиці 3.1.

2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення

2.1.1 Вступ. Основні поняття та визначення

Предмет, цілі, задачі та зміст дисципліни, бюджет навчального часу, звітність. Поняття виробничого процесу. Поняття технологічного процесу (ТП) і його структури. Визначення поняття «операція» в неавтоматизованому і автоматизованому виробництві. Проектування ТП. ТП – як процес і як комплект документів. Технологічна документація.

Типи виробництва і їх особливості на прикладах реальних машинобудівних підприємств нашого міста. Вплив типу виробництва на окремі етапи проектування ТП.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми необхідно повторити інформацію щодо структури ПП та «дерева» ТП, основних етапів ТП, на зміст та послідовність технологічної документації ТП механічної обробки; щодо видів і типів виробництва, їх основних характеристик, приблизного та точного методів визначення типу виробництва, коефіцієнту закріплення операцій для конкретної деталі тощо.

Питання для самоперевірки

1. Які етапи розвитку пройшло машинобудування.
2. В чому полягає сутність технології машинобудування.
3. Що таке технологічний процес в машинобудуванні.
4. Структура технологічного процесу.
5. Визначення терміну «операція».
6. Класифікація виробничих процесів.
7. Що таке такт випуску деталей/заготовок, наведіть формулу.
8. Поняття та формула визначення запускової партії деталей.

2.1.2 Технологічність конструкції деталі

Визначення технологічності конструкції деталі. Ознаки техно-

логічності конструкції деталі. Якісні та кількісні критерії технологічності. Показники технологічності. Технологічність виконання окремих конструктивних елементів деталей машин. Всебічний аналіз технологічності конструкції деталі.

Методичні вказівки

Розглядаючи цю тему необхідно звернути увагу на поняття технологічності конструкції деталі і різноманіття ознак, за якими визначають технологічність. Також необхідно ознайомитись з коефіцієнтами, за допомогою яких дають кількісну оцінку технологічності конструкції деталі, зрозуміти які проблеми постають перед технологом через нетехнологічність деталі, на яку він розробляє технологічний процес.

Питання для самоперевірки

1. Що таке технологічність конструкції деталі.
2. Ознаки технологічності конструкції деталі.
3. Кількісні і якісні критерії технологічності.
4. Групи матеріалів та їх оброблюваність.
5. Наведіть приклади технологічної і нетехнологічної конструкції.
6. Коефіцієнти, за допомогою яких оцінюють технологічність деталей.
7. Методи, які використовують для можливого підвищення деяких ознак технологічності, зокрема, зміна або доробка конструкції деталі.

2.1.3 Техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанта отримання заготовки

Методи і способи отримання заготовок деталей машин. Техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанта заготовки. Кількісні критерії порівняння варіантів. Додаткові розрахунки.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми засвоїти основні способи отримання заготовок. При цьому звернути увагу на розуміння основних чинників, що обумовлюють вибір того чи іншого способу отримання заготовки. Бажано пропонувати 2...3 варіанти заготовок, із яких шляхом техніко-економічного обґрунтування прийняти той варіант, що забезпечує найбільш ресурсозберігаючу технологію виготовлення деталі та її заготовки у цілому.

Питання для самоперевірки

1. Основні способи отримання заготовок.
2. Назвіть послідовність врахування основних факторів, що впливають

на вибір заготовки.

3. За яким критерієм остаточно вибирають варіант способу отримання заготовки для виготовлення деталі.
4. Як і за якими критеріями виконують економічне обґрунтування заготовки. За яких умов з'являється необхідність розрахунку додаткових витрат.
5. За якими формулами знаходять річний економічний ефект від застосування обраного раціонального способу отримання заготовки.

2.1.4 Основи методики проектування ТП механічної обробки

Методика проектування ТП механічної обробки. Вихідні дані. Основні етапи і задачі кожного з етапів розробки ТП. Принципи проектування ТП виготовлення деталей. Методи і стадії механічної обробки, схеми обробки, інструменти і устаткування, засоби контролю, техніко-економічні показники (ТЕП).

Методичні вказівки

При вивченні цієї теми необхідно звернути увагу на вихідні дані, необхідні для розробки ТП; зрозуміти, які етапи і задачі необхідно виконати при проектуванні ТП. Важливим є розуміння принципів проектування ТП; розрахунок ТЕП для вибору раціонального варіанту виконання операції або ТП в цілому.

Питання для самоперевірки

1. Що є вихідними даними при проектуванні ТП.
2. Основні етапи виготовлення деталі.
3. Основні задачі, які необхідно розв'язувати при проектуванні ТП.
4. Принципи проектування ТП.
5. Методи механічної обробки.
6. Стадії механічної обробки і якими чинниками вони обумовлені.
7. Які інструменти і устаткування застосовуються для виконання механічної обробки певним методом.
8. Вибір обладнання та оснастки для ТП механічної обробки деталей при різних типах виробництва.

2.1.5 Маршрут обробки (елементарної) поверхні (МОП)

Поняття маршруту обробки поверхні. Уточнення показників точності і якості поверхні заготовки при механічній обробці. Методика розробки МОП. Рекомендації по розробці МОП. Приклади.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми необхідно зрозуміти принцип стадійності механічної обробки і, в зв'язку з цим, прийняти до уваги, що поверхні заготовок при механічній обробці поступово покращують свою якість, тобто поступово уточнюються до показників, що обумовлені кресленням деталі. Якщо простежити послідовність і характер виконання переходів обробки окремої поверхні, то приходять до визначення певної послідовності показників точності і якості (ППТЯ). Необхідно зрозуміти, що введення поняття «уточнення» показників точності і якості поверхні дає можливість розраховувати кількість переходів механічної обробки кожної поверхні деталі при проектуванні ТП механічної обробки.

Питання для самоперевірки

1. Що таке маршрут обробки поверхні.
2. Показники точності і якості поверхні в деталі і в заготовці.
3. Що таке уточнення? Види уточнень. Контрольне правило.
4. Значення уточнень для певних стадій обробки.
5. Поняття послідовності показників точності і якості поверхні. Мета визначення ППТЯ.
6. Вихідні дані для розробки МОП.
7. Методика розробки МОП.
8. Які методи використовують для призначення методів обробки при складанні МОП. Їх сутність.

2.1.6 Маршрут виготовлення деталі (МВД)

Поняття маршруту виготовлення деталей. Вихідні дані. Компонівка операцій ТП. Рекомендації (правила) розробки МВД. Базування заготовок. Вибір технологічного устаткування. Приклад.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що проектування ТП завжди розпочинається із складання наближеної, етапної схеми виготовлення деталі. Далі розробляють маршрут у вигляді таблиці-карти. При розробці МВД слід керуватись правилами розробки маршруту. Звернути увагу на розробку схем базування. Це важливо, бо впливає на точність обробки і зручність установки заготовки. Технологічне устаткування слід підбирати з урахуванням типу виробництва деталей. Методику розробки МВД бажано засвоїти і закріпити на прикладі складання МВД для деталі за індивідуальним завданням.

Питання для самоперевірки

1. Що називають маршрутом виготовлення деталі.
2. Вихідні дані для розробки МВД.
3. Методика і принципи проектування МВД.
4. Принцип стадійності і його сутність.
5. Що називають технологічним комплексом поверхонь. Установи, принципи їх ескізного відображення.
6. Як здійснюють вибір технологічного устаткування.
7. Три методи оформлення розробленого МВД, їх відмінності: карта-схема, таблиця, поопераційне графічне відображення.

2.1.7 Типізація ТП

Сутність типізації технологічних процесів. Класифікація деталей. Типи деталей. Галузі раціонального використання типових ТП. Поняття групової обробки деталей. Групування деталей. Групові технологічні процеси. Особливості обробки деталей на верстатах з ЧПУ. Верстати з ЧПУ та їх технологічні можливості, переваги і недоліки. Поняття циклу обробки. Підбір деталей для обробки на верстатах з ЧПУ.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на класифікацію деталей і типізацію ТП. Також звернути увагу на групову обробку деталей, бо групова обробка є актуальною у сучасному серійному виробництві. Ознайомитись і засвоїти поняття «комплексна деталь» та «групові технологічні процеси»; на можливості верстатів підвищеної продуктивності, вибір того чи іншого, від чого він залежить. Звернути увагу на те, що в сучасному серійному виробництві найбільш поширеним технологічним устаткуванням є верстати з ЧПУ. В цій темі необхідно зрозуміти поняття циклу обробки, що необхідно для розробки керуючої програми.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація деталей і її сутність.
2. Основні типи деталей.
3. Поняття групової обробки деталей.
4. Що таке групування деталей?
5. Що таке «комплексна деталь»?
6. Як складають груповий ТП?
7. Поняття про цикл обробки і його структуру.

8. Схема циклу механічної обробки заготовки на верстаті з ЧПУ.
9. З якою метою необхідно детально визначати цикл обробки.
10. Види інформації, яку необхідно отримати для розробки керуючої програми.
11. Види систем ЧПУ верстатів.
12. Види поверхонь та переходів з точки зору обробки деталей на верстатах з ЧПУ.

2.1.8 Припуск. Його визначення

Поняття припуску і технологічного розміру. Елементи припуску. Види припусків. Методи визначення припусків. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків (РАМОП), табличний (дослідно-статистичний) метод визначення припусків та за допомогою коефіцієнта уточнення припусків. Припуск і напуск.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що припуск є складовою частиною технологічного розміру і є необхідним для отримання заданої точності і якості поверхонь деталі. Зрозуміти поняття припуску, види припусків і методи їх визначення. Освоїти методику пошуку, розрахунку і визначення складових припуску R_z , h , ρ , ε для окремих переходів і заготовки при розрахунку РАМОП різних деталей. Усвідомити, чому відрізняються значення припусків, визначених трьома різними методами за одним МОП.

Питання для самоперевірки

1. Що називають припуском на обробку поверхні.
2. Складові припуску і їх природа.
3. Як призначають припуск на перехід за методом РАМОП при механічній обробці, наведіть формули для різних типів поверхонь.
4. Види припусків за різним показниками. Дати визначення та навести формули.
5. Методи визначення припусків.
6. Дослідно-статистичний (або табличний) метод визначення припусків. Його сутність.
7. Сутність методу визначення припусків за коефіцієнтом уточнення припуску. Контрольна перевірка.

2.1.9 Розрахунки технологічних розмірів

Методика розрахунку технологічних розмірів. Схема розташу-

вання припусків, допусків і технологічних розмірів у залежності від способу розрахунку технологічного розміру. Виконавчий технологічний розмір. Конструювання заготовки. Креслення заготовки і його зміст.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на відмінність призначення проміжних технологічних розмірів (за переходами) для зовнішніх та внутрішніх циліндричних і плоских поверхонь; на вимоги стандартів до виконання креслення заготовок.

Зрозуміти призначення технологічних розмірів. Звернути увагу на методику розрахунку технологічних розмірів для різних типів поверхонь. Обов'язково виконати розрахунки припусків і технологічних розмірів для декількох різних за типом поверхонь, порівняти результати і проаналізувати.

Питання для самоперевірки

1. Що таке технологічний розмір.
2. Методи розрахунку технологічних розмірів.
3. Контрольні правила для визначення правильності розрахунку.
4. Принципи побудови розрахункової схеми припусків для визначення технологічних розмірів зовнішньої циліндричної поверхні. Приклади.
5. Принципи побудови розрахункової схеми припусків для визначення технологічних розмірів внутрішньої циліндричної поверхні. Приклади.
6. Правило округлення номінальних розрахункових розмірів при визначенні номіналів виконавчих розмірів.
7. Особливості визначення технологічних розмірів для торцевих, плоских поверхонь.
8. Метод проф. Кована. Вимоги до нього.

2.1.10 Проектування операцій механічної обробки валів

Службове призначення, види і конструктивні особливості, технічні умови на виготовлення валів. Матеріал і заготовки на виготовлення валів. Задачі, які необхідно вирішувати при проектуванні ТП валів. Базування валів. Технічні вимоги до обробки валів. Проектування операцій токарної обробки валів на багаторіздцевих і гідрокопіювальних напівавтоматах. Проектування операцій обробки шпонкових пазів, шліців, отворів; фрезерно-центрувальної операції.

Проектування операції шліфування шийок валів на торцекруглошліфувальному верстаті. Оздоблювальні методи обробки: тонке точіння, тонке шліфування, притирка, суперфініш, полірування. Зміцнюючі методи обробки.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що при проектуванні операцій механічної обробки розглядаються питання службового призначення, види і конструкції, технічні умови на виготовлення валів. Слід звернути увагу на базування валів і забезпечення технологічних баз валів. Особливу увагу звернути на особливості проектування операцій багаторізцевої обробки на токарних верстатах, а також на одночасне шліфування шийок і торців валів, оздоблювальні методи обробки; на необхідність використовувати штучні бази – центрувальні отвори, що максимально забезпечують виконання принципів базування валів на токарних, шліфувальних, полірувальних операціях тощо. Некласичні види валів: колінчасті вали, вали з непрямою віссю, гнучкі вали та ін.; особливості їх обробки.

Питання для самоперевірки

1. Вихідні дані для проектування операції механічної обробки.
2. Службове призначення, види і конструктивні особливості валів.
3. Етапи ТП механічної обробки валів.
4. Базування валів, схеми установок.
5. Схеми обробки на багаторізцевому верстаті. Приклад.
6. Схеми обробки на гідрокopіювальному верстаті. Приклад.
7. Оздоблювальні методи обробки поверхні вала.
8. Немеханічні операції, їх місце в ТП механічної обробки, їх мета.

2.1.11 Розробка операцій механічної обробки деталей на н/а

Службове призначення, технічні вимоги, матеріал і заготовки. Проектування операцій, що будуть виконуватись на одношпindelних і багатошпindelних (багатопозиційних) напівавтоматах для деталей, зокрема, втулок і дисків. Вибір баз. Розподіл технологічних переходів між шпindelями чи позиціями. Схеми настройок. Особливості призначення режимів різання і технічного нормування.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на службове призначення, технічні вимоги до втулок та дисків. Проаналізувати можливі варіанти обробки втулок і дисків. При цьому звернути увагу на вибір тех-

нологічних баз і технологічного устаткування. Освоїти особливості призначення режимів різання і технологічного нормування операцій, що виконують на багатошпindelних н/а. Використання револьверних верстатів для токарних та свердлильних операцій.

Питання для самоперевірки

1. Службове призначення втулок і дисків.
2. Вихідні дані для проектування операцій обробки втулок.
3. Схема установки і обробки втулок.
4. Технологічне устаткування для виконання операцій механічної обробки втулок.
5. Особливості технічного нормування обробки на револьверних і багатошпindelних верстатах.
6. Особливості призначення режимів різання.
7. Карти настройки (наладки), особливості їх оформлення.

2.1.12 Проектування схем настройок

Поняття наладки і настройки. Схема настройки і її зміст. Правила проектування схем настройок. Методи настройки. Поняття про оптимальний настройковий розмір. Розрахунок настоеккових розмірів. Розрахунок еталона. Розрахунок копіра. Приклади.

Методичні вказівки

Проектування операцій механічної обробки передбачає розробку цілого комплексу завдань, серед яких є проектування схем настройок. При розгляді цієї теми звернути увагу на поняття наладка і настройка, при цьому усвідомити і засвоїти правила і методіку проектування схем настройок, особливо багаторізцевих і гідрокопіювальних напівавтоматів. Необхідно зрозуміти поняття про оптимальний настроювальний розмір, оволодіти методикою розрахунків настроювальних розмірів, в тому числі розрахунку еталона, копіра тощо.

Питання для самоперевірки

1. Поняття наладки і настройки. Їх мета.
2. Схема настройки та її сутність.
3. З якою метою розробляють схему настройки.
4. Вихідні дані при проектуванні схеми настройки.
5. Послідовність дій при проектуванні схеми настройки.
6. Які існують методи настройки різальних інструментів.
7. Метод пробних проходів.
8. Метод настройки за еталоном. Етапи виготовлення і розрахунку ро-

змірів поверхонь еталону.

9. Метод обробки за копіром. Етапи виготовлення і розрахунку розмірів еталону.

2.1.13 Режими різання

Основні критерії вибору режимів різання. Параметри режимів різання. Етапи визначення (розрахунку) режимів різання при одноінструментній обробці. Особливості призначення режимів різання при обробці на багатоінструментальних та багатошпіндельних (багатопозиційних) верстатах. Особливості вибору режимів різання на верстатах з ЧПУ.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на критерії вибору режимів різання і параметри режимів різання, які необхідно визначити при проектуванні операцій і записати їх у відповідній технологічній документації. Ознайомитись з методикою розрахунку режимів різання при одноінструментальній обробці і звернути увагу на особливості розрахунку при багатоінструментальній обробці і на верстатах з ЧПУ та н/а.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть критерії, за якими призначають режими різання.
2. Параметри режимів різання, і як їх визначають.
3. Методика розрахунку режимів різання при одноінструментальній обробці.
4. Особливості призначення режимів різання при багатоінструментальній обробці.
5. Лімітуючий інструмент, позиція, перехід. Корегування інших режимів різання відносно лімітуючим.

2.1.14 Технічне нормування операцій

Структура штучного часу. Основний час і методи його визначення. Поняття машино-автоматичного і машино-ручного часу. Структура допоміжного часу, перекриваємий і неперекриваємий основний та допоміжний час. Штучно-калькуляційний час. Оперативний час. Додатковий час. Основні шляхи скорочення собівартості і трудомісткості механічної обробки. Перекриваємий основний та допоміжний час, як метод скорочення тривалості операції в цілому. Станкоємність та трудомісткість. Норма виробітку за годину або за зміну.

Оформлення технологічних карт.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на особливості розрахунку норм часу при багатоінструментальній обробці і на верстатах з ЧПУ. Оволодіти методикою технічного нормування операцій механічної обробки. Звернути увагу на відмінність норм часу в масовому і серійному виробництвах, структуру норм штучно-калькуляційного часу і визначення окремих складових штучно-калькуляційного часу, шляхи скорочення норм часу на виконання певної операції; на відповідність величини партії деталей, що одночасно запускають у серійному виробництві, і норми виробітку деталей у змін.

Питання для самоперевірки

1. Структура штучного часу.
2. Як визначають основний час.
3. Структура допоміжного часу.
4. Як виконують нормування складових допоміжного часу.
5. Поняття перекриваємого і неперекриваємого часу. Як це впливає на нормування операції.
6. Що таке оперативний час.
7. Що таке додатковий час.
8. Особливості нормування операцій в масовому виробництві.
9. Особливості нормування операцій в серійному виробництві.
10. Складові підготовчо-заключного часу. Норма штучно-калькуляційного часу.

2.1.15 Основи проектування ТП складання виробів

Головні поняття та визначення.

Поняття технологічності деталей (вузлів). Якісний і кількісний аспекти. Ремонтопридатність виробу. Етапи проектування складальних технологічних процесів.

Визначення типу складального виробництва. Розрахунок такту випуску. Розробка конструктивно-технологічних схем складальних робіт. Розробка послідовності слюсарно-складальних та регульовальних і настроювальних робіт. Вибір оснастки та її розрахунок. Забезпечення точності складання; вибір методів складання, які забезпечують необхідну точність.

Комплектація складальних операцій з окремих переходів (складальних робіт). Об'єднання переходів. Підготовчі та заключні

операції складання (мийні або очисні операції, підборка, настройка, контрольні операції, діагностика, випробування, балансування, консервація, розконсервація та інші).

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на структуру машини з точки зору послідовності її складання (виріб, механізм, агрегат, вузол – складальна одиниця, деталь); на аналіз технологічності – коефіцієнти стандартизації та уніфікації, коефіцієнти – показники долі часу складання від загального часу виготовлення виробу, долі часу на припасування від загального часу складання, на визначення інших критеріїв технологічності складальних одиниць: ремонтпридатність виробу, легкість проведення діагностики; на особливості розробки технологічного процесу ремонту, розборки вузлів та виробів; на вимоги до комплектування операцій у масовому, серійному та одиничному виробництві; на місце допоміжних та підготовчих операцій у технологічному процесі складання.

Питання для самоперевірки

1. Етапи проектування ТП складання або розборки (ремонт) виробів.
2. Яку інформацію несе конструктивно-технологічна схема складання виробу.
3. Кількісні та якісні критерії технологічності конструкції вузла (вироба) з точки зору складання та ремонту.
4. Визначення типу складального (ремонтного) виробництва.
5. Такт складального виробництва. Наведіть формулу.
6. Підготовчі, допоміжні та заключні операції складання. Їх місце в ТП складання.
7. Розробка переліку послідовності складальних, слюсарних, регулювальних та інших робіт.
8. Основні вимоги до комплектування операцій з послідовності складальних робіт у масовому та серійному виробництвах.

2.1.16 Технічне нормування складальних операцій

Етапи нормування складання. Норми часу. Особливості нормування розборки (ремонтних робіт). Річні фонди часу.

Розрахунок кількості робочих місць (складальних стендів, верстатів). Розрахунок кількості робітників на складальній дільниці.

Форми організації складальних робіт (бригадна, операційна, поточна). Схеми розташування складальних постів (стендів, верстатів)

на дільниці. Застосування конвеєру. Особливості нормування при різних формах організації складальних робіт.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на структуру штучного та штучно-калькуляційного часу для складальних (ремонтних) операцій різноманітних виробів; на оперативний та прибавочний час; на особливості призначення норм часу складальних робіт за довідковою літературою нормативів часу складальних, слюсарних та інших допоміжних операцій, на нормування потокових складальних робіт.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть критерії, за якими призначають норми часу на складання виробів. Мета нормування операцій.
2. Наведіть формули норми штучного часу.
3. Наведіть формули норми штучно-калькуляційного часу.
4. З яких складових складається додатковий, підготовчо-заклучний час. Наведіть формули для їх визначення.
5. Як впливає такт випуску в масовому виробництві на тривалість кожної операції.
6. Форми організації складальних робіт. Їх переваги та недоліки.
7. Як розташоване обладнання на складальних дільницях різної форми організації виробництва.

2.1.17 Розрахунок ТЕП. Оформлення технологічних карт складання

Розрахунок економічної ефективності застосування варіанту складальної операції, складального пристрою або ТП складання в цілому. Інші економічні показники технологічних процесів складання (або ремонту).

Технологічний контроль креслення деталей, вузлів, виробів. Специфікація.

Технологічна документація до складального ТП: комплектовочна карта, відомість матеріалів, маршрутна та операційні карти, контрольна (діагностична) карта.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на багатоваріантність виконання складання виробу (вузла): різна послідовність, операцій, обладнання, оснастка, проміжне транспортування вузлів між робочими місцями, складальними стендами тощо; на необхідність вибору

раціонального варіанту не тільки з точки зору менших затрат, але й з економії ресурсів, з екологічних норм, вимог охорони праці. Розібратися, в чому відмінності заповнення складальних технологічних карт у порівнянні з картами механічної обробки; засвоїти основні вимоги до оформлення технологічної документації складальних ТП.

Питання для самоперевірки

1. За якими критеріями (техніко-економічні показники) ведуть порівняння варіантів складальних операцій або ТП в цілому.
2. Послідовність оформлення технологічної документації складального ТП.
3. Основні вимоги до оформлення складальних креслень та специфікації виробу.
4. Основні вимоги до розробки та оформлення технологічних карт складання виробу (вузла).

2.2 Перелік лабораторних занять

2.2.1 Лабораторна робота №1

Тема: Проектування операції механічної обробки і настройка токарно-револьверного верстата на обробку партії заготовок. (Лабораторна робота виконується по проектуванню операції і налагоджування верстата на обробку трьох різних ступінчастих втулок).

2.2.2 Лабораторна робота №2

Тема: Нормування та хронометраж складових оперативного та штучно-калькуляційного часу операцій: токарної, свердлильної, фрезерної та шліфувальної.

2.2.3 Лабораторна робота №3

Тема: Настройка верстата з ЧПК АТПр-2М2Ср на обробку партії заготовок.

Методичні вказівки

При підготовці до виконання лабораторних занять слід користуватися методичними вказівками [23], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

2.3 Перелік практичних робіт

(7 і 8 семестри)

2.3.1 Практична робота №1

Тема: Вибір заготовки. Техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанта заготовки.

2.3.2 Практична робота №2

Тема: Проектування маршруту обробки поверхні (МОП).

2.3.3 Практична робота №3

Тема: Призначення припусків табличним методом і розрахунки технологічних розмірів.

2.3.4 Практична робота №4

Тема: Розрахунок припусків РАМОП і за допомогою коефіцієнтів уточнення припуску.

2.3.5 Практична робота №5

Тема: Проектування маршруту виготовлення деталі (МВД). Оформлення маршрутної карти (прискорене призначення МОП всіх поверхонь, оформлення МВД двома способами: таблицею та картою-схемою).

2.3.6 Практична робота №6

Тема: Проектування токарної операції. Призначення режимів різання та технічне нормування. Оформлення КЕ та операційної карти.

2.3.7 Практична робота №7

Тема: Проектування свердлильної операції. Призначення режимів різання та технічне нормування. Оформлення КЕ та операційної карти.

2.3.8 Практична робота №8

Тема: Розрахунок і призначення режимів різання на токарну операцію різними методами, їх порівняння.

2.3.8 Практична робота №8

Тема: Розробка послідовності складання кермового механізму ЗАЗ-966. Нормування складальних робіт.

2.3.8 Практична робота №8

Тема: Проектування операції та ТП складання кермового механізму ЗАЗ-966. Оформлення технологічної документації складання.

Методичні вказівки

При підготовці до виконання практичних занять слід користуватися методичними вказівками [13,14,18,21], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

2.4 Контрольні питання

При підготовці до поточного та остаточного контролю знань студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на нижченаведені питання, які охоплюють базові положення дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин».

1. Які етапи розвитку пройшло машинобудування.
2. В чому полягає сутність технології машинобудування.
3. Що таке технологічний процес в машинобудуванні.
4. Структура технологічного процесу.
5. Визначення терміну «операція».
6. Класифікація виробничих процесів.
7. Що таке такт випуску деталей/заготовок, наведіть формулу.
8. Поняття та формула визначення партії деталей, що запускається у виробництво.
9. Що таке технологічність конструкції деталі.
10. Ознаки технологічності конструкції деталі.
11. Кількісні і якісні критерії технологічності.
12. Групи матеріалів та їх оброблюваність.
13. Наведіть приклади технологічної і нетехнологічної конструкції.
14. Коефіцієнти, за допомогою яких оцінюють технологічність деталей.
15. Методи, які використовують для можливого підвищення деяких ознак технологічності, зокрема, зміна або доробка конструкції деталі.
16. Основні способи отримання заготовок.
17. Назвіть послідовність врахування основних факторів, що вплива-

ють на вибір заготовки.

18. За яким критерієм остаточно вибирають варіант способу отримання заготовки для виготовлення деталі.
19. Як і за якими критеріями виконують економічне обґрунтування заготовки. За яких умов з'являється необхідність розрахунку додаткових витрат.
20. За якими формулами знаходять річний економічний ефект від застосування обраного раціонального способу отримання заготовки.
21. Що є вихідними даними при проектуванні ТП.
22. Основні етапи виготовлення деталі.
23. Основні задачі, які необхідно розв'язувати при проектуванні ТП.
24. Принципи проектування ТП.
25. Методи механічної обробки.
26. Стадії механічної обробки і якими чинниками вони обумовлені.
27. Які інструменти і устаткування застосовуються для виконання механічної обробки певним методом.
28. Вибір обладнання та оснастки для ТП механічної обробки деталей при різних типах виробництва.
29. Що таке маршрут обробки поверхні.
30. Показники точності і якості поверхні в деталі і в заготовці.
31. Що таке уточнення? Види уточнень. Контрольне правило.
32. Значення уточнень для певних стадій обробки.
33. Поняття послідовності показників точності і якості поверхні. Мета визначення ППТЯ.
34. Вихідні дані для розробки МОП.
35. Методика розробки МОП.
36. Які методи використовують для призначення методів обробки при складанні МОП. Їх сутність.
37. Що називають маршрутом виготовлення деталі.
38. Вихідні дані для розробки МВД.
39. Методика і принципи проектування МВД.
40. Принцип стадійності і його сутність.
41. Що називають технологічним комплексом поверхонь. Установи, принципи їх ескізного відображення.
42. Як здійснюють вибір технологічного устаткування.
43. Три методи оформлення розробленого МВД, їх відмінності: карта-схема, таблиця, поопераційне графічне відображення.
44. Класифікація деталей і її сутність.

45. Основні типи деталей.
46. Поняття групової обробки деталей.
47. Що таке групування деталей?
48. Що таке «комплексна деталь»?
49. Як складають груповий ТП?
50. Поняття про цикл обробки і його структуру.
51. Схема циклу механічної обробки заготовки на верстаті з ЧПУ.
52. З якою метою необхідно детально визначати цикл обробки.
53. Види інформації, яку необхідно отримати для розробки керуючої програми.
54. Види систем ЧПУ верстатів.
55. Види поверхонь та переходів з точки зору обробки деталей на верстатах з ЧПУ.
56. Що називають припуском на обробку поверхні.
57. Складові припуску і їх природа.
58. Як призначають припуск на перехід за методом РАМОП при механічній обробці, наведіть формули для різних типів поверхонь.
59. Види припусків за різним показниками. Дати визначення та навести формули.
60. Методи визначення припусків.
61. Дослідно-статистичний (або табличний) метод визначення припусків. Його сутність.
61. Сутність методу визначення припусків за коефіцієнтом уточнення припуску. Контрольна перевірка.
62. Що таке технологічний розмір.
63. Методи розрахунку технологічних розмірів.
64. Контрольні правила для визначення правильності розрахунку.
65. Принципи побудови розрахункової схеми припусків для визначення технологічних розмірів зовнішньої циліндричної поверхні. Приклади.
66. Принципи побудови розрахункової схеми припусків для визначення технологічних розмірів внутрішньої циліндричної поверхні. Приклади.
67. Правило округлення номінальних розрахункових розмірів при визначенні номіналів виконавчих розмірів.
68. Особливості визначення технологічних розмірів для торцевих, плоских поверхонь.
69. Метод проф. Кована. Вимоги до нього.

70. Вихідні дані для проектування операції механічної обробки.
71. Службове призначення, види і конструктивні особливості валів.
72. Етапи ТП механічної обробки валів.
73. Базування валів, схеми установок.
74. Схеми обробки на багаторізцевому верстаті. Приклад.
75. Схеми обробки на гідрокопіювальному верстаті. Приклад.
76. Оздоблювальні методи обробки поверхні вала.
77. Немеханічні операції, їх місце в ТП механічної обробки, їх мета.
78. Службове призначення втулок і дисків.
79. Вихідні дані для проектування операцій обробки втулок.
80. Схема установки і обробки втулок.
81. Технологічне устаткування для виконання операцій механічної обробки втулок.
82. Особливості технічного нормування обробки на револьверних і багатошпиндельних верстатах.
83. Особливості призначення режимів різання.
84. Карти настройки (наладки), особливості їх оформлення.
85. Поняття наладки і настройки. Їх мета.
86. Схема настройки та її сутність.
87. З якою метою розробляють схему настройки.
88. Вихідні дані при проектуванні схеми настройки.
89. Послідовність дій при проектуванні схеми настройки.
90. Які існують методи настройки різальних інструментів.
91. Метод пробних проходів.
92. Метод настройки за еталоном. Етапи виготовлення і розрахунку розмірів поверхонь еталону.
93. Метод обробки за копіром. Етапи виготовлення і розрахунку розмірів еталону.
94. Назвіть критерії, за якими призначають режими різання.
95. Параметри режимів різання, і як їх визначають.
96. Методика розрахунку режимів різання при одноінструментальній обробці.
97. Особливості призначення режимів різання при багатоінструментальній обробці.
98. Лімітуючий інструмент, позиція, перехід. Корегування інших режимів різання відносно лімітуючим.
99. Структура штучного часу.
100. Як визначають основний час.

101. Структура допоміжного часу.
102. Як виконують нормування складових допоміжного часу.
103. Поняття перекриваємого і неперекриваємого часу. Як це впливає на нормування операції.
104. Що таке оперативний час.
105. Що таке додатковий час.
106. Особливості нормування операцій в масовому виробництві.
107. Особливості нормування операцій в серійному виробництві.
108. Складові підготовчо-заклучного часу. Норма штучно-калькуляційного часу.
109. Проектування ТП складання або розборки (ремонт) виробів.
110. Яку інформацію несе конструктивно-технологічна схема складання виробу.
111. Кількісні та якісні критерії технологічності конструкції вузла (вироба) з точки зору складання та ремонту.
112. Визначення типу складального (ремонтного) виробництва.
113. Такт складального виробництва. Наведіть формулу.
114. Підготовчі, допоміжні та заключні операції складання. Їх місце в ТП складання.
115. Розробка переліку послідовності складальних, слюсарних, регулювальних та інших робіт.
116. Основні вимоги до комплектування операцій з послідовності складальних робіт у масовому та серійному виробництвах.
117. Назвіть критерії, за якими призначають норми часу на складання виробів. Мета нормування операцій.
118. Наведіть формули норми штучного часу.
119. Наведіть формули норми штучно-калькуляційного часу.
120. З яких складових складається додатковий, підготовчо-заклучний час. Наведіть формули для їх визначення.
121. Як впливає такт випуску в масовому виробництві на тривалість кожної операції.
122. Форми організації складальних робіт. Їх переваги та недоліки.
123. Як розташоване обладнання на складальних дільницях різної форми організації виробництва.
124. За якими критеріями (техніко-економічні показники) ведуть порівняння варіантів складальних операцій або ТП в цілому.
125. Оформлення технологічної документації складального ТП.
126. Основні вимоги до оформлення складальних креслень та специ-

фікації виробу, до розробки та оформлення технологічних карт складання виробу (вузла).

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог навчальної системи організації учбового процесу кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни.

Контрольні заходи з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» передбачають наступне.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- усне або письмове опитування з кожної теми;
- захисту звітів про виконання лабораторних та практичних робіт;
- захисту РГЗ в 7 семестрі;
- заліку в кінці 7 семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу);
- захисту курсового проекту в 8 семестрі;
- екзамену в кінці 8 семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу);

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних та практичних робіт;
- захисту контрольної роботи, курсового проекту;
- заліку у кінці 7-го семестру, екзамену в кінці 8 семестру.

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надано у таблиці 3.1.

Для закріплення поточних знань на протязі семестру, до проведення підсумкового контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує попередню оцінку. Слід зазначити, що всі заходи, що плануються, повинні бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Таблиця 3.1 – Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі (теми)	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Практ. заняття	Лабор. роботи	Індив. робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Змістовий модуль 1. Вступ. Поняття та означення технологічного процесу</i>												
Тема 1 Вступ. Основні поняття та визначення.	12	2	–	2	–	8	12	1	–	–	–	11
Тема 2. Технологічність конструкції деталі	15	4	2	–	–	9	15	–	–	–	–	15
Тема 3. Техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанта отримання заготовки	15	2	–	2	–	11	15	1	2	–	–	12
Разом за змістовим модулем 1	42	8	2	4	–	28	42	2	2	–	–	38
<i>Змістовий модуль 2. Проектування маршрутної технології</i>												
Тема 4. Основи методики проектування ТП механічної обробки	12	2	–	2	–	8	12	–	–	–	–	12
Тема 5. Маршрут обробки (елементарної) поверхні (МОП)	15	2	2	–	–	11	15	1	–	2	–	12
Тема 6. Маршрут виготовлення деталі (МВД)	12	2	–	2	–	8	12	–	–	–	–	12
Тема 7. Типізація ТП.	15	2	2	–	–	11	15	–	–	–	–	15
Разом за змістовим модулем 2	54	8	4	4	–	38	54	1	–	2	–	51
Всього за 1-й блок	96	16	6	8	–	66	96	3	2	2	–	89

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Змістовий модуль 3. Припуски і розрахунок технологічних розмірів</i>												
Тема 8. Припуск. Його визначення	15	2	2	2	–	9	15	1	–	–	–	14
Тема 9. Розрахунки технологічних розмірів	12	4	2	–	–	6	12	–	–	–	–	12
Разом за змістовим модулем 3	27	6	4	2	–	15	27	1	–	–	–	26
<i>Змістовий модуль 4. Проектування операцій ТП</i>												
Тема 10. Проектування операцій механічної обробки валів.	15	2	2	2	–	9	15	1	–	–	–	14
Тема 11. Проектування операцій механічної обробки втулок і дисків	12	2	–	–	–	10	12	–	–	–	–	12
Тема 12. Проектування схем настрійок	15	2	2	2	–	9	15	1	–	–	–	14
Разом за змістовим модулем 4	42	6	4	4	–	28	42	2	–	–	–	40
Всього за 2-й блок	69	12	8	6	–	43	69	3	–	–	–	66
Всього за 7-й семестр	165	28	14	14	–	109	165	6	2	2	–	155
<i>Змістовий модуль 5. Режими різання та технічне нормування</i>												
Тема 13. Режими різання	15	4	4	–	–	9	15	1	–	–	–	14
Тема 14. Технічне нормування операцій	15	4	4	–	–	7	15	–	2	–	–	13
Разом за змістовим модулем 5	30	8	8	–	–	16	30	1	2	–	–	27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 6. Проектування ТП складання												
Тема 16. Основи проектування ТП складання виробів	20	4	4	–	–	10	20	1	2	–	–	17
Тема 17. Технічне нормування складальних операцій	20	4	4	–	–	12	20	1	–	–	–	19
Тема 18 Розрахунок ТЕП. Оформлення технологічних карт складання	20	4	4	–	–	12	20	1	–	–	–	19
Разом за змістовим модулем 6	60	12	12	–	–	34	60	3	2	–	–	55
Всього за 3-й блок і 8-й семестр	90	20	20	–	–	50	90	4	4	–	–	82
Усього годин	255	48	34	14	–	159	255	10	6	2	–	237

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання.

Студент, який одержав за результатами контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, отримує позитивну оцінку.

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1 Основна література

1. Ципак В.І. та ін. Основи технології машинобудування. Навчальний посібник. – Запоріжжя : ЗНТУ, АТ «Мотор Січ», 2003. – 335 с.

2. Технологія машинобудування. Навчальний посібник для студентів. Електронні книги для студентів – електронний ресурс: https://stud.com.ua/97095/tehnika/tehnologiya_mashino_buduvannya

3. Юрчишин І.І. та ін. Технологія машинобудування – Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 528 с.

4. Ципак В.І. Розрахунки технологічних розмірів при проектуванні процесів механічної обробки / В.І. Ципак. – Запоріжжя : ЗДТУ, 1996. – 91 с.

5. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» і «Технологія будування авіаційних двигунів» / укл. В.К. Яценко, В.І. Ципак, Є.Я. Коренівський та ін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2003. – 245 с.

6. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.

7. Медвідь М.В., Шабайкович В.А. Теоретичні основи технології машинобудування. – Львів: Вища школа, 1976 – 256 с.

8. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: вступ до спеціальності. Посібник. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 84 с. Електронний ресурс - режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/20446/1/Wstup.pdf>

9. Якимов О. В. та ін. Технологія автоматизованого машинобудування: Підручник. – Одеса: ОНПУ, 2005. – 410 с.

4.2 Додаткова література

10. Гнучкі виробничі системи: навчальний посібник для

студентів напрямку 131 Прикладна механіка – 2-е видання /І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, О.М. Шелковой – Харків: «Діса плюс», 2021. – 284 с. (<https://online.fliphtml5.com/qmddr/yojz/#p=1>).

11. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е.Яковенко, О.А.Пермяков, А.В.Фесенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 421 с. (режим доступу:<https://online.fliphtml5.com/uveat/erin/>).

12. Технологічні основи машинобудування. Практикум: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 –Галузеве машинобудування /І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 208 с. (Електронний ресурс - режим доступу <https://online.fliphtml5.com/qmddr/kdwp/#p=1>).

4.3 Навчально-методична література

13. Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання/ Укл.: Гончар Н.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 70 с.

14. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання/ Укл.: Гончар Н.В., Тумарченко Л.О., Томілін В.М. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 74 с.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / Укл.: Гончар Н.В., Тумарченко Л.О., Балюта Р.М. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 28 с.

16. Додатки до методичних вказівок для виконання практичних та лабораторних занять з дисциплін «Технологічні основи

машинобудування», «Технологія машинобудування», «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування», спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітніх програм «Металорізальні верстати та системи» і «Колісні та гусеничні транспортні засоби» галузі знань «Механічна інженерія» та спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань «Архітектура та будівництво» всіх форм навчання // Під ред. Гончар Н.В. (перевидання 4-е). – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 61 с.

4.4 Інформаційні ресурси

1. Технологія машинобудування. Електронний ресурс: https://uk.wikipedia.org/wiki/Технологія_машинобудування
2. Технологія машинобудування. http://bookwu.net/book_tehnologiya-mashinobuduvannya_1079/
3. Технологія машинобудування. <http://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/6545;jsessionid=6EF1AD066E199897498CF492DD85DEED>