

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни «Прикладна механіка»
для студентів немеханічних спеціальностей заочної форми навчання

2022

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Прикладна механіка” для студентів немеханічних спеціальностей заочної форми навчання /Укл.: А.Д. Фурсіна, С.Ю. Кружнова - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022 - 22 с.

Укладачі: А.Д. Фурсіна, доцент, к.т.н.
С.Ю. Кружнова, ст. викладач

Рецензент: А.А. Скребцов, доцент, к.т.н.,

Відповідальний за випуск:
А.Д. Фурсіна

Затверджено:
на засіданні кафедри
“Механіка”
Протокол № 6
від «26» 01 2022 року

Рекомендовано до видання
НМК БАД факультету
Протокол № 4
Від «10» 02 2022 року

ЛІТЕРАТУРА

1. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики. М., 1983, ч. П.
2. Кініцький Я. Т. Теорія механізмів і машин. – К.: видавництво Наукова думка, 2002. – 670 с.
3. Артоболевский И. И., Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. - 640 с.
4. Теория механизмов и машин / Под ред. К. В. Фролова. М., 1982.
5. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. М., 1985.
6. Гузенков П. Г. Детали машин. М., 1966.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН	5
1.1 Структура механізмів	5
1.2 Кінематичний та динамічний аналіз механізмів	5
1.3 Синтез механізмів	6
2 ОПР МАТЕРІАЛІВ	8
2.1 Розтягання та стискання	8
2.2 Напружений і деформований стан у точці	9
2.3 Зсув і кручення	10
2.4 Згинання	11
2.5 Складний опір	12
2.6 Стійкість стиснутих елементів конструкцій	13
2.7 Концентрація напружень в елементах конструкцій	13
2.8 Поняття про втомлюваність матеріалу	14
3 ДЕТАЛІ МАШИН	14
3.1 Основи проектування деталей	14
3.2 Заклепкові з'єднання	15
3.3 Зварні з'єднання	15
3.4 Різьбові з'єднання	16
3.5 Шпонкові, зубчасті (шліцові) і штифтові з'єднання	16
3.6 Фрикційні передачі	17
3.7 Пасові передачі	17
3.8 Зубчасті передачі	17
3.9 Черв'ячні передачі	18
3.10 Ланцюгова передача	19
3.11 Передача гвинт-гайка	19
3.12 Осі та вали	19
3.13 Муфти	20
3.14 Підшипники ковзання	20
3.15 Підшипники кочення	21
ЛІТЕРАТУРА	22

ВСТУП

“Прикладна механіка” є комплексною загальноінженерною дисципліною, для немеханічних спеціальностей вузів, вона включає в себе основні положення теорії механізмів і машин (ТММ), опору матеріалів та деталей машин.

Основні задачі дисципліни вивчити загальні основи побудови машин і механізмів, основи проектування деталей машин, вибір матеріалів, умови міцності простих силових елементів конструкцій; набуття початкові конструкторські навички; ознайомитись із основами стандартизації та взаємозамінності.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен: знати основні положення опору матеріалів, теорії механізмів і машин; уміти робити необхідні розрахунки і конструктивні розробки для покращення експлуатаційних характеристик машин, які застосовують в виробничих процесах.

3. Вимоги, що ставляться до матеріалів підшипників ковзання.
4. Критерії працездатності і розрахунок підшипників ковзання.

3.15 Підшипники кочення

Роль підшипників кочення у сучасних приводах і машинах; переваги і недоліки шарико- і роликопідшипників, типи і класифікація підшипників згідно ДЕСТУ; підбір підшипників по каталогам за значенням динамічної вантажності і діаметру вала; вибір типу підшипників кочення при різних частотах обертання; підрахунок розрахункового еквівалентного навантаження для радіально-упорних підшипників при різному розміщенні на опорах і різному співвідношенні діючих радіальних зусиль; основні правила конструювання вузлів із підшипниками кочення, їх монтаж і регулювання; вибір посадок і їх позначення по ДЕСТУ на підшипникових вузлах.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Із яких деталей складається підшипник кочення? Накреслити ескіз підшипника кочення і привести його характеристики.
2. Переваги і недоліки підшипників кочення. Які підшипники більш швидкохідні і які мають більшу вантажопідйомність?
3. Які сили сприймають різні підшипники кочення?
4. Назвіть основні види руйнувань та критерій працездатності підшипників кочення.
5. У чому полягає суть підбору підшипників кочення за динамічною вантажністю?
6. За якими формулами визначають розрахункове еквівалентне навантаження для підшипників різних типів?
7. Від чого залежить вибір посадки підшипників кочення на вали та у гнізда корпусів опор?
8. Які посадки застосовують для сполучення вала із внутрішнім кільцем, а також зовнішнього кільця із корпусом і як вони позначаються на вузловому кресленні?

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. За якими критеріями міцності розраховують вали?
2. Які деформації виникають у нерухомих і обертаючих осях та валах?
3. Яка методика проєктного і перевірного розрахунків валів на статичну міцність і витривалість?

3.13 Муфти

Треба уміти зображувати конструкції муфт і знати, в яких випадках застосовують постійні глухі, компенсуючі, рухомі, пружинні, зчіпні, запобіжні і обгінні муфти. Знати переваги і недоліки муфт, їх вибір по обертальному моменту і розрахунок елементів муфти.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Призначення муфт і їх класифікація по конструкції і за призначенням.
2. Будова втулкової муфти, галузь застосування. Методика перевірного розрахунку.
3. Будова пружинної втулково-пальнової (МПВП) муфти і перевірений розрахунок її деталей.
4. Типи фрикційних муфт, їх будова і принцип дії. Методика розрахунку.
5. Конструкція, призначення і розрахунок запобіжних муфт.

3.14 Підшипники ковзання

Зверніть увагу на конструкцію підшипників і матеріали, з яких їх виготовляють, залежність роботи підшипника від матеріалів їх вкладишів, якості і підведення мастила до третьових поверхонь.

Переваги і недоліки підшипників ковзання. Галузь застосування. Умовний розрахунок підшипників за тиском і вплив тиску у підшипнику на швидкість його ковзання.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. В яких галузях машинобудування підшипники ковзання мають більше застосування, ніж підшипники кочення?
2. Конструкція нероз'ємних і роз'ємних підшипників.

1 ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

В цій частині курсу вивчається структура, кінематика і динаміка механізмів і машин, загальні методи аналізу і синтезу, за допомогою яких досліджуються кінематичні характеристики заданого механізму, або навпаки, по заданим характеристикам визначається схема, основні розміри ланок і інші параметри механізму, що конструюється.

Починаючи вивчення теорії механізмів і машин, слід усвідомити призначення ТММ, зв'язок її з іншими науками, а також застосування механізмів і машин у сучасних умовах.

1.1 Структура механізмів

Вивчити елементи, які є загальними для усіх механізмів, незалежно від їх цільового призначення, розуміти різницю між абсолютним і відносним рухом ланок кінематичної пари. Ознайомитися зі схемами найбільш поширених механізмів і добре уявляти характер руху їх ланок.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Визначення ланки, кінематичної пари, кінематичного ланцюга.
2. Пояснити розподіл кінематичних пар на вищі і нижчі, показати можливі і неможливі рухи ланок пар відносно одна одної.
3. Визначення механізму.
4. Фізичний зміст числових коефіцієнтів у структурній формулі.

Чому більшість механізмів повинні мати одну степінь рухомості?

1.2 Кінематичний та динамічний аналіз механізмів

У цьому розділі слід уявити собі рішення задач кінематичного аналізу наступними методами: аналітичним, графо-аналітичним (планів швидкостей та пришвидчень), графічним (кінематичних діаграм).

Для графічного диференціювання необхідно згадати тлумачення похідної і співвідношення між функцією і її похідною у характерних точках: екстремумах, нульових значеннях, точках перегину.

Переходячи до динамічного аналізу механізмів, слід розглянути види сил, діючих на ланки механізмів, і розподіл сил за їх впливом на рух (сили рухомі і сили опору). У систему сил, що діють на рухомі ланки і змінюють їх швидкість, додають за принципом Д'Аламбера умо-

вні сили інерції. Ці сили необхідно уміти визначати для усіх випадків плоского руху ланки. Першу задачу динамічного аналізу механізмів, яка полягає у визначенні сил за заданим рухом ланок (кінематичний аналіз, силове дослідження), слід вивчити на прикладі чотирьохланкового механізму. Слід уміти визначати реакції у кінематичних парах (сили тиску ланок одна на одну), зрівноважуючий момент і зрівноважуючу силу на вхідній ланці, а також застосовувати важіль Жуковського для визначення зрівноважуючої сили.

Розглядаючи другу задачу динамічного аналізу механізмів – визначення руху ланок механізмів за прикладеними до них силами, необхідно вивчити методи зведення сил і мас, які дозволяють застосовувати до складних механізмів відомі закони динаміки твердого тіла. Необхідно знати рівняння руху механізму в двох формах: у формі рівняння кінетичної енергії, яке зв'язує роботи рухомих сил і сил опору зі зміною кінетичної енергії, і в диференціальній формі, яка зв'язує сили або моменти сил із пришвидченням.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Побудуйте план швидкостей і прискорень для шарнірного чотирьохланкового механізму, визначте кутові швидкість і пришвидчення усіх ланок за величиною і напрямом.
2. Які сили діють на механізм при його русі?
3. Як ставиться задача кінематичного дослідження, що відомо і що треба знайти?
4. На підставі чого у силовому аналізі прирівнюють до нуля суму сил і суму моментів, діючих на ланки рухомого механізму?
5. Як застосовувати важіль Жуковського для визначення зрівноважуючої сили?
6. Чому зведена маса або зведений момент інерції важільного механізму змінюється зі зміною його положення?

1.3 Синтез механізмів

У синтезі плоских механізмів із нижчими парами необхідно знати рішення задачі синтезу для найпростіших чотирьохланкових механізмів: умови роботи кривошипу і визначення розмірів ланок механізму, для якого задані певні положення його ланки. Ознайомитись із видами зубчастих передач, навчитись визначати передаточні відношення

4. За якими формулами визначають номінальні (базові) допустимі контактні напруження і напруження від згинання для бронзових черв'ячних коліс?

3.10 Ланцюгова передача

Треба засвоїти зв'язок між основними параметрами ланцюгової передачі (потужність, швидкість ланцюга, кутова швидкість зірочки, передаточне відношення, ККД, міжосьова відстань та інші); конструкції приводних ланцюгів; сили у ланцюговій передачі; розрахунок ланцюгів на міцність. Треба ознайомитись із способами змащування передач.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Переваги і недоліки різних приводних ланцюгів.
2. Які граничні значення потужності, швидкості і передаточного відношення рекомендуються для ланцюгової передачі?
3. Як визначається розрахункове навантаження на ланцюг?
4. Які деформації виникають в елементах ланцюга?
5. Причини виходу ланцюгових передач із ладу?

3.11 Передача гвинт-гайка

Треба засвоїти основні переваги, недоліки і галузь застосування передачі гвинт-гайка; матеріали гвинтів-гайок; розрахунок гвинта на міцність і стійкість; розрахунок різьби гайки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Яку особливість має кріпильна різьба, що застосовується у передачі гвинт-гайка?
2. Які різьби застосовуються у передачі гвинт-гайка для створення великих зусиль, для точних і повільних переміщень?
3. Як розраховується різьба гайки та гвинта?

3.12 Осі та вали

Необхідно знати за якими формулами виконують проєктний і перевірочний розрахунок валів та осей на міцність. Розрахунок валів та осей слід супроводжувати розрахунковою схемою навантажень у площинах і епорами крутих і згинаючих моментів.

тних і перевірочних розрахунків зубчастих передач. Треба ознайомитись із рекомендаціями по вибору степені точності зубчастих передач. Треба засвоїти зв'язок між основними силовими і кінематичними параметрами зубчастих передач.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Переваги і недоліки зубчастих передач.
2. Основні види руйнування зубців коліс і критерії працездатності.
3. В яких випадках застосовують прямозубі, косозубі, шевронні і конічні передачі?
4. Якими міркуваннями керуються у виборі матеріалів для зубчастих коліс?
5. Що називається редуктором?
6. Переваги і недоліки планетарних передач у порівнянні із іншими зубчастими передачами?
7. За якими формулами визначають допустимі контактні напруження і напруження від згинання із врахуванням режиму навантаження і строку служби передачі?
8. Які чинники враховують при призначенні ступеню точності передачі?

3.9 Черв'ячні передачі

Треба уявити конструкції черв'ячних передач, їх переваги, недоліки і галузь застосування; кінематику передачі; визначення сил, діючих у зачепленні; виведення формули ККД при ведучому черв'яку; основні критерії працездатності і розрахунку; виведення формул перевірного і проєктного розрахунків робочої поверхні зубців колеса на контактні напруження і на згинання для тихохідних черв'ячних передач; як перевіряється тіло черв'яка на міцність і жорсткість; розрахунок черв'ячного редуктора на нагрів; застосування штучного охолодження.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Переваги і недоліки черв'ячної передачі у порівнянні із зубчатою.
2. Основні види і причини руйнування робочих поверхонь зубців черв'ячного колеса.
3. В яких випадках у черв'ячних передачах застосовується проєктний розрахунок зубців на згинання?

і швидкості у різних сполученнях зубчастих коліс із нерухомими осями обертання і епіциклічних передачах. Слід знати основний закон зачеплення, який встановлює зв'язок між положенням нормалі до профілю і передаточним відношенням.

При вивченні просторових зубчастих передач (конічна і черв'ячна) необхідно звернути увагу на розміщення осей обертання коліс, на основні геометричні параметри коліс, форми і розміщення зубців, а також на перерізи, в яких розміри зубця визначаються стандартним модулем.

Для спрощення побудов під час аналізу та синтезу кулачкових механізмів застосовують метод обертання руху. При вивченні різних законів руху важливо зрозуміти, що при однакових фазах часу максимальні швидкості і пришвидчення залежать від самого руху. Необхідно знати залежність кута тиску від кінематичних параметрів і геометричних розмірів кулачка.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Спроєктуйте кривошипно-коромисловий шарнірний чотирьохланковий механізм за двома заданими крайніми положеннями його коромисла.
2. Як визначається загальне передаточне відношення для складних зубчастих механізмів із нерухомими осями обертання? Що означають знаки "+" і "-" у передаточних відношеннях? Для чого застосовують складні сполучення зубчастих коліс?
3. Як визначається передаточне відношення планетарної передачі?
4. Які вимоги для положення загальної нормалі до профілів зубців для отримання сталого (постійного) передаточного відношення?
5. За модулем і кількістю зубців знайдіть параметри нульового зубчастого колеса: діаметр чотирьох характерних кіл, коловий крок, товщину зубця і ширину западини.
6. Що таке евольвента, як її побудувати, які її властивості?
7. Знайдіть загальні параметри нульових коліс, що знаходяться у зовнішньому зачепленні: початкові кола, полюс зачеплення, міжосьову відстань, кут зачеплення, робочі ділянки профілів, коефіцієнт перекриття.
8. Чому бажано застосування коліс із невеликою кількістю зубців і що перешкоджає у цьому випадку застосуванню нульових коліс?
9. Мета коригування коліс?
10. Знайдіть передаточне відношення конічної зубчастої передачі

11. Як визначити передаточне відношення черв'ячної зубчастієї передачі?
12. Накреслити схеми розповсюджених типів плоских і просторових кулачкових механізмів.
13. Як побудувати профіль кулачка, якщо будуть відомими закон переміщення веденої ланки і положення центру кулачка відносно веденої ланки?

2 ОПІР МАТЕРІАЛІВ

Основні поняття про міцність, жорсткість, стійкість, довговічність. Дійсний об'єкт і розрахункова модель. Внутрішні силові чинники у брусі. Напруження. Класифікація напружених станів бруса. Основні гіпотези опору матеріалів.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які деформації називаються пружними?
2. Які деформації називаються залишковими?
3. Що називається напруженням у точці у даному перерізі?
4. Яке напруження називається нормальним?
5. Яке напруження називається дотичним?
6. Суть методу перерізів.

2.1 Розтягання та стискання

У цій темі розглядаються прості випадки дії сил на стержень і міститься ряд питань (механічні властивості матеріалів, вибір допустимого напруження, статично невизначені задачі), які зустрічаються у інших розділах курсу.

Дуже важливим є питання: границя міцності, границя текучості, допустиме напруження і коефіцієнт запасу міцності, який іноді називають запасом міцності.

Необхідно звернути увагу на те, що механічні характеристики матеріалу (границя пропорційності, границя пружності, границя текучості, границя міцності) знаходяться діленням відповідного навантаження на початкову (первинну) площу поперечного перерізу. При цьому визначаються умовні напруження, а не дійсні.

Користуючись формулами, заснованими на законі Гука, необхідно завжди пам'ятати, що цей закон справедливий тільки до границі пропорційності.

3.6 Фрикційні передачі

Вивчити принцип дії передач, їх застосування у кінематичних ланцюгах приладів і силових передачах. Вивчити основи розрахунку міцності фрикційних катків.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Основні види фрикційних передач.
2. Переваги і недоліки фрикційних передач.
3. Кінематичні залежності для фрикційних передач.

3.7 Пасові передачі

Вивчити види передач і галузь застосування: конструкції, матеріали і з'єднання пасів. Вивчити основні критерії працездатності і розрахунку пасової передачі (тягова здатність паса і його довговічність).

В сучасних методах розроблена теорія розрахунку пасової передачі тільки за тяговою здатністю, а довговічність паса враховується при розрахунку вибором параметрів передачі, встановлених практично.

При вивченні клинопасової передачі треба засвоїти переваги і недоліки цієї передачі у порівнянні із плоскостасовою; підбір її основних елементів по стандартам.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Переваги і недоліки пасових передач у порівнянні з іншими?
2. Різниця між пружним ковзанням паса по шківу і буксуванням?
3. Як визначається передаточне відношення пасової передачі із врахуванням пружного ковзання паса?
4. Як враховується довговічність паса при його розрахунку?
5. Приведіть методику розрахунку пасів за тяговою здатністю.
6. Який вплив робить кут клинового паса на силу тертя його із шківом?
7. Як визначають тиск паса на вал у пасовій передачі?

3.8 Зубчасті передачі

З'ясуйте, які сили діють в зачепленні прямозубої, косозубої і шевронної циліндричної і прямозубої конічної передач; види руйнування; схему навантаження на зубець прямозубого колеса; метод виведення формули розрахунку на згинання і контактну міцність при проє-

3. Як розрахувують зварні з'єднання, які виконані у стик і навантажені зсуваючим зусиллям і моментом? Теж і для зварювального напусткового з'єднання.
4. Як проводиться розрахунок зварного з'єднання навантаженого обертовим моментом?

3.4 Різбові з'єднання

Треба засвоїти основні геометричні параметри різбового з'єднання; залежність між крутним моментом і осьовою силою; методами розрахунку на міцність стержня болта при різних випадках навантаження; розрахунки деталей, з'єднаних декількома болтами.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як визначити зусилля по осі болта, якщо відомий скручувальний момент?
2. Як розрахувують болт, навантажений тільки осьовою силою (стягування болта відсутнє)?
3. Як враховують обертальний момент при розрахунку болтів, встановлених із попереднім стягуванням?
4. Як розрахувують болт, навантажений поперечною силою (болт встановлений в отвір із зазором і без нього)?
5. Як розрахувують болти клемових з'єднань і групові болти, які навантаженні моментом у площині з'єднання деталей?

3.5 Шпонкові, зубчасті (шліцові) і штифтові з'єднання

Необхідно засвоїти конструкцію шпонок і шліців, галузі їх застосування; підбір шпонок і шліців; переваги і недоліки; сили, діючі у з'єднанні; допустимі напруження. Необхідно знати перевірочний розрахунок шпонок і шліців.

Необхідно вивчити конструкції і галузь застосування штифтових з'єднань, а також їх розрахунок на міцність.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як визначаються розміри шпонок?
2. Як виконується перевірочний розрахунок шпонок?
3. Вказати переваги шліцових з'єднань у порівнянні із шпонковими. Зробити їх розрахунок.
4. Для чого існують штуцери? Як їх розрізняють?

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як будується діаграма розтягу?
2. Що називається границею пропорційності?
3. Що називається границею пружності?
4. Що називається границею текучості?
5. Що називається границею міцності?
6. Як формулюється закон Гука?
8. Що називається коефіцієнтом поперечної деформації?
9. У чому різниця між пластичними і крихкими матеріалами?
10. У яких місцях виникає концентрація напружень?
11. Від яких чинників залежить величина запасу міцності?
12. Які задачі називаються статично невизначеними?

2.2 Напружений і деформований стан у точці

Головні напруження відіграють дуже важливу роль при розв'язанні питання стосовно міцності матеріалу: одне із цих напружень є найбільшим, а друге – найменшим із усіх нормальних напружень для даної точки.

Найбільші дотичні напруження виникають на площадках, нахилених під кутом 45° до головних.

При лінійному напруженому стані питання про міцність матеріалу розв'язується легко: необхідно визначити безпечне напруження σ_0 із досліду на просте розтягання (або стискання) і прийняти коефіцієнт запасу міцності та порівняти головне напруження σ із допустимим:

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_0}{S}$$

У випадку плоского та об'ємного напруженого стану задача значно ускладнюється, оскільки невідомо при якій комбінації чисельних значень головних напружень настає небезпечний стан матеріалу. Необхідно, отже, знайти напруження, залежне від головних напружень, при якому виникає безпека руйнування, а потім його числове значення порівняти з допустимим напруженням, яке визначене із досліду на просте розтягання (або стискання).

В залежності від того, який чинник по даній теорії міцності є вирішальним в створюванні безпечного стану матеріалу, отримуємо різні розрахункові формули.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які є види напруженого стану матеріалів?
2. У чому полягає закон парності дотичних напружень?
3. По яким площадкам виникають найбільше і найменше напруження?
4. Як знаходяться головні напруження?
5. Чому дорівнює найбільше дотичне напруження у випадку плоского напруженого стану?
6. Як знаходяться деформації при плоскому і об'ємному напруженому стані?

2.3 Зсув і кручення

Дотичні напруження на двох взаємно перпендикулярних площадках рівні між собою. Цей важливий закон називається законом парності дотичних напружень.

При вивченні деформацій необхідно звернути увагу на те, що одна із діагоналей відокремленого елемента, по граням якого діють дотичні напруження, подовжується, інша – укорочується; таким чином, явище розтягування-стискування і зсуву неможливо розглядати ізольовано одне від одного.

Слід уміти показати на кресленні площадки, на яких виникають напруження зсуву і зминання.

Стержень (вал) зазнає кручення, якщо у його поперечних перерізах виникає крутний момент M_k , тобто якщо внутрішні сили зводяться до пари сил у площині перерізу, перпендикулярній до осі стержня (валу).

При розрахунку на зріз звичайно вважають, що дотичні напруження розподіляються у поперечному перерізі стержня рівномірно.

У випадку кручення круглого стержня дотичні напруження у поперечному перерізі розподіляються нерівномірно, а змінюється за лінійним законом від нуля на осі до найбільшого значення на поверхні стержня.

застосування. З'ясувати основи взаємозамінності, допуски і посадки та їх практичне застосування.

Необхідно знати способи виготовлення деталей (кування, штампування, відливка, зварювання і так інше).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Перерахуйте основні критерії працездатності деталей.
2. Від яких чинників залежить запас міцності і допустиме напруження у машинобудуванні?
3. Які види термічної і хіміко-термічної обробки металів застосовуються у практиці машинобудування?
4. Значення стандартизації у машинобудуванні?
5. Як визначають запас міцності і допустиме напруження при статичних і змінних навантаженнях?
6. Які цілі переслідує стандартизація відхилень і допусків?
7. Як умовно позначити на кресленнях відхилення у системі вала і системі отвору?

3.2 Заклепкові з'єднання

Галузі застосування заклепкових з'єднань. За якими формулами виконуються проєктні і перевірочні розрахунки заклепкових швів (знати розрахункові формули).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Конструкція заклепок.
2. Як розраховувати міцні заклепкові шви?
3. Що таке коефіцієнт міцності шва?

3.3 Зварні з'єднання

З'ясуйте вплив зварювання на конструкцію деталей машин і економічність зварних з'єднань. Як проводиться розрахунок стикових і кутових зварних з'єднань.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Переваги і недоліки зварних конструкцій у порівнянні із клепаними.
2. Типи зварних швів.

2.8 Поняття про втомлюваність матеріалу

У деталях машин часто виникають зміни напруження. Необхідно добре засвоїти поняття границі втомлюваності і розібратись у побудові діаграм для несиметричного циклу.

Слід розуміти різницю між теоретичним коефіцієнтом концентрації напружень, який встановлюється при статичному навантаженні, і ефективним коефіцієнтом концентрації напружень, який використовується при змінних напруженнях і враховує вплив на границю втомлюваності не тільки геометрії перерізу і концентратора, але й матеріалу. Необхідно знати, як знаходиться коефіцієнт чутливості матеріалу до концентрації напружень.

Особливу увагу слід звернути на практичні міри боротьби з явищами втомлюваності.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що називається границею витривалості?
2. Яка емпірична залежність має місце між границею витривалості і границею міцності?
3. Як знаходиться границя витривалості при несиметричному циклі?
4. Які напруження називаються місцевими?
5. Як впливає на величину дійсного коефіцієнту концентрації напружень, характер обробки матеріалу?
6. Як встановлюються допустимі напруження при змінних навантаженнях?

3 ДЕТАЛІ МАШИН

Вивчення даної частини курсу необхідно починати із усвідомлення мети, структури і зв'язку цієї дисципліни із іншими загально технічними і спеціальними дисциплінами. Необхідно засвоїти такі поняття як машина, вузол, деталь, а також уміти давати їх визначення.

3.1 Основи проєктування деталей

Слід засвоїти основні критерії працездатності при розрахунку деталей машин. Необхідно знати основні матеріали, які використовуються у машинобудуванні, їх марки, механічні властивості і галузь

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як формулюється закон Гука при зсуві?
2. Який модуль пружності більший E або G ?
3. Як знаходиться умовна площа зминання заклепки?
4. Які напруження виникають у поперечному перерізі?
5. Як знаходиться величина напруження при крученні?
6. Чи виникають при крученні нормальні напруження?
7. Чому дорівнює полярний момент інерції круглого стержня?
8. Чому дорівнює полярний момент опору кільцевого перерізу?
9. Як робиться розрахунок вала на міцність?
10. Як робиться розрахунок вала на жорсткість?

2.4 Згинання

У теорії згинання важливу роль відіграють моменти інерції, тому корисно це питання розглянути окремо, попередньо згадавши матеріали із теоретичної механіки про статичний момент і центр ваги плоских фігур.

Явище прямого згинання слід вивчати поступово, звернувши особливу увагу на розв'язок задач. Спочатку треба засвоїти дуже важливі поняття згинаючого моменту M_z і поперечної сили Q_y і навчитись будувати епюри M та Q .

Дуже важливе значення має теорема, яка встановлює залежність між M_z і Q_y , за допомогою якої можливо перевіряти побудову епюр. Необхідно звернути увагу на нерівномірність розподілу нормальних напружень по висоті балки і на те, що міцність балки залежить від величини осевого моменту опору. Після цього слід перейти до визначення деформації при згинанні.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. За якими формулами знаходиться координати центра ваги плоскої фігури?
2. Які осі називаються головними?
3. Для яких фігур можливо без обчислення встановити положення головних центральних осей?
4. Відносно яких центральних осей осеві моменти інерції мають найбільше і найменше значення?

5. Як знаходиться згинаючий момент в окремому перерізі балки?
6. Як знаходиться поперечна сила в довільному перерізі балки?
7. Яка залежність існує між величинами M_x і Q_y ?
8. Як знаходиться максимальний згинаючий момент?
9. Який випадок згину називається чистим згином?
10. Як змінюються нормальні напруження по висоті балки?
11. Що називається моментом опору при згинанні?
12. Який переріз має більший момент опору?
13. Як знаходиться величина дотичного напруження при згинанні?
14. Як визначається деформація при згині за інтегралом Мора, правилом Верещагіна?

2.5 Складний опір

Вивчення складного опору починають із косого згинання. Нейтральна лінія при косому згинанні не перпендикулярна до площини зовнішніх сил, а площина, в якій розміщені прогини при косому згинанні, не співпадають із площиною зовнішніх сил.

Явище косого згинання особливо небезпечно для перерізів, які значно відрізняються головними моментами інерції.

Для балок круглого перерізу косе згинання неможливе.

У випадку згинання з крученням виникають нормальні і дотичні напруження.

При визначенні напруження у випадку позакцентрового розтягання або стискання необхідно знати положення головних центральних осей перерізу; тому що від цих осей відраховують відстань точки прикладання сили і точки, в якій визначають напруження.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. В яких точках поперечного перерізу виникають найбільші напруження при косому згинанні?
2. Чи має балка круглого поперечного перерізу зазнавати косе згинання?
3. Як знаходять напруження у довільній точці поперечного перерізу при позакцентровому розтяганні або стисканні?
4. Які напруження виникають у поперечному перерізі стержня при згинанні з крученням?

5. Як знаходяться небезпечні перерізи стержня при згинанні з крученням?
6. Як знаходиться величина розрахункового моменту при згинанні з крученням стержня круглого поперечного перерізу?

2.6 Стійкість стиснутих елементів конструкцій

Небезпечність явища втрати стійкості полягає у тому, що воно може настати при напруженні значно меншому, ніж границя міцності матеріалу. Це напруження називається критичним; для стержнів великої гнучкості його можна визначити за формулою Ейлера. Для стержнів малої і середньої гнучкості використовується формула Ясинського.

Допустиме напруження при розрахунках на стійкість повинне бути зменшене у порівнянні із допустимим напруженням при звичайному стисканні.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. В чому полягає явище втрати стійкості стиснутого стержня?
2. Яка сила називається критичною?
3. Як знаходиться величина критичної сили?
4. У яких межах застосовується формула Ейлера?
5. Як враховується вплив способу закріплення кінців стержня?
6. Що називається гнучкістю стержня?
7. Як знаходиться критичне напруження для стержнів малої і середньої гнучкості?
8. Як проводиться перевірка стержнів на стійкість за допомогою коефіцієнта φ ?
9. Як підбирається переріз стержня при розрахунку на стійкість?

2.7 Концентрація напружень в елементах конструкцій

Концентрація напружень виникає у місцях різкої зміни форми тіла. Необхідно також знати усі чинники, від яких залежить величина коефіцієнту концентрації напружень.

Напруження, які виникають по площадкам контакту двох тіл, що стикаються, називають контактними. Контактні задачі можуть бути розв'язані тільки методами теорії пружності.