

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання самостійних робіт з дисципліни

**«Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних
процесів»**

для студентів всіх форм навчання
спеціальності

131 «Прикладна механіка»
спеціалізації **«Технології машинобудування»**
галузі знань «Механічна інженерія»

2020

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. доц. Логомінов В.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 17 с.

Укладачі – Логомінов В.О. канд. техн. наук, доц. каф. ТМБ

Рецензент – Кононов В.В. канд. техн. наук, доц. каф. ТМБ

Відповідальний за випуск – доц., канд. техн. наук Дядя С.І.

Затверджено на
засіданні кафедри
«Технології
машинобудування»
Протокол № 6 від
24.01.2020р.

Рекомендовано до
видання НМК
машинобудівного
факультету
протокол № 6
від 25.02.2020р.

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
2 Робоча програма дисципліни	6
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення	6
2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість	10
2.3 Контрольні питання	11
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	13
4 Рекомендована література	15
4.1 Базова література	15
4.2 Інформаційні ресурси	15
4.3 Навчально-методична література	15

ВСТУП

Дисципліна «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів» необхідна для освоєння студентами методики виконання розмірних розрахунків і розмірного аналізу, які необхідні як при проектуванні технологічного процесу, так і при його реалізації (апробації) у реальному виробництві, виявлення ознак технологічних відмов та визначення розмірних показників якості досліджуваного технологічного процесу, що забезпечує якісну підготовку фахівця-науковця за спеціальністю «Технології машинобудування».

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, не дає можливості у необхідному обсязі викласти передбачений навчальний матеріал. Тому 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.

Згідно діючого навчального плану викладання дисципліни здійснюється у 8-му семестрі загальною кількістю 150 годин (5 кредитів), в тому числі лекції – 20 годин, практичні заняття – 30 години, індивідуальна самостійна робота студента – 100 годин. По закінченню семестру передбачено залік з дисципліни.

Мета методичних рекомендацій полягає в наступному:

- ознайомити студентів з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тією 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 кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета вивчення дисципліни

Підготовка фахівця до виконання розмірних розрахунків і розмірного аналізу, які необхідні як при проектуванні технологічного процесу (ТП), так і при його реалізації (апробації) у реальному виробництві, виявлення ознак технологічних відмов та визначення розмірних показників якості досліджуваного ТП.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Головним завданням вивчення курсу є формування у студентів знань, навиків та умінь, що дозволить їм здійснювати розрахунки лінійних технологічних розмірів, здійснювати розмірний аналіз діючих ТП, визначати якість розроблених ТП.

Після вивчення курсу студенти повинні уміти:

- визначати розмірні зв'язки в технологічному процесі механічної обробки;
- будувати розмірну схему технологічного процесу;
- виявляти технологічні розмірні ланцюги;
- вибирати метод розв'язування розмірних ланцюгів;
- розв'язувати розмірні ланцюги методом максимуму-мінімуму;
- призначати раціональні припуски та допуски.

Повинні знати:

- предмет, мету та задачі розмірного аналізу;
- теоретичні основи розмірного аналізу технологічних процесів;
- методики вирішення прямої і оберненої задачі розмірного аналізу технологічного процесу;
- методику розв'язання проектної задачі розрахунку технологічних розмірів;
- методику розв'язання перевірконої задачі розмірного аналізу.

Перелік дисциплін, засвоєння яких є необхідним для вивчення дисципліни:

- вища математика;
- комп'ютерне конструювання;

- комп'ютерне моделювання;
- технологічні основи машинобудування;
- теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

По кожній тематиці вказані години на лекційні заняття. Години на самостійну роботу студента при вивченні кожної теми надані у розділі 3.

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

2.1.1 Вступ. Основні поняття та визначення – 6 годин

Мета та завдання вивчення дисципліни. Зміст робочої програми. Актуальність розмірних розрахунків. Основні поняття та загальні методичні вказівки.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на методики визначення припусків і технологічних розмірів та важливість виконання розмірного аналізу технологічних процесів для забезпечення якості механічної обробки деталей.

[2], [3], [4], [5], [11]

Питання для самоперевірки

1. За яких умов виникає необхідність розмірних розрахунків?
2. Хто займається аналізом і забезпеченням точності обробки на металорізальних верстатах?

2.1.2 Поняття розмірного зв'язку – 6 годин

Поняття технологічного розміру і методів його визначення. Про бази і базування. Дослідження і аналіз розмірних зв'язків. Визначення поверхонь і розмірів, що приймають участь у створенні розмірних зв'язків технологічної операції та технологічного процесу.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на відмінності, які визначають тип розмірів деталі в процесі виготовлення. Навчитись визначати

типи поверхонь деталі, баз та розмірів для різних технологічних операцій.

[2-5,10 с.4-5]; [2-5, 10 с. 4-5]

Питання для самоперевірки

1. Які розміри називають технологічними?
2. Які поверхні при механічній обробці називають симетричними, а які – несиметричними?
3. Методи визначення технологічних розмірів.
4. Які зв'язки виникають під час роботи механізму машини?
5. Які зв'язки називають розмірними?
6. Види розмірних зв'язків.
7. Що називають базою.
8. За якими ознаками класифікують бази?
9. Які поверхні і розміри заготовки і деталі приймають участь у формуванні розмірних зв'язків ТП?
10. Як зображують розмірні зв'язки ТП?

2.1.3 Методика розв'язання проектної задачі технологічних розмірних ланцюгів – 10 годин

Предмет, мета та основні цільові задачі – напрямки розмірного аналізу. Перша (проектна) задача розрахунку технологічних розмірів. Методика розв'язання проектної задачі розрахунку технологічних розмірів.

Розмірні схеми технологічного процесу та їх характеристики. Правила виявлення технологічних розмірних ланцюгів

Методичні вказівки

Звернути увагу на відмінність розрахунку технологічних координатних розмірів при проектуванні ТП виготовлення деталей від розмірного аналізу ТП.

При розгляді цієї теми звернути увагу на послідовність етапів розв'язання першої (проектної) задачі розрахунку технологічних розмірів.

Звернути увагу методики на складання розмірних схема та виявлення технологічних розмірних схем.

[7,10 с. 7-9]; [7,10 с. 9-10, 40-50]

Питання для самоперевірки

1. Що є предметом розмірного аналізу?

2. Які цільові задачі розв'язуються при розмірному аналізі ТП механічної обробки?
3. Що таке розмірна схема ТП?
4. Основні характеристики розмірної схеми ТП.
5. Назвіть і сформулюйте основні правила виявлення розмірних зв'язків – замкнутих розмірних контурів.
6. В чому полягає сутність практичної методики виявлення технологічних розмірів - зв'язків ТП?
7. Що є вихідними даними для викреслювання розмірної схеми ТП?
8. Яку інформацію містить розмірна схема ТП, як її вносять до розмірної схеми, як вона зображується і в якій послідовності розташовується?
9. За якими показниками перевіряють правильність оформлення розмірної схеми ТП?
10. В чому полягає процедура пошуку розмірного ланцюга для визначення невідомого технологічного розміру – основні кроки пошуку замкнутого розмірного контуру?
11. Які розміри на розмірній схемі ТП є замикаючими ланками, а які – складовими ланками?
12. Назвіть методи призначення припусків на обробку торцевих поверхонь деталей?
13. У залежності від чого призначають допуски на обробку поверхонь?

2.1.4 Методи розв'язання технологічних розмірних ланцюгів – 16 годин

Методика виявлення розмірних ланцюгів. Призначення припусків і допусків. Схеми і рівняння технологічних розмірних ланцюгів.

Вибір метода розв'язання розмірного ланцюга.

Методи максимуму-мінімуму; імовірнісний метод. Основні розрахункові формули теорії розмірних ланцюгів. Розрахункові формули для розв'язання технологічних розмірних ланцюгів.

Методичні вказівки

Звернути увагу на особливості практичної методики виявлення технологічних розмірних ланцюгів і на її послідовність.

Навчитися складати схеми та рівняння технологічних розмірних ланцюгів.

Розглянути випадки в яких раціональним є вибір імовірного методу розрахунку технологічних розмірних ланцюгів.

При розгляді цієї теми звернути увагу на призначення припусків і допусків з використанням різних довідкових матеріалів.

Питання для самоперевірки

1. Вихідне рівняння технологічного розмірного ланцюга і як його записують.
2. Характер складових ланок розмірних ланцюгів.
3. Методи розв'язання розмірних ланцюгів і їх сутність.
4. Як вибирають метод розв'язання технологічного розмірного ланцюга?

2.1.5 Приклад розрахунку лінійних технологічних розмірів – 30 годин

Розмірний аналіз технологічного процесу виготовлення деталі. Оцінка розмірних зв'язків технологічного процесу. Оптимізація простановки лінійних технологічних розмірів.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на можливі варіанти простановки технологічних розмірів. Виконати розрахунки на два варіанта простановки розмірів. Один за методикою, викладеною в методичних вказівках. Другий самостійно. Визначити більш раціональний варіант технології.

[3] с.82-123.

Питання для самоперевірки

1. Мета розмірного аналізу?
2. Види завдань при проведенні розмірного аналізу технологічних процесів?
3. В чому полягає правило нумерації поверхонь, пов'язаних лінійними розмірами, паралельними осі деталі?
4. Які фактори визначають вихідний індекс поковки?

5. Від чого залежить величина припусків на механічну обробку і допусків на розміри вихідної заготовки?
6. Що визначає етап обробки?
7. Як перейти від призначених етапів обробки до плану обробки поверхні?
8. У чому різниця між установче і настроювальної базою?
9. Які компоненти входять до розмірного схему технологічного процесу?
10. Чем визначається кількість вертикальних ліній на розмірної схемою?

2.1.6 Методика розв'язання оберненої, перевірконої задачі – 32 години

Методика розв'язання оберненої (другої) задачі розмірного аналізу. Виявлення основних показників точності і якості торцевих поверхонь. Простановка лінійних розмірів на кресленнях деталі і заготовки. Складання маршрутів обробки торцевих поверхонь. Аналіз прийнятих схем установок і простановки технологічних лінійних розмірів. Параметричні відмови, їх ознаки і виявлення. Методика оцінки імовірності параметричної відмови. Пошуки і розв'язання розмірних ланцюгів, аналіз результатів та виявлення ознак параметричних відмов. Аналіз розподілу припусків. Розмірний аналіз технологічного процесу виготовлення валу-шестерні.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на параметричні відмови викликані як заниженим так і завищеним значенням припуску. Виконати розрахунки на два варіанта технологічних процесу. Визначити більш раціональний варіант технології.
[10 с. 10-33].

Питання для самоперевірки

1. Як проставлені лінійні розміри на кресленні заготовки вала первинного?
2. У наслідок чого в технологічних розмірних ланцюгах складовими ланками є 3 і більше розмірів заготовки?

3. Чому не бажано, щоб у одному розмірному ланцюзі були складовими ланками більше двох розмірів заготовки?
4. Які переваги має другий варіант ТП виготовлення валу первинного?
5. Які основні висновки необхідно зробити за результатами розмірного аналізу ТП виготовлення валу первинного?

2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість

2.2.1 Практична робота №1

Підготовка вихідних даних для представлення операції ТП у схемах обробки і настроювання – 2 години.

2.2.2 Практична робота №2

Креслення ескізу деталі і побудова розмірної схеми технологічного процесу – 4 години.

2.2.3 Практична робота №3

Визначення технологічних розмірних ланцюгів за розмірною схемою технологічного процесу – 8 годин.

2.2.4 Практична робота №4

Рішення розмірних ланцюгів – 10 години.

2.2.5 Практична робота №5

Рішення оберненої, перевірконої задачі розмірного аналізу ТП – 6 годин.

Методичні вказівки

При підготовці до виконання практичних занять слід користуватися методичними вказівками [11], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

2.3 Контрольні питання

При підготовці до поточного та остаточного контролю знань студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на нижченаведені питання, які охоплюють вузлові положення дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів».

1. За яких умов виникає необхідність розмірних розрахунків?
2. Хто займається аналізом і забезпеченням точності обробки на металорізальних верстатах?

3. Які розміри називають технологічними?
4. Які поверхні при механічній обробці називають симетричними, а які – несиметричними?
5. Методи визначення технологічних розмірів.
6. Які зв'язки виникають під час роботи механізму машини?
7. Які зв'язки називають розмірними?
8. Види розмірних зв'язків.
9. Що називають базою.
10. За якими ознаками класифікують бази?
11. Які поверхні і розміри заготовки і деталі приймають участь у формуванні розмірних зв'язків ТП?
12. Як зображують розмірні зв'язки ТП?
13. Що є вихідними даними для викреслювання розмірної схеми ТП?
14. Яку інформацію містить розмірна схема ТП, як її вносять до розмірної схеми, як вона зображується і в якій послідовності розташовується?
15. За якими показниками перевіряють правильність оформлення розмірної схеми ТП?
16. В чому полягає процедура пошуку розмірного ланцюга для визначення невідомого технологічного розміру – основні кроки пошуку замкнутого розмірного контуру?
17. Які розміри на розмірній схемі ТП є замикаючими ланками, а які – складовими ланками?
18. Назвіть методи призначення припусків на обробку торцевих поверхонь деталей?
19. У залежності від чого призначають допуски на обробку поверхонь?
20. В чому полягає правило нумерації поверхонь, пов'язаних лінійними розмірами, паралельними осі деталі?
21. Від чого залежить величина припусків на механічну обробку і допусків на розміри вихідної заготовки?
22. Що визначає етап обробки?
26. Які компоненти входять до розмірного схему технологічного процесу?
27. Чем визначається кількість вертикальних ліній на розмірній схемі?
28. У наслідок чого в технологічних розмірних ланцюгах складовими ланками є 3 і більше розмірів заготовки?

29. Чому не бажано, щоб у одному розмірному ланцюзі були складовими ланками більше двох розмірів заготовки?

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

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

Контрольні заходи з дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів» передбачають наступні кваліфікаційні завдання.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- опитування з кожної теми лекційного курсу;
- виконання та захистів звітів лабораторних робіт;
- першого рубіжного контролю;
- залік в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- виконання та захисту звітів лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- залік в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

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

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

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

Таблиця 3.1 – Структура навчальної дисципліни

[illegible]

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Змістовий модуль 3. Розрахунок лінійних технологічних розмірів</i>												
Тема 5 Приклад розрахунку лінійних технологічних розмірів	48	8	10	-	-	30	48	2	2			44
Разом за змістовим	48	8	10	-	-	30	48	2	2			44
<i>Змістовий модуль 4. Розмірний аналіз технологічних процесів</i>												
Тема 6 Методика розв'язання оберненої, перевірконої задачі.	42	6	2	-	-	32	42	2				40
Разом за змістовим модулем 4	42	6	2	-	-	32	42	2				40
Всього за 2-й блок	88	16	10		-	62	88	4	2			82
Термін проведення іспиту – 12-й тиждень семестру												
Усього годин	150	30	20		-	100	150	8	4			138

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

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається частковий перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1 Базова література

- ГОСТ 16320-80. Цепи размерные. Методика расчета.
- Иващенко И.А. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. – М. Машиностроение, 1975. – 222с.

3. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. – М.: Машиностроение, 1980. – 141с.
4. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – К.: ІСДО, 1993. - 544с.
5. Размерный анализ технологических процессов обработки / И.Г. Фридлендер и др. – М.: Машиностроение, 1987. - 141с.

4.2 Допоміжна література

6. Цыпак В.И. Расчет и постановка линейных технологических размеров // Нові матеріали та технології в металургії та машинобудуванні. — 1999, №1. – С.47-52.
7. Цыпак В.И. Исследование и оценка размерных связей технологических процессов изготовления деталей // Вестник двигателестроения, 2005, №3. – С. 122-126.
8. Цыпак В.И. Размерно-статистический анализ качества ТП изготовления деталей // Вестник двигателестроения, 2007, №1. – С.82-89.
9. Цыпак В.И., Русецкая Г.В., Ященко О.Ю. Оптимизация постановки линейных технологических размеров // Вестник двигателестроения, 2007, № 1. – с.46-52.
10. Kugaevskii S.S. Using Local Coordinate Systems for Dimensional Analysis in the Machining / S.S. Kugaevskii, V.N. Ashikhmin // Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. – 2019. – P. 301-309.

4.3 Навчально-методична література

11. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. В.О. Логомінов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 40 с.
12. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Розмірні розрахунки при проектуванні технологічних процесів» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання / Укл. В.О. Логомінов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. – 52 с.

13. Методичні вказівки до розрахунків технологічних розмірів при проектуванні технологічних процесів механічної обробки для студентів спеціальностей 6.090202/7.090202/8.090202 – «Технологія машинобудування» усіх форм навчання /Укл.: В.І.Ципак, Н.В. Гончар, Запоріжжя: ЗНТУ, 2009 – 28 с.