

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА

Методичні вказівки

**до самостійної роботи з вивчення дисципліни для студентів
галузі знань 013 «Механічна інженерія»**

спеціальності 136 «Металургія» спеціалізацій «Ливарне виробництво
чорних і кольорових металів», «Обробка металів тиском»

та галузі знань 014 «Електрична інженерія»

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

спеціалізації «Спеціалізовані комп'ютерні електромеханічні системи»

Краматорськ
ДДМА
2021

УДК 620.10

Прикладна механіка : методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни для студентів галузі знань 013 «Механічна інженерія» спеціальності 136 «Металургія» спеціалізації «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів», «Обробка металів тиском» та галузі знань 014 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Спеціалізовані комп'ютерні електромеханічні системи» / уклад. : М. І. Кінденко, С. М. Зінченко, В. Є. Шоленінов. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 36 с.

Методичні вказівки містять базові вимоги до вивчення навчального матеріалу, питання для самоперевірки, список рекомендованої літератури, інформацію про практичні заняття й питання курсу, винесені для самостійного вивчення.

Укладачі: М. І. Кінденко, доц.;
С. М. Зінченко, доц.;
В. Є. Шоленінов, асист.

Відп. за випуск С. Г. Карнаух, доц.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 Структура й класифікація механізмів. Синтез плоских важільних механізмів	5
2 Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів	7
3 Динаміка машин	9
4 Зубчаті передавальні механізми	11
5 Основні поняття опору матеріалів. Розтягання-стискання. Зріз	13
6 Геометричні характеристики перерізів. Кручення валів	15
7 Згинання балок	17
8 Плоский і об'ємний напружений стани. Розрахунок міцності й жорсткості плоских рам	20
9 Складні навантаження	22
10 Механічні передачі. Розрахунок зубчастих передач	24
11 Вали й осі	26
12 Підшипники кочення та ковзання	28
13 Шпонкові та шліцові з'єднання	30
ПИТАННЯ КУРСУ, ВИНЕСЕНІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ	32
ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	33
ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	34
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	35

ВСТУП

«Прикладна механіка» – перша інженерна дисципліна, з якою зустрічаються студенти спеціальності «Металургія» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Знання основ загального машинознавства необхідно кожному сучасному інженеру-металургу та інженеру-електромеханіку, воно допоможе йому розуміти загальні методи дослідження й проєктування механізмів, розрахунки деталей машин, знати умови, при яких деталі досить міцні й надійні, без чого неможливе правильне вирішення питань технології, механізації і автоматизації виробничих процесів.

Самостійна робота студентів – найважливіше доповнення до лекцій і практичних занять. Тільки систематичне самостійне оволодіння теоретичним курсом і вирішення задач дозволяють студенту набути необхідних знань, вмінь і навичок.

У цих методичних указівках у вигляді таблиць наведено короткий виклад того, що повинен засвоїти, знати й уміти студент за матеріалом основних тем дисципліни. Для кожного досліджуваного питання теми зроблені позначки:

л – матеріал викладено на лекції;

п – матеріал розглянутий на практичному занятті;

с – потрібне додаткове самостійне опрацювання матеріалу.

Для самоконтролю засвоєння вивченого матеріалу після кожної теми наведено список питань для самоперевірки.

Наприкінці методичних указівок представлені: список питань курсу, винесених для самостійного вивчення, план практичних занять, загальні рекомендації студенту та рекомендована література.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Теорія механізмів і машин</i>			
1 СТРУКТУРА І КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ. СИНТЕЗ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ			
1.1 Засвоїти й знати		1.2 Уміти	
<i>1.1.1 Структура й класифікація механізмів</i>		<i>1.2.1 Структура й класифікація механізмів</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про механізм і машину. 2. Поняття про ланку. 3. Поняття про назви ланок: стояк, вхідна й вихідна ланка, кривошип, куліса, повзун, шатун, коромисло, камінь, кулачок, зубчасте колесо й т. п. 4. Поняття про кінематичні пари і їхні класифікації. 5. Поняття про число ступенів вільності (рухомості) механізму. 6. Принцип утворення механізмів Л. В. Ассура. 7. Приклади найпростіших механізмів та основних виконавчих механізмів машин ЛВ, ОМТ та ЕСА 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>п. с.</p> <p>л.п.с.</p> <p>п. с.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. За даною моделлю механізму побудувати його кінематичну схему. 2. За кінематичною схемою механізму визначити його будову: вказати стояк, рухливі ланки й кінематичні пари; ланки й пари назвати. 3. За схемою механізму визначити вид руху кожної з ланок, визначити вид кінематичних пар за рухливістю. 4. За схемою механізму визначити необхідну й достатню кількість вхідних ланок, указати ці ланки. 5. Зобразити схеми найпростіших механізмів: кривошипно-повзункового, шарнірного чотириланковика й кривошипно-кулісного (у проміжному й крайньому положеннях). 6. За схемою механізму маніпулятора визначити його рухомість і маневреність. 	<p>п. с.</p> <p>п. с.</p> <p>п.</p> <p>п. с.</p> <p>п. с.</p> <p>п. с.</p>
<i>1.1.2 Синтез плоских важільних механізмів</i>		<i>1.2.2 Синтез плоских важільних механізмів</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Прокручування ланок: умови існування кривошипа для механізмів шарнірного чотириланковика, кривошипно-повзункового й кривошипно-кулісного. 2. Умови передачі сил у механізмах шарнірного чотириланковика й кривошипно-повзункового. 3. Кут тиску ν і передачі руху μ. 4. Умови незаклинювання механізмів. 5. Синтез за коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити, чи буде ланка механізму шарнірного чотириланковика або кривошипно-повзункового, прийнята за вхідну, кривошипом. 2. З'ясувати, чи задовольняє проєктований механізм шарнірного чотириланковика або кривошипно-повзунковий умові незаклинювання. 3. Виконати синтез кривошипно-повзункового механізму за заданим коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки. 	<p>л. с.</p> <p>л.</p> <p>л. с.</p>

1.3 Питання для самоперевірки

1.3.1 Структура і класифікація механізмів

1. Яке призначення механізму?
2. Що розуміють під кінематичними парами, що визначає їхній вид за рухомістю?
3. Яка відмінність вищих кінематичних пар від нижчих?
4. Чим відрізняється плоска кінематична пара від просторової?
5. За якими формулами можна визначити рухомість плоских і просторових механізмів? Який фізичний зміст числових коефіцієнтів цих формул?
6. Як визначити кількість узагальнених координат механізму?
7. Яке співвідношення рухомості механізму й кількості його вхідних ланок?
8. Які ланки важільних механізмів називають кривошипом, повзуном, коромислом, шатуном, кулісою і кулісним каменем?
9. Зобразіть найпростіші механізми – кривошипно-повзунковий, шарнірний чотириланковик і кривошипно-кулісний у проміжних і крайніх положеннях.
10. Чим відрізняється замкнутий кінематичний ланцюг від незамкненого (відкритого)?
11. Що показує рухомість маніпулятора?

1.3.2 Синтез плоских важільних механізмів

1. Записати аналітичні умови існування кривошипа в механізмах шарнірного чотириланковика.
2. Записати умову існування кривошипу в кривошипно-повзункових механізмах.
3. Як графічно з'ясувати, чи буде одна з ланок шарнірного чотириланковика кривошипом?
4. Які кути приймають за кут тиску ϑ і кут передачі руху μ ?
5. У чому фізичний зміст явища заклинювання для кривошипно-повзункового механізму?
6. У чому фізичний зміст явища заклинювання для механізму шарнірного чотириланковика?
7. Як виглядають умови незаклинювання?
8. У якому положенні шарнірного чотириланковика кут тиску $\vartheta = \vartheta_{max}$?
9. У якому положенні кривошипно-повзункового механізму кут тиску $\vartheta = \vartheta_{max}$?
10. Що розуміють під коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки механізму?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Теорія механізмів і машин</i>			
2 КИНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ			
2.1 Засвоїти й знати		2.2 Уміти	
1. Завдання кінематичного аналізу важільних механізмів.	л.	1. Побудувати план механізму в заданих положеннях.	с.
2. Метод планів швидкостей і прискорень.	л. п.	2. За заданою кінематичною схемою механізму написати векторні рівняння швидкостей і вирішити їх графічно, побудувавши план швидкостей.	п. с.
3. Три види руху ланки в площині.	л.	3. За планом швидкостей визначити швидкості точок і величини й напрямки кутових швидкостей ланок механізму.	п. с.
4. Швидкості й прискорення точок при обертальному русі.	л. п.	4. Написати векторні рівняння прискорень і вирішити їх графічно, побудувавши план прискорень.	п. с.
5. Розкладання складного руху на два простих – поступальний і обертальний.	л.	5. За планом прискорень визначити прискорення точок і величину й напрямок кутових прискорень ланок.	п. с.
6. Типи векторних рівнянь, що пов'язують швидкості й прискорення двох точок: перший – точки належать одній і тій самій ланці; другий – точки належать різним ланкам, з'єднаним поступальною парою, і збігаються одна з одною.	л. п.	6. Визначити функцію положення вихідної ланки найпростішого чотириланкового механізму.	л. с.
7. Властивість подібності планів швидкостей і прискорень.	л. п.		
8. Аналітичний метод кінематичного аналізу.	л.		
9. Функції положення й знаходження їх способом замкнутого векторного контуру.	л.		
10. Аналоги швидкостей і прискорень.	л.		
11. Визначення швидкостей і прискорень точок і кутових швидкостей і прискорень ланок через першу й другу похідні від функцій положення.	л.		

2.3 Питання для самоперевірки

1. Що називається масштабним коефіцієнтом?
2. Задача кінематичного аналізу механізмів. Якими методами можна вирішити ці задачі?
3. Які види руху може здійснювати ланка в площині?
4. Які формули визначають швидкість і прискорення точки ланки, що здійснює обертальний рух?
5. Побудуйте план швидкостей і план прискорень кривошипно-повзункового механізму і знайдіть швидкість і прискорення повзуна та величину й напрямку кутової швидкості й кутового прискорення шатуна.
6. Побудуйте план швидкостей і план прискорень шарнірного чотирьохланкового механізму і знайдіть лінійні швидкості й прискорення точок, величину й напрямку кутових швидкостей і прискорень шатуна й коромисла.
7. Що називають функцією положення? Які функції положення потрібні для аналітичного знаходження швидкості й прискорення повзуна, кутової швидкості й кутового прискорення шатуна кривошипно-повзункового механізму?
8. Для кривошипно-повзункового механізму методом замкнутого векторного контуру знайдіть функції положення повзуна й шатуна.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Теорія механізмів і машин</i>			
3 ДИНАМІКА МАШИН			
3.1 Засвоїти й знати		3.2 Уміти	
1. Дві основні задачі динаміки.	л.	1. Записати вираз для роботи сили й вивести з нього формулу потужності сили.	л. с.
2. Найпростіша динамічна модель механізму та її характеристики.	л.	2. Записати вираз для роботи моменту й вивести з нього формулу потужності моменту.	л. с.
3. Зведення мас ланок.	л. п.	3. Записати формули кінетичної енергії ланок, що здійснюють поступальний, обертальний або складний плоский рух, і пояснити всі параметри формул.	л. п. с.
4. Зведення зовнішніх навантажень.	л. п.	4. Записати й пояснити формулу сили інерції ланки.	л. п. с.
5. Рівняння руху машин в інтегральній формі.	л.	5. Записати й пояснити формулу моменту сил інерції ланки.	л. п. с.
6. Рівняння руху машин в диференціальній формі.	л.	6. Визначити зведений до кривошипа момент інерції механізму.	п. с.
7. Режимы й коефіцієнт нерівномірності руху машин.	л.	7. Визначити зведений до кривошипа момент зовнішніх навантажень на механізм.	п. с.
8. Визначення моменту інерції маховика й вибір електродвигуна.	л.	8. Визначити загальний ККД механічної системи, що складається з послідовно й паралельно з'єднаних механізмів.	п. с.
9. Особливості динаміки машин.	л.	9. За заданою діаграмою технологічного навантаження машини з використанням каталогу вибрати для неї електродвигун.	п. с.
10. Зрівноваження машин на фундаменті.	л. п.		
11. Балансування роторів.	л.		
12. Тертя і знос у машинах. Кути й кола тертя. ККД механізмів, самогальмування.	л. п.		
13. Силевий розрахунок механізмів. Метод кінестатики.	л.		
14. Силевий розрахунок структурних груп II класу й первинного механізму без урахування тертя.	л. п.		
15. Урахування при силовому розрахунку сил тертя методом послідовних наближень і методом кутів і кіл тертя.	л. п.		

3.3 Питання для самоперевірки

1. Назвіть дві основні задачі динаміки.
2. Що являє собою найпростіша динамічна модель механізму з рухливістю $W = 1$ і обертовою вхідною ланкою? Назвіть характеристики цієї моделі й поясніть їхній фізичний зміст. За якої умови реальний механізм можна замінити зазначеною динамічною моделлю?
3. Що є мірою інертності поступально рухомої ланки?
4. Що є мірою інертності обертової ланки?
5. Який рух машини називають усталеним, який – неусталеним?
6. Що розуміють під коефіцієнтом нерівномірності руху машини?
7. За рахунок чого можна зменшити коефіцієнт нерівномірності руху машини?
8. З якої умови визначається зведений момент інерції механізму?
9. З якої умови визначається зведений момент зовнішніх навантажень?
10. Пояснити поняття кута тертя.
11. Пояснити поняття кола тертя.
12. Що розуміють під ККД механізму?
13. Що таке коефіцієнт утрат?
14. Яке зрівноваження механізмів називають статичним, моментним і повним (динамічним)?
15. У чому суть статичного зрівноваження важільних механізмів методом замінювальних мас?
16. Записати в загальному вигляді послідовність розрахунків зі статичного зрівноважування кривошипно-повзункового механізму.
17. Записати в загальному вигляді послідовність розрахунків зі статичного зрівноважування механізму шарнірного чотириланковика при мінімальній кількості противаг.
18. У якому випадку ротор буде зрівноважений статично?
19. Якою мінімальною кількістю противаг можна повністю зрівноважити ротор і чому?
20. Сформулюйте принцип Даламбера.
21. Як визначити величину й напрям сили інерції ланки? До якої точки ланки потрібно докласти цю силу?
22. Як визначити величину й напрям моменту сил інерції ланки?
23. Скласти алгоритм силового розрахунку кривошипно-повзункового механізму без урахування тертя.
24. Скласти алгоритм силового розрахунку кривошипно-повзункового механізму з урахуванням тертя методом кутів і кіл тертя.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Теорія механізмів і машин</i>			
4 ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ			
4.1 Засвоїти й знати		4.2 Уміти	
1. Основні типи зубчастих механізмів.	л.	1. Визначити передаточне відношення простого й складного (багатоступінчастого) рядового зубчастого механізму і, користуючись правилом стрілок, указати напрямок обертання кожного колеса.	п. с.
2. Прості й складні рядові й зубчасті механізми та їхнє передавальне відношення.	л. п.	2. Записати формули, що визначають параметри нульових зубчастих коліс.	п. с.
3. Евольвентне зачеплення та його основні властивості.	л.	3. Пояснити поняття ділильного, основного й початкового кіл.	л.
4. Нарізування евольвентних коліс методом обкатки інструментом розрахункового типу.	л. п.	4. Пояснити поняття кроку по ділильному колу й модуля.	л.
5. Евольвентні колеса – нульові й нарізані зі зміщенням інструменту.	л. п.	5. Визначити передаточне відношення планетарного механізму від вхідного центрального колеса до водила і від водила до рухомого центрального колеса.	п. с.
6. Якісні показники евольвентних коліс і зачеплення: згинальна й контактна міцність, зносостійкість, коефіцієнт перекриття.	л.	6. Визначити частоту обертання вихідної ланки диференціального механізму за заданими числами обертів вхідних ланок.	п. с.
7. Епіциклічні зубчасті механізми – планетарні й диференціальні.	л. п.		
8. Передаточне відношення планетарних механізмів.	л. п.		
9. Визначення частоти обертання вихідної ланки диференціальних механізмів за заданими кількостями обертів вхідних ланок.	л. п.		
10. Конічний диференціал автомобіля.	л.		

4.3 Питання для самоперевірки

1. Яке призначення зубчастих механізмів?
2. У яких випадках використовують багатоступінчасті зубчасті механізми?
3. Що називають передаточним відношенням зубчастих механізмів?
4. Як за заданою кінематичною схемою багатоступінчастого зубчастого механізму й частотою обертання вхідного вала визначити частоту обертання вихідного й навпаки? Як визначити частоту обертання будь-якого проміжного вала?
5. Які зубчасті колеса називають евольвентними? Яку криву називають евольвентною?
6. У чому фізичний зміст наступних якісних показників евольвентного зачеплення: згинальна міцність, контактна міцність, зносостійкість, коефіцієнт перекриття?
7. У чому суть методу нарізання евольвентних зубчастих коліс обкаткою інструментом рейкового типу?
8. Яке коло евольвентного колеса називають ділильним?
9. Що таке модуль евольвентного зубчастого колеса?
10. Які евольвентні колеса називають нульовими, а які – нарізаними зі зміщенням інструменту? Що розуміють під зміщенням інструменту?
11. Яка мета зміщення рейкового інструменту при нарізанні евольвентних коліс?
12. Якими своїми колами колеса зубчастої пари зображуються на кінематичних схемах? У чому особливість цих кіл?
13. Які зубчасті механізми називають планетарними?
14. Які зубчасті механізми називають диференціальними?
15. Яка зовнішня ознака відрізняє планетарні механізми від диференціальних?
16. Яким загальним умовам синтезу повинні задовольняти планетарні й диференціальні механізми?
17. Як визначити передаточне відношення планетарного механізму?
18. Як визначити частоту обертання вихідної ланки диференціального механізму за заданими частотами обертання вхідних ланок?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Опір матеріалів (ОМ)			
5 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ. РОЗТЯГАННЯ-СТИСКАННЯ. ЗРІЗ			
5.1 Засвоїти й знати		5.2 Уміти	
1. Переміщення й деформації (лінійні й кутові).	л.	1. Пояснити фізичний зміст внутрішніх силових факторів у перерізі бруса.	л.
2. Основні гіпотези ОМ.	л.	2. Пояснити фізичний зміст напружень: нормальних і дотичних.	л.
3. Внутрішні силові фактори.	л. п.	3. За заданою схемою навантаження визначити напруження в поперечних перерізах стрижня.	п. с.
4. Напруження: нормальні й дотичні.	л. п.	4. За заданою схемою навантаження визначити абсолютне подовження стрижня.	п. с.
5. Алгоритм розрахунків на міцність методом допустимих напружень.	л. п.	5. За заданою схемою навантаження стрижня оцінити його міцність.	п. с.
6. Дві форми закону Гука при розтяганні-стисканні.	л.	6. Визначити площу поперечного перерізу стрижня, що забезпечує його достатню міцність.	п. с.
7. Напруження по поперечному й по похилих перерізах стрижня при розтяганні-стисканні.	л. п.	7. Пояснити фізичний зміст меж міцності, пружності й текучості.	л.
8. Механічні характеристики матеріалів: межі пропорційності, пружності, текучості, міцності.	л.	8. Пояснити фізичний зміст допустимих напружень.	л.
9. Умови міцності й жорсткості при розтяганні-стисканні.	л. п.	9. Виконувати розрахунки деталей машин на зріз.	п. с.
10. Статично невизначені завдання при розтяганні-стисканні.	л.	10. Скласти алгоритм вирішення статично невизначеної задачі на розтягання-стискання.	л. с.
11. Чистий зсув. Закон Гука при зсуві.	л.		
12. Закон парності дотичних напружень.	л.		
13. Умова міцності на зріз.	л. п.		
14. Розрахунки на зріз деталей машин: шпонок, заклепок, зварних швів.	л. п.		

5.3 Питання для самоперевірки

1. Яке тіло називають брусом? Що називають віссю бруса?
2. Що розуміють під лінійною і кутовою деформаціями?
3. У чому полягає принцип незалежності дії сил?
4. У чому полягає гіпотеза плоских перерізів?
5. У чому сутність методу перерізів?
6. Перелічіть шість можливих внутрішніх силових факторів у поперечному перерізі бруса й поясніть їхній фізичний зміст.
7. Що розуміють під напруженням? Що характеризують напруження?
8. Які напруження називають нормальними, які – дотичними? Які види порушення цілісності матеріалів вони викликають?
9. У чому сутність розрахунків на міцність методом допустимих напружень?
10. Який вид навантаження називають розтяганням-стисканням?
11. Як визначити внутрішню нормальну силу в поперечному перерізі стрижня?
12. Результуючою чого є внутрішня нормальна сила N ?
13. Які напруження виникають у поперечних, поздовжніх і похилих перерізах стрижня?
14. Як розподілені нормальні напруження σ за поперечним перерізом стрижня, що працює на чисте розтягання-стискання?
15. Запишіть дві форми закону Гука.
16. Як за заданою схемою навантаження визначити абсолютне подовження стрижня?
17. Що розуміють під межами пропорційності, пружності, плинності й міцності? Пояснити на прикладі діаграми розтягання.
18. Які напруження приймають за граничні для пластичних, а які – для крихких матеріалів і чому?
19. Що таке допустиме напруження?
20. Що розуміють під коефіцієнтом запасу міцності і що визначає вибір його значення?
21. Запишіть умову міцності при розтяганні-стисканні.
22. Як при заданій схемі навантаження стрижня підібрати його переріз?
23. Який вид навантаження називають чистим зсувом?
24. Як виглядає закон Гука при зсуві, виражений через відносні параметри?
25. У чому полягає закон парності дотичних напружень?
26. Запишіть умову міцності на зріз.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Опір матеріалів

6 ГЕОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕРІЗІВ. КРУЧЕННЯ ВАЛІВ

6.1 Засвоїти й знати		6.2 Уміти	
6.1.1 Геометричні характеристики перерізів		6.2.1 Геометричні характеристики перерізів	
1. Статичний момент площі перерізу щодо осі і його одиниця виміру.	л. п.	1. Записати вирази в інтегральній формі для статичних моментів, осьових, полярного й відцентрового моментів інерції площі перерізів щодо взаємно перпендикулярних осей.	л. с.
2. Визначення положення центра ваги плоскої фігури.	л. п.	2. Визначити положення центра ваги плоскої фігури.	л. п. с.
3. Осьові, полярний і відцентровий моменти інерції перерізів відносно взаємно перпендикулярних осей і їхні одиниці вимірювання.	л. п.	3. Визначити осьові й полярний моменти інерції прямокутного й круглого перерізів щодо центральних осей.	л. с.
4. Зв'язок осьових і полярного моментів інерції перерізу для обраної прямокутної системи координат.	л. п.	4. При відомих осьових і відцентровому моменті інерції перерізу щодо центральних осей знайти зазначені моменти інерції щодо довільних осей, паралельних центральним, і навпаки.	л. п. с.
5. Формули переходу для осьового й відцентрового моментів інерції перерізу при паралельному перенесенні осей.	л. п.	5. Визначити осьові моменти інерції складеного перерізу.	л. п. с.
6. Осьові й полярний моменти інерції прямокутного й круглого перерізів щодо центральних осей.	л. п.		
7. Головні й головні центральні осі інерції перерізів.	л.		
8. Визначення моментів інерції складових перерізів.	л. п.		
6.1.2 Кручення валів		6.2.2 Кручення валів	
1. Залежність між крутним моментом, потужністю, переданою валом, і кількістю його обертів.	л.	1. За переданою валом потужністю визначити відповідний крутний момент.	л. с.
2. Побудова епюр внутрішніх крутних моментів і правило знаків для них.	л. п.	2. При заданому навантаженні вала побудувати епюру внутрішніх крутних моментів.	л. п. с.
3. Закон розподілу дотичних напружень у поперечних перерізах вала при крученні.	л.	3. Визначити діаметр вала, що забезпечує достатню його міцність.	л. п. с.
4. Полярні момент інерції і момент опору крученню круглих суцільного й кільцевого перерізів.	л. п.	4. Визначити діаметр вала, що забезпечує достатню його жорсткість.	л. п. с.
5. Умова міцності вала при крученні.	л. п.		
6. Кути взаємного повороту перерізів φ і кут відносного закручування ϑ .	л. п.		
7. Умова жорсткості вала при крученні.	л. п.		

6.3 Питання для самоперевірки

6.3.1 Геометричні характеристики перерізів

1. Як виглядають в інтегральній формі вирази для статичного моменту, осьових, полярного й відцентрового моментів інерції площі перерізів щодо взаємно перпендикулярних осей?
2. Як визначити положення центра ваги заданої плоскої фігури?
3. Як пов'язані між собою сума осьових моментів інерції щодо взаємно перпендикулярних осей і полярний момент інерції відносно точки перетинання цих осей?
4. Як виглядають формули переходу для осьового й відцентрового моментів інерції при паралельному перенесенні осей?
5. Чому дорівнює осьовий момент інерції прямокутного перерізу відносно його центральної осі, паралельної основі?
6. Чому дорівнюють осьові й полярний моменти інерції круглого перерізу?
7. Які осі називають головними центральними осями інерції перерізу?
8. Чому ось симетрії фігури завжди є однією з головних осей інерції?

6.3.2 Кручення валів

1. Який вид навантаження називають крученням?
2. Яка залежність існує між потужністю, що передається валом, крутним моментом і кількістю обертів вала?
3. Які припущення лежать в основі теорії кручення вала? У чому сенс гіпотези плоских перерізів при крученні?
4. Які напруження діють у поперечних, поздовжніх і похилих перерізах вала при крученні?
5. Як розподіляються дотичні напруження по поперечному перерізу вала при крученні?
6. У яких точках поперечного перерізу вала діють максимальні дотичні напруження?
7. Записати умову міцності при крученні.
8. Що називається моментом опору поперечного перерізу вала крученню?
9. Записати формулу для взаємного кута повороту двох перерізів.
10. Що називають відносним кутом закручування вала?
11. Записати умову жорсткості вала.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Опір матеріалів			
7 ЗГИНАННЯ БАЛОК			
7.1 Засвоїти й знати		7.2 Уміти	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Плоский поперечний згин балок 2. Типи опорних закріплень балок: опори шарнірно-рухома, шарнірно-нерухома й жорстке защемлення. 3. Визначення опорних реакцій балок. 4. Визначення внутрішніх згинальних моментів і перерізувальних сил у поперечних перерізах балок. Правила знаків для зазначених силових факторів. 5. Побудова епюр внутрішніх перерізувальних сил і згинальних моментів. 6. Диференціальні залежності між інтенсивністю розподіленого навантаження, внутрішньою перерізувальною силою і згинальним моментом і їхнє використання для перевірки епюр Q і $M_{зг}$. 7. Закон розподілу нормальних і дотичних напружень по поперечному перерізу балок (прямокутному й двотавровому). 8. Осьовий момент інерції і момент опору згину поперечних перерізів балок. 9. Умова міцності балки за нормальними напруженнями. 10. Умова міцності балки за дотичними напруженнями. Формула Журавського. 11. Перевірка міцності тонкостінних балок за еквівалентними напруженнями. 12. Пружна лінія балок при згинанні. 13. Косе згинання. Положення нейтральної осі перерізу при косому згинанні. 14. Визначення σ_{max} при косому згинанні. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. При заданому навантаженні балки побудувати епюри внутрішніх перерізувальних сил і згинальних моментів. 2. Перевірити вірність побудови епюр внутрішніх перерізувальних сил і згинальних моментів за допомогою диференціальних залежностей між q, Q і $M_{зг}$. 3. Знайти для балки при заданому її навантаженні σ_{max} і τ_{max}. 4. При заданому навантаженні балки підібрати її переріз і виконати для нього повну перевірку міцності. 5. Для заданого навантаження балки скласти алгоритм розв'язання задачі з отримання рівняння її пружної лінії. 6. Визначити σ_{max} при косому згинанні в прямокутному або складеному з прямокутників поперечному перерізі. 	<p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. с.</p> <p>л. с.</p>

7.3 Питання для самоперевірки

1. Який вид навантаження називають чистим згинанням?
2. Який вид навантаження називають поперечним згинанням?
3. Який вид згинання називають плоским?
4. Що відбувається з поздовжніми волокнами балки при згинанні?
5. Який шар поздовжніх волокон балки називають нейтральним?
6. Яку лінію поперечних перерізів називають нейтральною віссю?
7. Як знайти внутрішній згинальний момент і перерізувальну силу в конкретному поперечному перерізі балки?
8. Як визначаються знаки внутрішніх перерізувальної сили й згинального моменту?
9. Який існує зв'язок між внутрішніми згинальним моментом, перерізувальною силою і інтенсивністю розподіленого навантаження?
10. Що називають осьовим моментом інерції перерізу балки?
11. Що називають осьовим моментом опору поперечного перерізу балки згинання?
12. Запишіть формулу осьових моменту інерції і моменту опору згинання для прямокутного й круглого перерізів.
13. Як змінюються по поперечному перерізі балки нормальні напруження при згинанні?
14. Як змінюються по поперечному перерізу балки дотичні напруження при поперечному згинанні?
15. Запишіть формулу, що визначає σ на довільній відстані від нейтральної осі перерізу.
16. У яких точках поперечного перерізу діють σ_{max} ? Як виглядає формула для σ_{max} у перерізі?
17. Запишіть умову міцності балки за нормальним напруженням.
18. Запишіть формулу для визначення τ на довільній відстані від нейтральної осі (формула Журавського). Поясніть усі параметри цієї формули.
19. У яких точках поперечного перерізу балки діє τ_{max} ?
20. Запишіть умову міцності балки за дотичними напруженнями.
21. Як підібрати й перевірити на міцність переріз балки при плоскому поперечному згинанні?
22. Для яких поперечних перерізів і яких їхніх точок проводиться додаткова перевірка за еквівалентними напруженнями?
23. Що розуміють під еквівалентними напруженнями?
24. При якому навантаженні балка відчуває косе згинання?
25. Як визначити σ_{max} у прямокутному поперечному перерізі балки при косому згинанні?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Опір матеріалів</i>			
8 ПЛОСКИЙ І ОБ'ЄМНИЙ НАПРУЖЕНИЙ СТАНИ. РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ І ЖОРСТКОСТІ ПЛОСКИХ РАМ			
8.1 Засвоїти й знати		8.2 Уміти	
<i>8.1.1 Плоский і об'ємний напружений стани</i>		<i>8.2.1 Плоский і об'ємний напружений стани</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Напруження по похилих площадках при двохосьовому розтяганні-стисканні. 2. Об'ємний напружений стан. 3. Головні площадки й головні напруження. 4. Визначення при плоскому навантаженні напружень по похилих площадках за відомими головним напруженням і навпаки за допомогою кіл Мора. 5. Узагальнений закон Гука для об'ємного напруженого стану. 6. Теорії міцності. Енергетична теорія і теорія максимальних дотичних напружень. Еквівалентні напруження за зазначеними теоріями для плоского напруженого стану. 7. Контактні напруження. Умова міцності за контактними напруженнями. 8. Змінання. Умова міцності при змінанні. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити напругу по похилих площадках за відомим для певної точки головним напруженням за допомогою кола Мора. 2. За напруженням по двох взаємно перпендикулярних площадках знайти для певної точки головні напруження за допомогою кола Мора 3. Виразити еквівалентні напруження через відповідні σ і τ за енергетичною теорією і теорією максимальних дотичних напружень. 4. Оцінити контактну міцність деталі. 5. Перевірити міцність деталі на змінання. 	<p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p>
<i>8.1.2 Розрахунок міцності і жорсткості плоских рам</i>		<i>8.2.2 Розрахунок міцності і жорсткості плоских рам</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття рами. 2. Ступінь статичної невизначеності рами. Додаткові зв'язки: зовнішні й внутрішні. 3. Розкриття статичної невизначеності рами методом сил. Вибір еквівалентної системи з урахуванням геометричної та навантажувальної симетрії. 4. Система канонічних рівнянь методу сил. Визначення коефіцієнтів системи канонічних рівнянь способом Верещагіна. Побудова для еквівалентної системи епюр згинальних моментів від заданого навантаження й одиничних силових факторів і множення епюр. 5. Побудова результуючої епюри згинальних моментів. 6. Визначення переміщень у заданих точках рами. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити ступінь статичної невизначеності рами. Виявити додаткові зовнішні та внутрішні зв'язки. 2. Розкрити статичну невизначеність рами з використанням методу сил і правила Верещагіна й побудувати для неї епюру внутрішніх згинальних моментів. 3. Знайти для статично невизначеної рами лінійні переміщення (прогини) і кути повороту перерізів. 	<p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p>

8.1 Питання для самоперевірки

8.3.1 Плоский та об'ємний напружений стани

1. Які напружені стани називають лінійним, плоским і об'ємним?
2. Що для конкретної точки тіла розуміють під головними площадками й головними напруженнями? Як позначаються головні напруження для об'ємного стану?
3. Напишіть формули найбільших дотичних напружень для лінійного, плоского й об'ємного станів, виражені через головні напруження.
4. Як для плоского навантаження за допомогою кіл Мора за головними напруженнями знайти напруження по довільних похилих площадках і навпаки?
5. Для чого слугують теорії міцності?
6. Які фактори прийняті за визначальні появи граничного стану за III і IV теоріями міцності?
7. У чому фізичний зміст еквівалентних напружень?
8. Які напруження називають контактними?
9. Як виглядає умова міцності за контактними напруженнями?
10. Чому допустимі контактні напруження значно більше допустимих σ при розтяганні-стисканні?
11. Як виглядає умова міцності на зминання? Яким приймають допустиме напруження на зминання?

8.3.2 Розрахунок міцності й жорсткості плоских рам

1. Яку стрижневу систему називають рамою?
2. Яку систему називають статично невизначеною? Що розуміють під ступенем статичної невизначеності системи?
3. Що розуміють під зовнішньою і внутрішньою невизначеностями?
4. У чому суть методу сил розкриття статичної невизначеності?
5. Скласти алгоритм вирішення задачі з побудови епюри згинальних моментів для статично невизначеної рами.
6. Скласти алгоритм вирішення задачі з визначення згинів і кутів повороту перерізів для рами.

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Опір матеріалів

9 СКЛАДНІ НАВАНТАЖЕННЯ

9.1 Засвоїти й знати		9.2 Уміти	
1. Позацентрове розтягання-стискання.	л. п.	1. Перевірити міцність стрижня при позацентровому розтяганні-стисканні.	л. п. с.
2. Епюра розподілу нормальних напружень по поперечному перерізу стрижня при позацентровому розтяганні-стисканні.	л. п.	2. Перевірити міцність балки при спільній дії згину з розтяганням-стисканням.	л. п. с.
3. Умова міцності при позацентровому розтяганні-стисканні.	л. п.	3. Для вала з насадженими на нього елементами передач обертового руху скласти розрахункову схему.	л. п. с.
4. Спільна дія згину з розтяганням-стисканням.	л. п.	4. Для вала, що знаходиться в умовах спільної дії кручення зі згином, побудувати епюри згинальних і крутних моментів і за максимальним наведеним моментом знайти діаметр, що задовольняє умові міцності.	л. п. с.
5. Епюра розподілу нормальних напружень по поперечному перерізу балки при спільній дії згину з розтяганням-стисканням.	л. п.		
6. Умова міцності при спільній дії розтягання-стискання.	л. п.		
7. Вали, що працюють на спільну дію кручення зі згином.	л. п.		
8. Складання розрахункової схеми вала.	л. п.		
9. Побудова епюр внутрішніх згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площинах і умовної епюри результуючих згинальних моментів для вала.	л. п.		
10. Побудова епюри внутрішніх крутних моментів.	л. п.		
11. Наведені згинальні моменти за енергетичною теорією і за теорією максимальних дотичних напружень.	л. п.		
12. Умова міцності при спільній дії кручення зі згином.	л. п.		
13. Урахування осьових сил при спільній дії кручення зі згином.	л. п.		

9.3 Питання для самоперевірки

1. Яке навантаження називають позацентровим розтяганням-стисканням?
2. Як визначається максимальна напруга в перерізі при позацентровому розтяганні-стисканні?
3. Що таке ядро перерізу і у яких випадках його потрібно знаходити?
4. Як визначається найбільше нормальне напруження в перерізі при спільній дії згину з розтяганням-стисканням?
5. У яких точках перерізу вала при спільній дії кручення зі згином мають місце максимальні еквівалентні напруження?
6. Яка послідовність підбору діаметра вала при спільній дії кручення зі згином, що забезпечує його міцність?
7. Як називається деформований стан стрижня, що спричиняється силами або моментами, які проходять крізь вісь балки?
8. Як називається згин, при якому всі навантаження, які спричиняють згинання, діють в одній площині, що не збігається ні з однією з головних площин?
9. Скільки виникає внутрішніх силових факторів у поперечних перерізах бруса при складному згинанні?
10. Де виникають найбільші напруження при косому згинанні балки?
11. Як називають геометричне місце точок, у яких нормальні напруження дорівнюють нулю?
12. За якою формулою визначаються дотичні напруження при дії двох складових зовнішнього навантаження при косому згинанні?
13. У якому випадку виникає згинання з крученням?
14. Як визначаються еквівалентні напруження при згинанні з крученням за першою теорією міцності?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Деталі машин</i>			
10 МЕХАНІЧНІ ПЕРЕДАЧІ. РОЗРАХУНОК ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ			
10.1 Засвоїти й знати		10.2 Уміти	
<i>10.1.1 Механічні передачі</i>		<i>10.2.1 Механічні передачі</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення механічних передач. 2. Дві основні групи механічних передач: перша – передачі, що базуються на використанні сил тертя; друга – передачі, що базуються на зачепленні. 3. Фрикційні передачі та їхня класифікація. 4. Пасові передачі та їхня класифікація. 5. Зубчасті передачі та їхня класифікація. 6. Ланцюгові передачі та їхня класифікація. 7. Основні співвідношення для кінематичних параметрів і параметрів навантаження механічних передач. 8. Загальний вибір розрахункових навантажень механічних передач. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити основний кінематичний параметр механічної передачі – передаточне число. 2. Знати, як визначаються енергетичні параметри механічної передачі – потужність та коефіцієнт корисної дії. 3. Записати вираз для визначення обертового моменту на валах механічної передачі. 4. Уміти виконувати проєктувальний розрахунок механічної передачі. 5. Уміти виконувати перевірний розрахунок механічної передачі. 	<p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p>
<i>10.1.2 Розрахунок зубчастих передач</i>		<i>10.2.2 Розрахунок зубчастих передач</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Застосування зубчастих передач. 2. Критерії працездатності зубчастих передач: утомна контактна міцність зубів; утомна міцність зубів при згинанні; статична контактна міцність зубів в умовах короткочасних перенавантажень; статична міцність зубів при згинанні в умовах короткочасних перенавантажень. 3. Основні параметри евольвентного зачеплення. 4. Конструкції зубчастих коліс та їхнє виготовлення. 5. Точність зубчастих передач. 6. Матеріали й термообробка зубчастих коліс. 7. Допустимі напруження в розрахунках зубчастих передач. 8. Параметри прямо- та косозубих зубчастих передач. 9. Навантаження на зубці циліндричних зубчастих передач. 10. Порядок розрахунку параметрів циліндричних зубчастих передач зовнішнього та внутрішнього зачеплення. 	<p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л.</p> <p>л.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p> <p>л. п.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначати матеріали й розраховувати допустимі напруження. 2. Призначати орієнтовний кут нахилу зуба та коефіцієнти. 3. Розраховувати міжосьову відстань. 4. Призначати числа зубів. 5. Розраховувати геометричні розміри зубчастих коліс. 6. Призначати ступінь точності зубчастої передачі. 7. Виконувати перевірку на контактну втомну міцність. 8. Виконувати перевірку на втомну міцність при згинанні. 9. Виконувати перевірку на контактну міцність при дії максимальних напружень. 10. Виконувати перевірку на міцність при згинанні максимальним напруженням. 	<p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p> <p>л. п. с.</p>

10.3 Питання для самоперевірки

10.3.1 Плоский та об'ємний напружений стани

1. Що таке механічна передача? З якою метою застосовують механічні передачі?
2. Назвіть дві основні групи механічних передач та наведіть приклади передач кожної групи.
3. Що таке передаточне число механічної передачі? Запишіть вираз для визначення передаточного числа.
4. Розкажіть про принцип роботи фрикційної передачі та назвіть області використання фрикційних передач.
5. Які основні переваги та недоліки фрикційних передач?
6. Дайте загальну характеристику пасових передач та їхню класифікацію.
7. Назвіть основні типи приводних пасів, укажіть їхню будову та матеріал.
8. Чому в пасових передачах обмежують відношення діаметра меншого шківів до товщини паса?
9. Назвіть основні критерії працездатності пасової передачі.

10.3.2 Розрахунок зубчастих передач

1. За якими ознаками класифікують зубчасті передачі?
2. У чому полягає суть основного закону зачеплення?
3. Що таке полюс зачеплення, лінія зачеплення та кут зачеплення?
4. Що називається кроком та модулем зубців?
5. Запишіть формули для визначення основних розмірів вінців циліндричних прямозубих та косозубих коліс.
6. Запишіть формули для визначення колової, радіальної та осьової сил у зачепленні косозубих коліс. Покажіть напрямки цих сил на відповідних рисунках. Чому в зачепленні прямозубих коліс відсутня осьова сила?
7. За якою залежністю ведеться розрахунок зубців на втому при згині? Який параметр зубців має найбільший вплив на напруження згину?
8. Як ведеться розрахунок зубців на міцність при згині максимальним навантаженням?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Деталі машин</i>			
11 ВАЛИ Й ОСІ			
11.1 Засвоїти й знати		11.2 Уміти	
1. Конструкції та матеріали валів і осей.	л.	1. Зображувати розрахункові схеми валів та осей у вигляді балок на шарнірних опорах, які навантажені поперечними та осьовими силами, що виникають у зачепленні встановлених на них зубчастих коліс, від натягу пасової чи ланцюгової передачі та інших встановлених на валу деталей.	л. с.
2. Розрахункові схеми валів і осей. Критерії розрахунку.	л.	2. Записати вираз для визначення діаметру вала з умови міцності на кручення.	л. с.
3. Розрахунок осей на міцність і стійкість проти втомного руйнування.	л. п.		
4. Умову міцності осі при згинанні.	л. п.	3. Визначити реакції опор вала від дії на вал навантаження.	л. п. с.
5. Визначення допустимого напруження за умовою статичної міцності або за умовою забезпечення стійкості проти втомного руйнування та знати складові в цих виразах.	л.		
6. Розрахунок валів на статичну міцність.	л. п.	4. Побудувати епюри згинальних моментів і епюру крутного моменту.	л. п. с.
7. Умову статичної міцності вала.	л.		
8. Визначення еквівалентного напруження для небезпечного перерізу вала.	л.	5. Визначити номінальні напруження в перерізах.	л. п. с.
9. Розрахунок валів на втомну міцність.	л. п.		
10. Визначення коефіцієнта запасу міцності.	л.	6. Визначити максимальне еквівалентне напруження.	п. с.
11. Межі витривалості матеріалу валів.	л.		
12. Розрахунок валів на жорсткість.	л. п.	7. Записати й пояснити формулу загального розрахункового коефіцієнту запасу міцності вала.	л. п. с.
13. Умови достатньої жорсткості вала.	л.		
15. Вибір допустимих пружних переміщень перерізів вала.	л.		
14. Визначення кута закручування вала.	л.		
15. Розрахунок валів для запобігання поперечним коливанням.	л. п.		

11.3 Питання для самоперевірки

1. Яка основна різниця між валом і віссю? З якою метою використовують осі та вали?
2. Назвіть та охарактеризуйте основні конструктивні форми валів.
3. Назвіть матеріали, з яких виготовляють осі та вали. Які види термообробки застосовують для осей та валів?
4. Надайте деякі схеми навантаження осей та валів. Які основні критерії розрахунків валів та осей?
5. У чому полягає різниця в розрахунках осей, що обертаються, і нерухомих?
6. Як називаються опорні частини валів та осей?
7. Дайте назву проміжним і кінцевим цапфам валів та осей.
8. У чому полягає суть розрахунку валів на статичну міцність?
9. Запишіть умову статичної міцності вала.
10. Надайте формулу для визначення еквівалентного напруження та назвіть її складові.
11. Як визначається коефіцієнт запасу міцності?
12. Визначення межі витривалості матеріалу валів.
13. У яких випадках слід забезпечити жорсткість валів? Як ведеться розрахунок валів на жорсткість?
14. Запишіть умови достатньої жорсткості вала.
15. Надайте формулу для визначення кута закручування вала та назвіть її складові.
16. Що таке критична швидкість обертання вала? Як записується умова запобігання поперечним коливанням вала?
17. Від яких факторів залежить критична кутова швидкість вала?
18. У чому полягає проєктний розрахунок валів?
19. Які основні рекомендації щодо конструювання осей та валів?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Деталі машин</i>			
12 ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ ТА КОВЗАННЯ			
12.1 Засвоїти й знати		12.2 Уміти	
1. Призначення підшипників кочення.	л.	Підшипники кочення	
2. Переваги підшипників кочення по відношенню до інших видів опор.	л.		
3. Класифікація, матеріали деталей і точність підшипників кочення.	л.		
4. Монтаж, змащування та ущільнення підшипників кочення.	л. п.		
5. Забезпечення жорсткості та співвісності посадочних гнізд.	л. п.	1. Аналізувати умови навантаження та вибирати типорозміри підшипників.	п. с.
6. Посадки підшипників кочення.	л.	2. Накреслити розрахункову схему для вибору підшипників.	п. с.
7. Навантаження на тіла кочення. Види руйнувань і критерії розрахунку підшипників кочення.	л. п.	3. Визначати розрахункове еквівалентне навантаження на підшипник.	п. с.
8. Підбір підшипників кочення за статичною та динамічною вантажністю.	л. п.	4. Розраховувати довговічність підшипників.	п. с.
9. Розрахункове еквівалентне навантаження на підшипники кочення.	л. п.	Підшипники ковзання	
10. Рекомендації щодо вибору підшипників кочення.	л.		
11. Призначення підшипників ковзання.	л.		
12. Конструкції та матеріали підшипників ковзання.	л.		
13. Змащування підшипників ковзання. Властивості мастил.	л.		
14. Працездатність і режим рідинного тертя підшипників ковзання.	л.	1. Вибирати матеріал для вкладиша підшипників.	п. с.
15. Розрахунок підшипників ковзання.	л. п.	2. Розраховувати та підбирати параметри підшипників для забезпечення режиму рідинного тертя.	п. с.
		3. Визначати коефіцієнт запасу надійності роботи підшипників за товщиною мастильного шару.	п. с.

12.3 Питання для самоперевірки

1. Яка будова підшипників кочення та які їхні переваги й недоліки?
2. Яка класифікація підшипників кочення за різними ознаками?
3. Які бувають класи точності підшипників кочення? Чим характеризуються ці класи точності?
4. Наведіть характерні приклади монтажу опор валів із радіальними підшипниками.
5. Наведіть характерні приклади монтажу опор валів із радіально-упорними підшипниками кочення.
6. Від чого залежить вибір посадки підшипників кочення на вали та в гніздах корпусів опор?
7. Які види мастил застосовують для підшипників кочення?
8. Наведіть приклади конструкцій підшипникових вузлів.
9. У чому полягає суть підбору підшипників кочення за статичною вантажністю? Що таке статична вантажність?
10. У чому полягає суть підбору підшипників кочення за динамічною вантажністю? Що таке динамічна вантажність підшипника?
11. Запишіть та проаналізуйте вираз для визначення довговічності підшипників кочення.
12. Коли доцільно застосовувати підшипники ковзання?
13. Наведіть приклади конструкції підшипників ковзання.
14. Які вимоги ставляться до матеріалів вкладишів у підшипниках ковзання? Назвіть деякі матеріали для виготовлення вкладишів.
15. Які властивості повинні мати мастила, що використовуються в підшипниках ковзання? Назвіть основні групи мастил.
16. Які є основні критерії працездатності підшипників ковзання?
17. Які потрібні умови для досягнення режиму рідинного тертя в підшипниках ковзання?
18. Що таке критична товщина мастила в підшипнику ковзання?
19. У чому полягає суть розрахунків підшипників рідинного тертя?
20. Що таке коефіцієнт завантаженості підшипника ковзання? Від яких факторів він залежить?

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<i>Деталі машин</i>			
13 ШПОНКОВІ ТА ШЛІЦЬОВІ З'ЄДНАННЯ			
13.1 Засвоїти й знати		13.2 Уміти	
		Шпонкові з'єднання	
1. Призначення шпонкових та шліцьових з'єднань.	л.	1. За діаметром вала згідно зі стандартом вибирати такі розміри з'єднання: ширину шпонки, висоту та довжину шпонки; глибину паза на валу й у маточині колеса.	п. с.
2. Ненапружені та напружені шпонкові з'єднання.	л.		
3. Основні розміри, що вказуються на шпонкових з'єднаннях.	л. п.	2. Обчислювати потрібну робочу довжину шпонки та повну довжину шпонки.	п. с.
4. Призматичні шпонки та область їхнього застосування.	л.	3. Вибирати допустиме напруження.	п. с.
5. Сегментні шпонки та область їхнього застосування.	л.	4. Перевіряти міцність шпонкового з'єднання на міцність.	п. с.
6. Клинові шпонки та область їхнього застосування.	л. п.		
7. Розрахунок ненапружених та напружених шпонкових з'єднань.	л. п.		
8. Умова міцності шпонкових з'єднань.	л. п.		
9. Переваги та недоліки різних видів шпонкових з'єднань.	л.	Шліцьові з'єднання	
10. Шліцьове з'єднання з прямокутним профілем зубців та область його застосування.	л.	1. Визначати умовне напруження змінання робочих поверхонь зубців.	п. с.
11. Умовне позначення та допуски шліцьових з'єднань.	л. п.	2. Обчислювати параметри, що характеризують навантаження зубчастого(шліцьового) з'єднання.	п. с.
12. Основний критерій працездатності шпонкових та шліцьових з'єднань.	л.	3. Визначати для обмеження спрацьовування зубців умовне допустиме напруження.	п. с.
13. Умовне допустиме напруження для обмеження змінання та спрацьовування робочих поверхонь.	л. п.	4. Визначати допустиме напруження для запобігання змінання зубців.	п. с.
14. Розрахунок шліцьових з'єднань.	л. п.		

13.3 Питання для самоперевірки

1. Опишіть будову та призначення шпонкових з'єднань. Укажіть переваги та недоліки цих з'єднань.
2. Які є основні види ненапружених та напружених шпонкових з'єднань?
3. Наведіть ескізи ненапружених та напружених шпонкових з'єднань. Проаналізуйте принцип роботи таких з'єднань.
4. За якою умовою міцності розраховують шпонкові з'єднання?
5. Запишіть вираз для умови міцності з'єднання призматичною шпонкою. Проаналізуйте цей вираз.
6. Які фактори впливають на допустимі напруження змінання для шпонкових з'єднань?
7. Назвіть та охарактеризуйте основні типи зубчастих(шліцьових) з'єднань.
8. Зазначте переваги зубчастих (шліцьових) з'єднань перед шпонковими.
9. Назвіть основний критерій працездатності зубчастих(шліцьових) з'єднань.
10. Запишіть та проаналізуйте умову міцності на змінання зубчастого (шліцьового) з'єднання, яке передає тільки обертовий момент.
11. Чому на міцність зубчастих (шліцьових) з'єднань впливають радіальне навантаження та перекидний момент? Як це враховують у розрахунках?
12. Які фактори впливають на допустимі напруження для зубчастих (шліцьових) з'єднань?
13. Наведіть приклади профільних з'єднань і розкажіть про принцип їхнього розрахунку.

ПИТАННЯ КУРСУ, ВИНЕСЕНІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

<i>Теорія механізмів и машин</i>	
Кулачкові механізми	
Питання	Літер-ра
<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення й основні типи кулачкових механізмів. 2. Фази циклу. Фазові й профільні кути. 3. Основні закони руху штовхача. 4. Визначення мінімального радіус-вектора центрального профілю кулачкових механізмів із роликівим штовхачем, що виконує поступальний рух і коливальний. 5. Визначення мінімального радіус-вектора кулачка механізмів із плоским штовхачем, що виконує поступальний рух. 6. Графічна побудова профілів кулачків методом оберненого руху. 	<p>[1], с.162–167</p>
<i>Опір матеріалів</i>	
Міцність при циклічно змінюваних напруженнях	
Питання	Літер-ра
<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про втому металів. 2. Цикли навантаження: симетричний, пульсаційний і довільний. 3. Основні характеристики циклу: мінімальне, максимальне, середнє й амплітудне напруження, коефіцієнт асиметрії циклу й межа витривалості. 4. Межі витривалості при симетричному й несиметричному циклах. 5. Фактори, що впливають на втомну міцність: концентрація напружень, стан поверхні, розміри деталей (масштабний фактор). 6. Визначення запасу міцності при несиметричному циклі. 	<p>[3], с.346–377</p>
<i>Деталі машин</i>	
Розрахунок деталей машин на міцність	
Питання	Літер-ра
<ol style="list-style-type: none"> 1. Оцінка міцності деталей при простих деформаціях. 2. Зміна напружень у часі. 3. Визначення граничних напружень. 4. Допустимі напруження й коефіцієнти запасу міцності. 5. Поняття про ймовірнісні методи оцінки деталей машин. 6. Порядок розрахунку на міцність деталей. 	<p>[8], с.35–54</p>

ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Тема заняття	К-сть годин	Література
	<i>Теорія механізмів і машин</i>		
1	Лабораторно-практичне заняття. Знайомство з різними типами механізмів. Складання кінематичних схем і визначення рухомості механізмів	2	[1], с. 7–12; [2], с. 20–34; [7]
2	Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів методом побудови планів швидкостей	2	[1], с. 14–16; [2], с. 68–82;
3	Визначення інерційних навантажень на ланки механізмів методом побудови планів прискорень	2	[1], с. 14–16; [2], с. 68–82, 145, 146
4	Динамічні моделі механізмів. Приведення сил і мас	2	[1], с. 45–47; [2], с. 178–184
5	Визначення необхідної потужності і вибір електродвигуна для преса	2	[1], с. 185
6	Силовий розрахунок виконавчого кривошипно-повзункового механізму	2	[2], с. 243, 253, 254
7	Зубчасті передавальні механізми: передавальне відношення, параметри коліс і зачеплення	2	[2], с.375–378, 449–466
	<i>Опір матеріалів</i>		
8	Розтягання-стискання стрижнів	2	[5], с. 6–12
9	Кручення валів	2	[5], с. 13–20
10	Геометричні характеристики перерізів	2	
11	Побудова епюр внутрішніх перерізувальних сил і згинальних моментів для балок	2	[5], с. 21–34
12	Підбір перерізів балок з умови міцності	2	[5], с. 35–38
13	Складні навантаження: позацентрове розтягання-стискання, спільна дія розтягання-стискання зі згином	2	[3], с.303–309
14	Спільна дія кручення зі згином	2	[5], с. 40–50
	<i>Деталі машин</i>		
15	Механічні передачі. Зубчасті передачі. Критерії працездатності зубчастих передач. Розрахунок зубчастих передач	2	[8], с. 307–312
16	Розрахункові схеми валів і осей. Критерії розрахунку. Розрахунок осей на міцність і стійкість проти втомного руйнування. Розрахунок валів на статичну міцність та жорсткість	2	[8], с. 410–425
17	Визначення розрахункового еквівалентного навантаження на підшипник кочення. Розрахунок підшипників на довговічність	2	[8], с. 441–450
18	Розрахунок на міцність деталей машин (шпонок, шліців)	2	[1], с.190–193, 199–201
	Усього	36	

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Перш за все запам'ятайте нові для вас поняття.
2. Використовуйте мимовільну пам'ять, яка найкраще проявляє себе при уважному ознайомленні з навчальним матеріалом і осмисленому вирішенні прикладів.
3. При цілеспрямованому запам'ятовуванні навчального матеріалу намагайтеся добре осмислити його й пов'язати з уже відомими вам відомостями.
4. Ніколи не забувайте навчальний матеріал: механічне запам'ятовування – найменш ефективний спосіб навчання.
5. Час від часу повторюйте матеріал, але не перечитуйте його, а постарайтеся згадати; перечитати варто тільки те, що не змогли згадати. Це вимагає набагато менших витрат часу, а знання будуть міцнішими.
6. Дуже хороший спосіб контролю знань – виведення розрахункової формули.
7. При вирішенні кожного прикладу знову й знову записуйте розрахункові формули, так вони автоматично запам'ятовуються.
8. Для деяких розрахунків дуже важлива послідовність їхнього виконання.
9. Завжди супроводжуйте пояснення матеріалу, рішення прикладу й аналіз ескізом або схемою: наочність – дуже важливий фактор.
10. Усвідомте фізичний зміст коефіцієнтів у розрахункових формулах. Формулу треба розуміти й уміти нею користуватися.
11. Учїться користуватися навчальною та довідковою літературою.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Прикладная механика / под ред. К. И. Заблонского. – К. : Высш. школа, 1984. – 280 с.
2. **Кіницький, Я.Т.** Теорія механізмів і машин / Я. Т. Кіницький. – К. : Наукова думка, 2002. – 661 с.
3. **Кинасошвили, Р.С.** Сопротивление материалов / Р. С. Кинасошвили. – М. : Наука, 1975. – 684 с.
4. **Писаренко, Г.С.** Сопротивление материалов/ Г. С. Писаренко, В. А. Агарёв, А. Л. Квитка. – К. : Высш. школа, 1979. – 696 с.
5. Методические указания к контрольным и расчётно-графическим работам по дисциплине «Прикладная механика и основы конструирования» / сост. : С. Н. Зинченко, В. Л. Москаленко. – Краматорск : ДГМА, 2003. – 52 с.
6. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – К. : Наукова думка, 1988. – 736 с.
7. Конструктивно-функціональна класифікація, складання схем і вивчення структурних особливостей механізмів : метод. вказівки до виконання лабораторної роботи 1 з теорії механізмів і машин / уклад. : В. О. Загудаєв, Н. В. Чоста. – Краматорськ : ДДМА, 2000. – 16 с.
8. **Павлюще, В. Т.** Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлюще. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с. : іл. – ISBN 5-11-004-099-1.

ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до самостійної роботи з вивчення дисципліни для студентів
галузі знань 013 «Механічна інженерія»**

спеціальності 136 «Металургія» спеціалізацій «Ливарне виробництво
чорних і кольорових металів», «Обробка металів тиском»

та галузі знань 014 «Електрична інженерія»

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

спеціалізації «Спеціалізовані комп'ютерні електромеханічні системи»

Укладачі:

КІНДЕНКО Микола Іванович

ЗІНЧЕНКО Стела Миколаївна,

ШОЛЕНІНОВ Владислав Євгенович,

Редагування

О. О. Дудченко

15/2020. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,09.

Обл.-вид. арк. 1,64. Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник

Донбаська державна машинобудівна академія

84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК №1633 від 24.12.2003