

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для самостійної роботи студентів з дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ»

для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітня програма "Технології
машинобудування"
усіх форм навчання

2024

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл. Н.В. Гончар, Є.В. Вишнепольський – Запоріжжя: ЗНТУ, 2024. – 29 с.

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

Розроблено з використанням робочої програми, складеної в 2010 р.
доц. Ципаком Віктором Івановичем

Рецензент: Д.М. Степанов, доцент каф. ТМБ, к.т.н.

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

Затверджено на засіданні кафедри
"Технології машинобудування"
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.....	17
2.3 Перелік практичних занять та їх тривалість.....	19
2.4 Контрольні питання	21
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	26
4 Рекомендована література	29
4.1 Основна література	29
4.2 Додаткова література	29
4.3 Навчально-методична література	30

ВСТУП

Дисципліна «Технологічні основи машинобудування» необхідна для введення студентів в світ технологій, понять та визначень, забезпечення точності і якості виробів, стабільності та сталості процесів виготовлення цих виробів і відповідальності за них, що забезпечує якісну підготовку фахівця 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.

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 викладення дисципліни «Технологічні основи машинобудування» полягає у теоретичній та практичній підготовці фахівця по проектуванню раціональних технологічних процесів виготовлення деталей та складальних одиниць, використання прогресивних методів обробки з урахуванням впливу конструкторсько-технологічних факторів на точність і якість виготовлення деталей та складальних одиниць. Ця нормативна дисципліна є профілюючою професійно-орієнтовною і викладається після вивчення загальноосвітніх дисциплін, а також є обов'язковою при підготовці фахівців спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Знання, які студенти отримують при вивченні цієї дисципліни використовуються для виконання подальших розрахунково-графічних завдань, курсового та дипломного проектів. Також ці базові знання студенти-випускники використовують для подальшої роботи на підприємствах машинобудівної галузі.

Навчальні заняття курсу складаються з лекцій, практичних, лабораторних і контрольних робіт. На лекціях викладається основний зміст курсу. При виконанні контрольних робіт (для заочної форми навчання) 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) дослідження і оцінки показників технологічних процесів механічної обробки заготовок.

Викладання цієї дисципліни забезпечує знання:

– основних понять і означень надійності та забезпечення якості машинобудівного виробництва;

- впливу технологічних факторів на точність і якість виготовлення деталей та складання машин;
- методів досягнення необхідної точності і якості механічної обробки;
- розрахунково-аналітичної і статистичної оцінки показників точності і якості машинобудівного виробництва;
- методів досягнення необхідної точності при складанні машин тощо.

Вивчення цієї дисципліни виробляє уміння:

- виконувати статистичні і аналітичні дослідження, робити оцінки і аналіз похибок механічної обробки заготовок і похибок складання складальних одиниць і вузлів;
- розробляти схеми установок та базування заготовок для їх обробки; виконувати розрахунки і дослідження похибок, обумовлених пружними відтисканнями складових системи ВПД, спрацюванням і температурними деформаціями ріжучих інструментів;
- робити оцінки показників технологічної надійності в процесі механічної обробки заготовок;
- вивчення і дослідження методів досягнення потрібної точності при складанні вузлів; дослідження впливу технологічних факторів на шорсткість і якість обробленої поверхні тощо.

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:

- фізика;
- вища математика, теорія ймовірностей;
- теорія технічних систем;
- теоретична механіка;
- теорія конструкційних матеріалів та матеріалознавство;
- опір матеріалів;
- взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання;
- теорія різання;
- різальний інструмент;
- технологічні методи виробництва заготовок деталей машин;
- деталі машин;
- охорона праці та техніка безпеки.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

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

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

2.1.1 Вступ. Поняття виробничого і технологічного процесу. Їх структура.

Предмет, цілі, задачі та зміст дисципліни. ТОМБ – наукова дисципліна. ТОМБ як структурна частина ТМБ. Поняття ТОМБ. Суть ТОМБ. Зв'язок ТОМБ з іншими дисциплінами. Основна задача ТОМБ. Технолог як технічний стратег і тактик.

Поняття виробничого процесу. Поняття технологічного процесу (ТП) і його структури. Дерево ТП, визначення понять: операція, установ, позиція, перехід, хід, прийом.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на загальні відомості про потреби людини, про машини і машинобудування, про техніку і технологію, про історію розвитку техніки і технології, НТР. Новий етап НТР. Провідна роль машинобудування. Етапи механізації і автоматизації в машинобудуванні.

[1] с.9...14; [3] с. 5...11, 16...28; [5] с.3...10; [6] с.4...9; [9] с.5...12.

Питання для самоперевірки

1. Етапи створення машин.
2. Дати визначення понять: деталь, вузол, агрегат, машина, виріб.
3. Структура технологічного процесу.
4. Визначення понять: операція і перехід.
5. Визначення понять: робочий хід і допоміжний хід.
6. Визначення понять: установ, позиція і прохід.
7. Приклад послідовного, паралельного і послідовно-паралельного технологічного переходу.

2.1.2 Види, типи, форми організації виробництва, основні характеристики. Приклади. Основні етапи виробничого процесу.

Класифікація виробничих процесів: вид, тип, форма організа-

ції виробництва. Програма випуску виробів, такт випуску, величина партії деталей. Методи визначення типу виробництва. Коефіцієнт закріплення операції. Технологічні характеристики типів виробництва.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на взаємозв'язок типу і форми організації виробництва; на прискорений та уточнений методи визначення типу виробництва та вихідні данні для його визначення цими методами; на обов'язковість забезпечення виконання такту випуску виробів у виробничих умовах; на наявність і обов'язковість «заділів» в деяких формах організації виробництва; на відмінність підтипів серійного виробництва; на розташування обладнання на дільницях різних форм організації виробництва.

[1] с. 14...19; [5] с.19...25; [8] с. 5...14.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація технологічних процесів за трьома критеріями.
2. Чим характеризується масове виробництво.
3. Чим характеризується серійне виробництво.
4. Форма організації праці для одиничного виробництва.
5. Форма організації праці для серійного виробництва.
6. Форма організації праці для масового виробництва.
7. Як визначається коефіцієнт завантаження устаткування.
8. Як визначається партія деталей, що запускається у виробництво од-ночасно.
9. Як визначається такт випуску виробів.

2.1.3 Якість ТП. Деталь. Виріб. Показники якості.

Машина та її якість.

Структура машини. Поняття: машина, виріб, механізм, агрегат, вузол, складальна одиниця, деталь. Службове призначення машини. Етапи створення машини. Життєвий цикл машини.

Якість машини (виробу, продукції); означення поняття «якість», основні показники якості, етапи забезпечення якості, основи управління якістю. Працездатність, надійність і довговічність машини. Економічний аспект якості: трудомісткість, собівартість, продуктивність виготовлення виробів.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на багатоваріантний підхід до показників якості виробу та процесу отримання виробу; на

експлуатаційні характеристики виробу, їх зв'язок з якістю його окремих складових; роль інженера-технолога та його відповідальність на етапі складання ТП.

[1] с. 22...27; [5] с. 11...17.

Питання для самоперевірки

1. Етапи створення машин.
2. Дати визначення понять: деталь, вузол, агрегат, машина, виріб.
3. Показники якості виробу і їх класифікація згідно ГОСТів, ДСТУ.
4. Показники технологічності виробу згідно ГОСТів.
5. Охарактеризувати поняття: працездатність, надійність, довговічність.
6. Охарактеризувати поняття відмова виробу, види відмов. Імовірність безвідмовної роботи.
7. Поняття точність. Міри точності в машинобудуванні.

2.1.4 Основна характеристика похибок механічної обробки, обумовлених різними технологічними факторами. Сумарна похибка.

Класифікація похибок з причин та характеру виявлення. Систематичні, постійні, змінні та випадкові похибки. Розрахунково-аналітичний та статистичний методи аналізу похибок.

Поняття стійкості і стабільності ТП; технологічна надійність. Розрахункова схема і формули для розрахунку сумарної похибки. Основні напрямки підвищення технологічної надійності.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на чисельність факторів, що впливають на стійкість, стабільність і точність процесу механічної обробки; на неможливість врахування кожного з них; вибір найбільш впливових та їх прогнозування; рішення проблем, зв'язаних з недостатньою точністю обладнання на виробництві.

[1] с. 34...35; [5] с. 26...31; [4] с. 60...67; [9] с.22...36; [11] с.6...18, 76...88; [13] с. 11... 14.

Питання для самоперевірки

1. Поняття: похибка обробки, допуск обробки.
2. У яких випадках використовують поняття похибки, а коли поняття допуск обробки.
3. Етапи та методи забезпечення точності при механічній обробці.
4. Класифікація похибок обробки в залежності від чинників, що їх ви-

кликають.

5. Класифікація похибок обробки за характером їх проявлення.
6. Стабільний і нестабільний ТП, точність і надійність ТП.
7. Сумарна похибка обробки та її складові. Навести рівняння, графічне зображення.
8. Обґрунтувати можливість розглядати результати обробки, як випадкові величини. ТП – "чорний ящик".
9. Що називають технологічною надійністю операції?
10. Що називають коефіцієнтом точності операції?
11. Що є показником технологічної надійності? Навести формулу.
12. Дати визначення поняття імовірності безвідмовної роботи.

2.1.5 Базування заготовок Класифікація баз. Основні види розрахунку похибок базування та закріплення. Принципи та вимоги базування.

Класифікація поверхонь деталей. Поняття про базування і бази, комплект баз, опорну точку. Базування деталей різних класів: призм, валів, дисків. Позначення опорних точок. Схема базування. Правило шести точок. Необхідність силового замикання. Визначеність і невизначеність базування.

Класифікація технологічних баз. Принципи базування та вибору технологічних баз.

Особливості базування конічних та циліндричних деталей і заготовок. Кількість баз, необхідних для установки заготовок. Бази явні (матеріальні) і неявні (умовні). Штучні технологічні бази. Додаткові опорні поверхні.

Установка заготовок в пристосуваннях. Умовні позначення опор, затискних і установочних пристроїв.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на відмінність умовного позначення опорних точок і умовних позначень упорів і зажимів. Ознайомитися з різновидами схем базувань конкретних деталей та їх втіленнями – різноманітними затискними пристосуваннями; розібратися де настроювальна або технологічна база, де вимірювальна; з забезпеченням виконання принципів базування тощо.

[1] с.62...104; [5] с. 143...192; [9] с.62...84; [12] с.255...381.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація поверхонь деталей за призначенням з точки зору їх

базування під час механічної обробки.

2. Що таке базування заготовок.
3. Надати характеристики баз за різними критеріями (за призначенням, за кількістю усунених ступенів свободи, за характером проявлення). Класифікація технологічних баз.
4. Базы явні (матеріальні) і скриті (умовні). Приклади.
5. Пояснити схему базування деталі типа призми.
6. Пояснити схему базування деталі типа вала.
7. Пояснити схему базування деталі типа диска.
8. Поняття координатного зв'язку та усунення ступеня свободи твердого тіла.
9. Повна і неповна схема базування. Навести приклади.
10. Правило 6-ти точок.
11. Принцип єдності баз. Приклади, що підтверджують необхідність його виконання.
12. Принцип постійності баз. Приклади, що підтверджують необхідність його дотримання.
13. Штучні бази, мета їх використання.
14. Пропозиції до усунення або зменшення похибок базування.
15. Позначення схем базування та затиску заготовок на операційних ескізах.

2.1.6 Похибки, зумовлені пружними відтисканнями складових системи ВПД: верстата, пристосування, інструмента та деталі. Копіювання похибок форми.

Поняття: жорсткість, податливість, коефіцієнт жорсткості. Жорсткість і податливість системи верстат-пристосування-інструмент-деталь (ВПД). Вплив жорсткості на точність і стабільність розмірів поверхонь, що обробляються. Вплив конструкції та матеріалу деталі на її жорсткість.

Вплив варіантів затиску заготовки на її пружні деформації при обробці. Копіювання похибок форми (технологічна спадковість).

Технологічні заходи, що зменшують прогин оброблюваних заготовок, підвищення жорсткості системи ВПД. Вплив коливання припуску і твердості заготовки на точність обробки.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу, що цей фактор найчастіше є самим впливовим на точність механічної обробки, але й про-

гнозуємим і керованим. Розібрати приклади підвищення жорсткості складових системі ВПД на виробництві, особливо – деталей типу нежорстких валів, тонкостінних дисків та ін. Оцінити вплив якості виготовлення заготовки (з точки зору стабільності припуску і твердості матеріалу, які забезпечуються на етапі отримання заготовки) на точність подальшої механічної обробки.

[1] с.105...127; [5] с. 74...90; [3] с. 53...77; [6] с.129...137; [9]с. 105...127.

Питання для самоперевірки

1. Похибки, що обумовлені пружними деформаціями елементів ВПД.
2. Поняття жорсткість і податливість. Навести рівняння.
3. Схема пружних відтискань та епюри деформацій елементів технологічної системи ВПД, що виникають при цьому (на прикладі токарного верстата).
4. Похибка обробки, що виникає внаслідок пружних деформацій.
5. У наслідок яких проблем виникають похибки форми поверхонь, що обробляються.
6. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у патроні.
7. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у патроні і задньому центрі.
8. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у центрах.
9. Які фактори впливають на величину пружних відтискань при обробці. Шляхи зниження пружних деформацій при обробці.
10. Поняття технологічного наслідування (копіювання) похибок обробки.
11. Вплив жорсткості ВПД на точність і продуктивність обробки.
12. Навести методику розрахунку похибок обробки, обумовлених пружними деформаціями.

2.1.7 Похибки, зумовлені зношенням інструменту.

Похибки обробки, обумовлені неточністю та спрацюванням різального інструменту. Фактори, що впливають на спрацювання різального інструмента. Крива спрацювання. Поняття відносного (питомого) і допустимого (граничного) спрацювання. Розрахунок похибки, обумовленої спрацюванням інструменту. Регламентація тривалості міжнастройкового періоду із урахуванням спрацювання інструменту. Технічні та технологічні рішення, направлені на підвищення зносо-

стійкості інструменту.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на результати переточування мірного та немірного інструментів; на відмінність впливу на зношення ріжучого клину чорнової та чистої видів обробки. Математичний статистичний підхід до прогнозування процесу зношення ріжучого інструменту і його впливу на точність механічної обробки.

[1] с.128...138; [3] с. 77...89; [5] с.35...40; [11] с.73...74; [9] с.128...138.

Питання для самоперевірки

1. Похибки, що обумовлені розмірним зносом різального інструменту та його вплив на точність обробки. Приклади.
2. Похибки, що виникають при обробці мірним інструментом.
3. Якими залежностями можливо описати процес зносу різця.
4. Навести рівняння, що характеризує залежність зносу різального інструменту від шляху різання в металі, навести графік.
5. Як вид обробки (чорнова, чистова) впливає на процес зносу різця.
7. Методика визначення похибки обробки в залежності від зносу інструмента.
8. Визначення міжнастройкового періоду в залежності від зносу різця.
9. Які чинники впливають на величину зносу різця при точінні.
10. Шляхи підвищення розмірної стійкості різального інструменту.

2.1.8 Похибки, зумовлені неточністю верстата та налаштування інструмента на розмір.

Похибки, пов'язані з неточністю верстатів.

Методи налаштування системи ВПД на заданий розмір обробки. Розрахунки настройкових розмірів. Контроль точності настройки. Прогресивні методи настройки і піднастройки верстатів на розмір. Виготовлення еталонів, копіїв.

Похибки, спричинені силами затиску.

Похибки, спричинені внутрішніми напруженнями тощо.

Похибки вимірювання. Систематичні та випадкові похибки вимірювання, граничні значення випадкових похибок в деяких методах вимірювання.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на відмінність і схожість впливу вищевказаних факторів на появу похибки механічної обробки на різних групах верстатів і для різноманітних конкретних

деталей; на методи визначення похибок, що виникають через ці фактори, та можливість уникнути або зменшити ці похибки.

[3] с. 89...113, 124...132; [5] с. 40...41; [9] с. 139... 144; [10] с. 193...199; [11] с.70...73.

Питання для самоперевірки

1. Методи визначення неточності металорізальних верстатів. Приклади.
2. Похибки, спричинені силами затиску.
3. Шляхи зменшення похибок, що виникають при закріпленні заготовки.
4. Види остаточних напружень, їх вплив на точність обробки.
5. Похибки, спричинені внутрішніми напруженнями тощо.
6. Остаточні напруження, що виникають на різних етапах виготовлення виробу. Шляхи зменшення остаточних напружень.
7. Розрахунок настройкових розмірів.
8. Прогресивні методи настройки і піднастройки верстатів на розмір.
9. Використання еталонів та копіїв.
10. Похибки вимірювання. Систематичні та випадкові похибки вимірювання.
11. Шляхи підвищення точності обробки поверхонь деталей машин та механізмів.

2.1.9 Похибки, зумовлені тепловими деформаціями складових системи ВПД.

Температурні деформації технологічної системи (верстата, пристосувань, інструменту, деталі), стаціонарний і нестаціонарний її стан. Вплив теплоутворення на точність обробки, шляхи його зменшення.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на методи боротьби з виникненням теплових похибок, особливо при роботі з прецезійними верстатами.

[1] с. 139...143; [3] с. 113...124; [11] с. 74...76.

Питання для самоперевірки

1. Які джерела тепла при різанні. Розподіл тепла, що вивільнюється у зоні різання.
2. Похибки, що залежать від теплових деформацій верстата.
3. Похибки, що залежать від теплових деформацій інструмента.

4. Похибки, що викликані тепловими деформаціями деталі (заготовки).
5. Шляхи зменшення похибок обробки, викликаних тепловими деформаціями елементів системи ВПД.

2.1.10 Якість поверхневого шару. Вплив технологічних факторів на якість поверхні.

Шорсткість, хвилястість, похибки форми поверхонь деталі. Параметри, методи оцінки, причини виникнення.

Фізико-механічні властивості поверхневого шару та їх технологічне забезпечення. Показники: наклеп, залишкові напруження, неоднорідність структури, нестабільність хімічного складу. Вплив фізико-механічних властивостей на експлуатаційні характеристики поверхонь деталей. Вплив методів обробки, режимів різання, геометрії інструменту на формування фізико-механічних властивостей поверхневого шару.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на сукупний вплив параметрів якості поверхневого шару на експлуатаційні характеристики деталі в цілому; на методи їх вимірювання або дослідження; на можливість прогнозування отримання заданих властивостей поверхневого шару варіюванням технологічних методів обробки деталей на всіх етапах виготовлення деталей.

[1] с. 207...221; [3] с. 168... 194; [5] с. 193...237...248.

Питання для самоперевірки

1. Які показники характеризують якість поверхні.
2. Висотні, шагові та структурні показники шорсткості (Ra , Rz , $Rmax$, Sm , S , tp).
3. Вплив технологічних факторів на шорсткість поверхні при точінні.
4. Вплив технологічних факторів на шорсткість поверхні при абразивній обробці.
5. Вплив геометричних параметрів якості поверхонь на якість складання машин.
6. Вплив якості поверхонь на експлуатаційні властивості поверхонь деталей машин.
7. Які показники характеризують фізико-механічні властивості поверхневого шару.
8. Наклеп, залишкові напруження, неоднорідність структури, нестабі-

льність хімічного складу

9. Вплив фізико-механічних властивостей на якісні характеристики поверхонь деталей.
10. Залишкові напруження, що виникають на різних етапах виготовлення виробу.

2.1.11 Шляхи підвищення точності обробки та фізико-механічних властивостей поверхонь деталей машин.

Формування якості поверхні, що відповідає експлуатаційним потребам.

Застосування методів поверхневого пластичного деформування. Термічна і термохімічна обробка з метою підвищення зносостійкості, міцності, корозійної стійкості тощо поверхневого шару. Металеві і неметалеві покриття.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на різноманітність методів досягнення сприятливих властивостей поверхневого шару, на вибір найбільш ефективного і економічного. На переваги та недоліки декоративних, захисних, зносостійких, жароміцних та інших покриттів поверхонь деталей; на забезпечення адгезійної міцності, на необхідність їх видалення при ремонті або відновленні деталей.

[1] с. 221...263; [9] с. 203...263.

Питання для самоперевірки

1. Як впливають методи обробки, режими різання, геометрія інструмента на формування фізико-механічних властивостей поверхневого шару.
2. Як впливає термічна та термохімічна обробка на фізико-механічні властивості поверхневого шару.
3. Шляхи зменшення остаточних (залишкових) напружень.
4. Які види покриттів використовують в машинобудуванні, комплексні покриття.
5. Методи нанесення та зняття покриттів з поверхонь деталей.

2.1.12 Складання машини. Методи досягнення точності при складанні (ПВЗ, НПВЗ).

Загальні питання теорії розмірних ланцюгів. Основні види зв'язків між поверхнями деталей машин. Складальні та технологічні розмірні ланцюги. Поняття: розмірний ланцюг, ланки розмірного лан-

цюга, замикаюча ланка. Порядок визначення характеристик складових ланок. Методи розв'язання розмірних ланцюгів. Пряма та обернена задача.

Методи забезпечення точності при складанні: суть, область застосування, переваги і недоліки.

Короткий огляд та коментар теоретичних питань і задач технологічних основ машинобудування.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на практичне впровадження методів, пристосувань та установок, що забезпечують точність при складанні; на економію часу при проектуванні виробу на розрахунок точності взаєморозташування окремих деталей або елементів конструкцій відносно одна одної; на можливість прогнозування точності складального вузла на етапі проектування та вибір необхідної точності виготовлення окремих деталей, з яких складається розмірний ланцюг.

[1] с. 165...190; [5] с. 126...142; [9] с. 177...202.

Питання для самоперевірки

1. Поняття розмірного ланцюга та його складових. Класифікація розмірних ланцюгів.
2. Рівняння, що характеризують розмірні ланцюги.
3. Задачі, що вирішуються за допомогою розмірних ланцюгів. Зокрема, пряма та обернена задачі.
4. Методи визначення точності виготовлення розмірів деталей, які є складовими ланками у розмірних ланцюгах вузлів.
5. Методи забезпечення точності при складанні. Переваги та недоліки.
6. Метод повної взаємозамінності. Переваги та недоліки.
7. Метод неповної взаємозамінності. Переваги та недоліки.
8. Метод групового підбору (селективної зборки). Переваги та недоліки.
9. Метод регулювання (рухомі та нерухомі компенсатори). Переваги та недоліки.
10. Метод припасування. Переваги та недоліки.

2.2 Перелік лабораторних занять та їх тривалість

2.2.1 Лабораторна робота №1 – 2 години

Тема: оцінка похибки установки заготовки в цанговому та трьохкулачковому патронах.

Мета роботи: встановити факт утворення похибки установки та її випадковий характер; оцінити похибки установки експериментальним шляхом і порівняти її з нормативними значеннями.

2.2.2 Лабораторна робота №2 – 2 години

Тема: оцінка похибки обробки, яка викликана пружним відтисканням в залежності від операційного припуску.

Мета роботи: встановити факт наявності пружних відтискань при різанні: вплив припуску на пружні відтискання та точність обробки; оцінити жорсткість верстату.

2.2.3 Лабораторна робота №3 – 2 години

Тема: оцінка похибки обробки, що викликана розмірним зношенням різця.

Мета роботи: встановити факт розмірного зносу різця; оцінити величину зносу та похибку обробки; побудувати графіки залежності величини зносу від шляху різання.

2.2.4 Лабораторна робота №4 – 4 години

Тема: дослідження впливу технологічних факторів на шорсткість поверхні при токарній обробці.

Мета роботи: встановити залежності шорсткості від технологічних факторів $Rz=f(V)$, $Rz=f(S)$, $Rz=f(t)$, $Rz=f(\rho)$ (радіуса інструменту); пронормувати значення V , S , t , ρ для забезпечення допустимого значення Rz .

2.2.5 Лабораторна робота №5 – 4 години

Тема: розрахунок складального розмірного ланцюга та його дослідна перевірка

Мета роботи: розрахувати параметри замикаючої ланки складального розмірного ланцюга (СРЛ) двома методами ПВЗ та НПВЗ. Виконати дослідну перевірку результатів розрахунку.

2.2.6 Лабораторна робота №6 – 2 години

Тема: Розробка схем настройки токарно-револьверного верстата на обробку партії заготовок

Мета роботи: розробити послідовність схем переходів обробки вала для токарної операції на токарно-револьверному верстаті, пе-

редбачити максимально можливе одночасне використання декількох інструментів.

Методичні вказівки

При підготовці до виконання лабораторних занять слід користуватися методичними вказівками [16], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

2.3 Перелік практичних робіт та їх тривалість

2.3.1 Практична робота №1 – 2 години

Тема: оцінка імовірності появи браку на заданій технологічній операції.

Мета роботи: оволодіти методикою розрахунку статистичних оцінок точності обробки заготовок контрольної вибірки і методикою розрахунку імовірності появи браку на основі використання закону нормального розподілу похибок обробки; рекомендувати шляхи зменшення або повного усунення браку.

2.3.2 Практична робота №2 – 2 години

Тема: оцінка параметрів точності операцій методом побудови точкових діаграм.

Мета роботи: оволодіти методикою побудови і аналізу точкових діаграм для оцінки складових похибки обробки; побудувати точкову діаграму за даними однієї контрольної вибірки; розрахувати параметри точності і зробити висновок, щодо точності операції.

2.3.3 Практична робота №3 – 2 години

Тема: прогнозування технологічної надійності системи ВПД та регламентування допустимого періоду між піднастроюванням верстата.

Мета роботи: оволодіти методикою прогнозування надійності і регламентування допустимого періоду між піднастроюванням верстата, у межах якого брак обробки буде відсутнім.

2.3.4 Практична робота №4 – 2 години

Тема: розрахунок похибок, обумовлених пружним відтисканням.

Мета роботи: оволодіти методикою розрахунку похибок об-

робки, що викликані пружними відтисканнями різця зумовленими нестабільністю припуску та твердості матеріалу заготовки; рекомендувати настройковий розмір, що усуне чи мінімізує значення браку.

2.3.5 Практична робота №5 – 2 години

Тема: прогнозування очікуваної похибки форми оброблюваної заготовки.

Мета роботи: навчитись розраховувати очікувані похибки форми заготовки в залежності від її габаритних розмірів, режимів різання, геометрії і матеріалу різального інструменту та різних варіантів закріплення заготовки у пристосуванні.

2.3.6 Практична робота №6 – 2 години

Тема: вплив зношення інструменту на точність розміру при обробці партії заготовок на налаштованому верстаті.

Мета роботи: оволодіти методикою розрахунку допустимої кількості оброблених заготовок при заданому допустимому значенні розмірного зношення інструмента та заданих умовах обробки.

2.3.7 Практична робота №7 – 2 години

Тема: оцінка показників шорсткості за профілограмою поверхні.

Мета роботи: дати оцінку показників шорсткості шляхом розшифрування профілограми поверхні і встановити метод обробки поверхні, що контролюється.

2.3.8 Практична робота №8 – 2 години

Тема: забезпечення точності замикаючої ланки методом повної взаємозамінності.

Мета роботи: оволодіти методикою розв'язання прямої проектною задачі, суть якої полягає у нормуванні точності складових ланок розмірного ланцюга, дотримання якої забезпечить необхідну точність замикаючої ланки при складанні вузла методом повної взаємозамінності.

2.3.9 Практична робота №9 – 2 години (самостійно)

Тема: забезпечення точності замикаючої ланки методом повної взаємозамінності.

Мета роботи: обґрунтувати економічну доцільність застосування метода неповної взаємозамінності; оволодіти методикою нормування точності розмірів складових ланок розмірного ланцюга у випадку застосування метода неповної взаємозамінності.

Методичні вказівки

При підготовці до виконання практичних занять слід користуватися методичними вказівками [15], 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 «Технологічні основи машинобудування».

1. Етапи створення машин.
2. Дати визначення понять: деталь, вузол, агрегат, машина, виріб.
3. Структура технологічного процесу.
4. Визначення понять: операція і перехід.
5. Визначення понять: робочий хід і допоміжний хід.
6. Визначення понять: установ, позиція і прохід.
7. Приклад послідовного, паралельного і послідовно-паралельного технологічного переходу.
8. Класифікація технологічних процесів за трьома критеріями.
9. Чим характеризується масове виробництво.
10. Чим характеризується серійне виробництво.
11. Форма організації праці для одиничного виробництва.
12. Форма організації праці для серійного виробництва.
13. Форма організації праці для масового виробництва.
14. Як визначається коефіцієнт завантаження устаткування.
15. Як визначається партія деталей, що запускається у виробництво одночасно.
16. Як визначається такт випуску виробів.
17. Етапи створення машин.
18. Дати визначення понять: деталь, вузол, агрегат, машина, виріб.
19. Показники якості виробу і їх класифікація згідно ГОСТів, ДСТУ.

20. Показники технологічності виробу згідно ГОСТів.
21. Охарактеризувати поняття: працездатність, надійність, довговічність.
22. Охарактеризувати поняття відмова виробу, види відмов. Імовірність безвідмовної роботи.
23. Поняття точність. Міри точності в машинобудуванні.
24. Поняття похибка обробки, допуск обробки.
25. У яких випадках використовують поняття похибки, а коли допуск обробки.
26. Етапи та методи забезпечення точності при механічній обробці.
27. Класифікація похибок обробки в залежності від чинників, що їх викликають.
28. Класифікація похибок обробки за характером їх проявлення.
29. Стабільний і нестабільний ТП, точність і надійність ТП.
30. Сумарна похибка обробки та її складові. Навести рівняння, графічне зображення.
31. Обґрунтувати можливість розглядати результати обробки, як випадкові величини. ТП – "чорний ящик".
32. Що називають технологічною надійністю операції?
33. Що називають коефіцієнтом точності операції?
34. Що є показником технологічної надійності? Навести рівняння.
35. Дати визначення поняття: та імовірність безвідмовної роботи, та навести рівняння.
36. Класифікація поверхонь деталей за призначенням з точки зору їх базування під час механічної обробки.
37. Що таке базування заготовок.
38. Надати характеристики баз за різними критеріями (за призначенням, за кількістю усунених ступенів свободи, за характером проявлення).
39. Пояснити схему базування деталі типа призми.
40. Пояснити схему базування деталі типа вала.
41. Пояснити схему базування деталі типа диска.
42. Поняття координатного зв'язку та усунення ступеня свободи твердого тіла.
43. Повна і неповна схема базування. Навести приклади.
44. Правило 6-ти точок.
45. Правило єдності баз. Приклади, що підтверджують необхідність його виконання.

46. Правило постійності баз. Приклади, що підтверджують необхідність його виконання.
47. Базы явні (матеріальні) і скриті (умовні). Приклади.
48. Класифікація технологічних баз.
49. Пропозиції до усунення або зменшення похибок базування.
50. Позначення схем базування та затиску заготовок на операційних ескізах.
51. Похибки, що обумовлені пружними деформаціями елементів ВПД.
52. Поняття жорсткість і податливість. Навести рівняння.
53. Схема пружних відтискань та епюри деформацій елементів технологічної системи ВПД, що виникають при цьому (на прикладі токарного верстата).
54. Похибка обробки, що виникає внаслідок пружних деформацій.
55. У наслідок яких проблем виникають похибки форми обробляємих поверхонь.
56. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у патроні.
57. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у патроні і задньому центрі.
58. Як розраховується похибка обробки, що виникає при закріпленні заготовки у центрах.
59. Які фактори впливають на величину пружних відтискань при обробці. Шляхи зниження пружних деформацій при обробці.
60. Поняття технологічного наслідування (копіювання) похибок обробки.
61. Вплив жорсткості ВПД на точність і продуктивність обробки.
62. Навести методику розрахунку похибок обробки, обумовлених пружними деформаціями.
63. Похибки, що обумовлені розмірним зносом різального інструменту та його вплив на точність обробки. Приклади.
64. Похибки, що виникають при обробці мірним інструментом.
65. Якими залежностями можливо описати процес зносу різця.
66. Навести рівняння, що характеризує залежність зносу різального інструменту від шляху різання в металі, графік.
67. Як вид обробки (чорнова, чистова) впливає на процес зношення різця.
68. Методика визначення похибки обробки в залежності від зносу ін-

струмента.

69. Визначення міжнастройкового періоду в залежності від зносу різця.
70. Які чинники впливають на величину зношення інструментів, зокрема, різця при точінні.
71. Шляхи підвищення розмірної стійкості різального інструменту.
72. Методи визначення неточності металорізальних верстатів. Приклади.
73. Похибки, спричинені силами затиску.
74. Шляхи зменшення похибок, що виникають при закріпленні заготовки.
75. Види остаточних напружень, їх вплив на точність обробки.
76. Похибки, спричинені внутрішніми напруженнями тощо.
77. Остаточні напруження, що виникають на різних етапах виготовлення виробу. Шляхи зменшення остаточних напружень.
78. Розрахунок настройкових розмірів. Для зовнішніх та внутрішніх поверхонь.
79. Прогресивні методи настройки і піднастройки верстатів на розмір.
80. Використання еталонів та копіїв.
81. Похибки вимірювання. Систематичні та випадкові похибки вимірювання.
82. Шляхи підвищення точності обробки поверхонь деталей машин та механізмів.
83. Які джерела тепла при різанні. Розподіл тепла, що вивільнюється у зоні різання.
84. Похибки, що залежать від теплових деформацій верстату.
85. Похибки, що залежать від теплових деформацій інструменту; методи їх зменшення.
86. Похибки, що викликані тепловими деформаціями деталі (заготовки).
87. Шляхи зменшення похибок обробки викликаних тепловими деформаціями елементів системи ВПД.
88. Які показники характеризують якість поверхні.
89. Висотні, шагові та структурні показники шорсткості (Ra , Rz , $Rmax$, Sm , S , tp).
90. Вплив технологічних факторів на шорсткість поверхні при точінні.
91. Вплив технологічних факторів на шорсткість поверхні при абразивній обробці.

92. Вплив геометричних параметрів якості поверхонь на якість складання машин.
93. Вплив якості поверхонь на експлуатаційні властивості поверхонь деталей машин.
94. Які показники характеризують фізико-механічні властивості поверхневого шару.
95. Наклеп, залишкові напруження, неоднорідність структури, нестабільність хімічного складу
96. Вплив фізико-механічних властивостей на якісні характеристики поверхонь деталей.
97. Залишкові напруження, що виникають на різних етапах виготовлення виробу.
98. Як впливають методи обробки, режими різання, геометрія інструмента на формування фізико-механічних властивостей поверхневого шару.
99. Як впливає термічна та термохімічна обробка на фізико-механічні властивості поверхневого шару.
100. Шляхи зменшення остаточних (залишкових) напружень. Наведення сприятливих залишкових напружень.
101. Які види покриттів використовують в машинобудуванні, комплексні покриття.
102. Види нанесення та зняття покриттів з поверхонь деталей.
103. Поняття розмірного ланцюга та його складових. Класифікація розмірних ланцюгів.
104. Рівняння, що характеризують розмірні ланцюги.
105. Задачі, що вирішуються за допомогою розмірних ланцюгів. Зокрема, пряма та обернена задачі.
106. Методи визначення точності виготовлення складових ланок у розмірних ланцюгах.
107. Методи забезпечення точності при складанні. Переваги та недоліки.
108. Метод повної взаємозамінності. Переваги та недоліки.
109. Метод неповної взаємозамінності. Переваги та недоліки.
110. Метод групового підбору (селективної зборки). Переваги та недоліки.
111. Метод регулювання (рухомі та нерухомі компенсатори). Переваги та недоліки.
112. Метод припасування. Переваги та недоліки.

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 «Технологічні основи машинобудування» передбачають наступне.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- опитування з кожної теми;
- захисту звітів про виконання лабораторних та практичних робіт;
- першого рубіжного контролю;
- екзамену в кінці 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;
- екзамену в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надані 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.

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

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	Лаборат. роботи	Індив. робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Вступ. Основні поняття та означення												
Тема 1. Вступ. Поняття виробничого і технологічного процесів (ТП). Їх структура.	8	2	–	2	–	4	8	0,5	–	–	–	7,5
Тема 2. Види, типи, форми організації виробництва, основні характеристики. Приклади. Основні етапи виробничого процесу.	8	2	2	–	–	4	8	0,5	–	–	–	7,5
Тема 3. Якість ТП. Деталь. Виріб. Показники якості.	8	2	–	2	–	4	8	1	–	–	–	7
Разом за змістовим модулем 1	24	6	2	2	–	12	24	2	–	–	–	22
Змістовий модуль 2. Похибки механічної обробки												
Тема 4. Основна характеристика похибок механічної обробки, обумовлених різними технологічними факторами. Сумарна похибка.	16	4	2	2	–	8	16	1	2	–	–	13
Тема 5. Базування заготовок Класифікація баз. Основні види розрахунку похибок базування та закріплення. Принципи та вимоги базування.	24	6	2	2	–	14	24	1	–	2	–	21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 6. Похибки, зумовлені пружними відтисканнями складових системи ВПД: верстата, пристосування, інструмента та деталі. Копіювання похибок форми.	30	8	2	2	–	18	30	1	2	–	–	27
Тема 7. Похибки, зумовлені зношенням інструменту.	18	4	2	–	–	12	18	1	2	–	–	15
Тема 8. Похибки, зумовлені неточністю верстата та настроювання інструмента на розмір.	10	2	–	2	–	6	10	1	–	–	–	9
Тема 9. Похибки, зумовлені тепловими деформаціями складових системи ВПД.	10	2	–	–	–	8	10	–	–	–	–	10
Разом за змістовим модулем 2	108	26	8	8		66	108	5	6	2	0	95
<i>Змістовий модуль 3. Забезпечення якості механічної обробки та складання</i>												
Тема 10. Якість поверхневого шару. Вплив технологічних факторів на якість поверхні.	32	8	2	2	–	20	32	1	–	2	–	29
Тема 11. Шляхи підвищення точності обробки та фізико-механічних властивостей поверхонь деталей машин.	10	2	2	–	–	6	10	1	–	–	–	9
Тема 12. Складання машини. Методи досягнення точності при складанні (ПВЗ,НПВЗ).	24	6	2	2	–	14	24	1	–	–	–	23
Разом за змістовим модулем 3	66	16	6	4	–	40	66	3	0	2	–	61
Усього годин	198	48	16	16	–	118	198	10	6	4	–	178

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

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

4.1 Основна література

1. Богуслаєв В.О., Ципак В.І., Яценко В.К. Основи технології машинобудування. – Запоріжжя, ВАТ «Мотор Січ», 2003. – 336 с.
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В., Технологія машинобудування. Підручник, – Житомир, ЖДТУ, 2005. – 882 с.
3. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
4. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів в машинобудуванні. - К.: Вища школа, 2003.
5. Божидарник В. Григорєва Н., Шабайкович В. Технологія виготовлення деталей виробів , Луцьк. „Надстиря”, 2006.
6. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design/Y.Altintas. — Cambridge University Press, 2012. — 380p.
7. Klocke F. Manufacturing Processes, Cutting/ Fritz Klocke. — New York : Springer, 2011. — 504 p.

4.2 Навчально-методична література

8. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» для студентів 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології машинобудування» 133 «Галузеве машинобудування» освітня програма «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання / Укл.: Вишнепольський Є.В., Гончар Н.В. – Запоріжжя: НУЗП, 2024 – 53 с.*
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» для студентів 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології машинобудування» 133 «Галузеве машинобудування» освітня програма «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання / Укл.: Вишнепольський Є.В., Гончар Н.В. – Запоріжжя: НУЗП, 2024 – 53 с.*