

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра основ проектування машин

Затверджую:

Декан факультету

інтегрованих технологій і обладнання

_____ /Гринь О.Г./

« ____ » _____ 2021 р.

Гаранти освітньої програми

_____ /Ковальов В.Д./

« ____ » _____ 2021 р.

_____ /Ковалевський С.В./

« ____ » _____ 2021 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

основ проектування машин

Протокол № 1 від 30.08.2021 р.

Завідувач кафедри, к.т.н., доцент

_____ /Карнаух С.Г./

« ____ » _____ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Опір матеріалів»

(повний курс)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 13 «Механічна інженерія»

спеціальність 131 «Прикладна механіка»

133 «Галузеве машинобудування»

ОПП «Прикладна механіка»

«Галузеве машинобудування»

Освітній рівень Бакалавр

Факультет інтегрованих технологій і обладнання

Розробник ст.викладач Капорович С.В.

Краматорськ – 2021 р.

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			Денна	Заочна
Денна	Заочна	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Кількість кредитів	Кількість кредитів		7,5	8,0
Модулів – 4		Спеціальність (професійне спрямування): 131 «Прикладна механіка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4			2	2, 3
Індивідуальне науково-дослідне завдання		133 «Галузеве машинобудування»	Семестр	
Загальна кількість годин			3, 4	4, 5
225	240		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4, самостійної роботи студента – 2,5		Професійна кваліфікація: бакалавр з прикладної механіки	66	18
			Практичні / Лабораторні	
		66/-	6/-	
		Самостійна робота		
		93	216	
		Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Вид контролю:	
			залік, екзамен	екзамен, екзамен

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить 58,66 % (132/225) – для денної форми навчання, 10% (24/240) – для заочної форми навчання.

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програма навчальної дисципліни «Опір матеріалів» складена відповідно до ОПП підготовки бакалавра спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування».

Предметом вивчення дисципліни є інженерні методи розрахунків конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість.

Мета дисципліни: формування у студентів когнітивних, афективних та психомоторних компетентностей, які регламентовані освітньо-професійними програмами за спеціальностями «131 Прикладна механіка» і «133 Галузеве машинобудування» і створюють необхідну наукову базу означених технічних розрахунків. Вивчення курсу повинно дати той мінімум фундаментальних знань і умінь, на базі яких майбутній фахівець буде здатний самостійно вирішувати реальні технічні задачі, оволодівати новими науковими та виробничими досягненнями по профілю його професійної діяльності, проводити дослідження та/або здійснювати інновації, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є вивчення існуючих методів інженерних розрахунків конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість з опануванням загальних принципів конструювання, що передбачають раціональний вибір матеріалів, форм і розмірів типових виробів машинобудування.

Навчальна дисципліна «Опір матеріалів» пов'язана з такими дисциплінами, як «Технологія конструкційних матеріалів», «Вища математика», «Теоретична механіка», «Фізика».

Програмні компетентності. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні компетентності:

- розрізняти види деформації і види напруженого стану;
- застосовувати метод перерізів при будівництві епюр внутрішніх силових факторів;
- орієнтуватися в обчисленні та застосуванні геометричних характеристик перерізів;
- здійснювати оцінки міцності об'єктів, які належать до компетенції «Опору матеріалів»;
- обґрунтовувати вибір матеріалу для випадку проектування реальних об'єктів;
- володіти методами оцінки жорсткості конструкцій;
- володіти методами оцінки міцності статично невизначених та невизначуваних систем;
- виконувати розрахунки на міцність при складному навантаженні;
- орієнтуватись у сучасних теоріях (критеріях) міцності;
- володіти методами оцінки стійкості стрижнів та стрижневих конструкцій;
- володіти методами оцінки міцності систем, які працюють при динамічному режимі навантаження.

Практична частина дисципліни спрямована на отримання навиків:

- вміння застосовувати набуті знання для розв'язання практичних завдань;
- формування власної позиції з дискусійних питань курсу і вміння активно аргументувати її;
- автоматично виконувати весь комплекс технічних розрахунків, передбачених навчальною дисципліною.

Загальні компетентності – знання, розуміння, навички та здатності, якими студент оволодіває у рамках виконання програми навчання, мають універсальний характер.

Загальні компетентності:

- здатність до аналізу та синтезу;
- вміння застосовувати знання на практиці;
- грамотне планування та розподіл часу;
- застосування базових знань професії на практиці;
- усне та письмове спілкування;
- робота з сучасною комп'ютерною технікою;
- дослідницькі вміння;

3.5 Заочна форма навчання (семестр 4б)

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лекції									
Практ. роботи									
Лаб. Роботи									
Сам. Робота	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Консультації									
Модулі	Модуль 2								
Контроль по модулю									3

3.6 Заочна форма навчання (семестр 5)

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Лекції	10														
Практ. роботи	4														
Лаб. роботи															
Сам. робота	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Консультації															
Модулі	Модуль 3							Модуль 4							
Контроль по модулю															3

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох навчальних модулів, які є логічними завершеними, самостійними, цілісними частинами навчального плану.

4 Лекції

Модуль 1 Вступ. Метод перерізів. Розтягання-стискання. Геометрія плоских перерізів

Тема 1 Вступ. Метод перерізів

1. Основні поняття, задачі та місце дисципліни «Опір матеріалів» у системі інженерної підготовки. Прийняті допущення. Реальні об'єкти і розрахункові схеми. Типові елементи конструкцій.
2. Зовнішні сили та їх класифікація. Внутрішні зусилля, метод перерізів. Напруження повні, нормальні та дотичні. Зв'язок напружень з внутрішніми зусиллями.

Література: /1/, с. 9-15, 37-41; /2/, с. 7-20.

Тема 2 Розтягання-стискання

1. Розтягання – стискання. Визначення напружень. Зв'язок напружень і деформацій, закон Гука. Коефіцієнт Пуассона.
2. Побудова епюр поздовжніх сил і напружень при розтяганні – стисканні. Умови міцності. Визначення допустимих напружень. Умова жорсткості.
3. Механічні випробування матеріалів на розтягання і стискання. Діаграми розтягання і стискання, їх особливі точки. Показники міцності та пластичності. Матеріали крихкі та пластичні.
4. Статично визначувані та статично невизначувані стрижневі системи, що працюють на розтягання – стискання. Ступінь статичної невизначуваності, план її розкриття.

Література: /1/, с. 42-43, 83-97, 112-114, 130-134; /2/, с. 20-37.

Тема 3 Геометрія плоских перерізів

1. Статичні моменти площини. Центральні осі та центр ваги плоскої фігури. Положення центрів ваги найпростіших фігур. Способи визначення центрів ваги фігур складної конфігурації.
2. Моменти інерції плоскої фігури, їх види. Зв'язок полярного і осьових моментів інерції. Головні осі інерції. Формули для моментів інерції найпростіших фігур.
3. Залежність між моментами інерції плоскої фігури при паралельному переносі та повороті осей координат.
4. Головні центральні осі плоскої фігури, їх положення. Визначення головних моментів інерції.

Література: /1/, с. 17-29; /2/, с. 104-120.

Модуль 2 Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок і плоских рам. Теорія напруженого стану. Теорії міцності. Зсув. Кручення

Тема 4 Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок і плоских рам

1. Балки і рами, їх елементи і різновиди. Типи опор і опорні реакції. Внутрішні зусилля, правила знаків. Диференційні залежності при згині.
2. Правила побудови епюр внутрішніх зусиль для балок. Особливості епюр у місцях прикладення до балки зосереджених сил і моментів, також на ділянках, де є розподілене навантаження і де воно відсутнє. Визначення екстремальних значень згинальних моментів.
3. Особливості та правила побудови епюр внутрішніх зусиль для плоских рам. Перевірка правильності епюр.

Література: /1/, с. 46-66; /2/, с. 42-68.

Тема 5 Теорія напруженого стану. Теорії міцності

1. Напружений стан у точці тіла, його задавання і компоненти. Індеси нормальних і дотичних напружень. Закон парності дотичних напружень.

2. Головні площадки, головні напруження і головні напрямки. Типи напружених станів. Пряма і зворотна задачі теорії напруженого стану.
3. Аналітичне розв'язання прямої і зворотної задач теорії плоского напруженого стану. Напруження на похилих площадках при лінійному напруженому стані.
4. Графічне розв'язання прямої і зворотної задач теорії плоского напруженого стану, круги Мора.
5. Об'ємний напружений стан. Напруження і деформації. Узагальнений закон Гука. Питома потенційна енергія пружної деформації, її складові.
6. Теорії міцності, їх призначення. Критерії міцності та еквівалентні напруження. Перша і друга теорії міцності, їх області застосування і недоліки, умови міцності.
7. Третя і четверта теорії міцності, їх області застосування і недоліки, умови міцності. Теорія міцності Мора.

Література: /1/, с. 152-187; /2/, с. 68-94.

Тема 6 Зсув. Кручення

1. Чистий зсув, напруження і деформації. Закон Гука при зсуві. Умова міцності, допустимі напруження.
2. Кручення. Зв'язок потужності з крутним моментом. Побудова епюр крутних моментів. Характер деформації і напружений стан стрижнів при крученні.
3. Визначення напружень і деформацій при крученні. Умови міцності та жорсткості.

Література: /1/, с. 44-45, 193-199, 201-203, 206-213; /2/, с. 94-100, 123-132.

Модуль 3 Плоске згинання. Складний опір

Тема 7 Плоске згинання

1. Плоске згинання, його різновиди. Чисте згинання, визначення нормальних напружень. Умова міцності.
2. Поперечне згинання. Визначення дотичних напружень, формула Журавського.
3. Еквівалентні напруження в стрижні при поперечному згинанні. Повна перевірка міцності балки; умови міцності, допустимі напруження.

Література: /1/, с. 237-261; /2/, с.132-156.

Тема 8 Складний опір

1. Складне і косе згинання. Визначення напружень. Положення нейтральної лінії. Умови міцності для стрижня з довільним перерізом.
2. Згинання з розтяганням-стисканням. Визначення напружень. Положення нейтральної лінії. Умови міцності для стрижня з довільним перерізом.
3. Позацентрове розтягання-стискання. Визначення напружень. Положення нейтральної лінії. Умови міцності для стержня з довільним перерізом. Ядро перерізу.

4. Згинання з крученням. Умова міцності. Послідовність проектного і перевірного розрахунків. Особливості вибору допустимого напруження.
Література: /1/, с. 324-352; /2/, с. 142-163.

Модуль 4 Переміщення в пружних системах. Статично невизначувані системи. Стійкість стиснутих стрижнів. Динамічне навантаження. Витривалість.

Тема 9 Переміщення в пружних системах

1. Потенційна енергія пружної деформації стрижня і стрижневої системи в загальному випадку навантаження. Потенційна енергія балок і плоских рам.
 2. Теорема Кастіліано, її недоліки при визначенні переміщень в стрижневих системах.
 3. Метод і інтеграли Мора для визначення переміщень в стрижневих системах.
 4. Чисельні методи визначення переміщень в стрижневих системах. Спосіб Верещагіна, формула крайніх ординат.
- Література:* /1/, с. 354-390, 392-397, 404-412, 416-417, /3/, с. 6-42, 51-56.

Тема 10 Статично невизначувані системи

1. Статично невизначувані балки і рами, ступень їх статичної невизначуваності і послідовність розрахунку. Особливості багатопрогінних нерозрізних балок.
 2. Канонічні рівняння методу сил, їх коефіцієнти і фізична сутність. Деформаційна перевірка. Визначення переміщень у статично невизначуваних балках і рамах.
- Література:* /1/, с. 386-422; /3/, с. 32-59.

Тема 11 Стійкість стиснутих стрижнів

1. Поняття стійкості стиснутого стрижня. Види пружної рівноваги. Критична сила і критичне напруження. Задача Ейлера.
 2. Межі застосування формули Ейлера для критичного напруження. Формула Ясинського. Розрахунки на стійкість стиснутого стрижня з використанням коефіцієнта зменшення основного допустимого напруження.
- Література:* /1/, с. 492-505; /3/, с. 60-75, 77-80.

Тема 12 Динамічне навантаження

1. Особливості динамічного режиму навантаження. Визначення напружень і деформацій при ударі і заданих прискореннях точок системи.
2. Власні коливання пружної системи з одним ступенем свободи без опору середовища. Визначення напружень і деформацій.
3. Власні коливання пружної системи з одним ступенем свободи і лінійним опором середовища, їх особливості і основні параметри.

4. Вимушені коливання пружної системи з одним ступенем свободи. Визначення напружень і деформацій. Резонанс.

Література: /1/, с. 515-561, 590-612; /3/, с. 82-111.

Тема 13 Витривалість

1. Механізм руйнування при циклічно змінюваних напруженнях. Основні характеристики і види циклів. Межа витривалості матеріалу і методи її визначення.

2. Діаграма граничних амплітуд при циклічно змінюваних напруженнях, її особливі точки і схематизація.

3. Вплив концентрації напружень, розмірів і стану поверхні деталі на межу витривалості, урахування цього впливу.

4. Розрахунки на міцність при циклічно змінюваних напруженнях.

Література: /1/, с. 562-589; /3/, с.112-138.

5 Практичні роботи

Мета проведення практичних занять – є підготовка студентів до самостійного виконання ними відповідних розрахунків в рамках РГР, контрольних і екзаменаційних робіт, також у їхній подальшій інженерній практиці.

Практичні заняття проводяться на базі начитаного теоретичного матеріалу і сплановані таким чином, щоб створити у студентів стійкі розрахункові навички і уміння з найбільш важливих для практичного застосування тем курсу. Саме для цього на практичних заняттях пріоритет надається задачам, максимально наближеним за змістом до тематики запланованих РГР, на базі яких побудовані також завдання для контрольних і екзаменаційних робіт курсу.

Внаслідок практичних занять у студентів повинен сформуватись комплекс відповідних знань, умінь і навичок, достатніх для їх подальшої професійної діяльності. Перелік цих знань, умінь і навичок наведений нижче, в описах тематики занять.

Практичне заняття 1

Тема: Визначення опорних реакцій балок та рам.

Мета: Засвоєння методики визначення опорних реакцій балок і плоских рам, що становить основу більшості задач опору матеріалів.

Задачі та зміст роботи:

- дві задачі на визначення опорних реакцій двохопорної статично визначуваної балки;
- дві задачі на визначення опорних реакцій двохопорної статично визначуваної плоскої рами.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання умов рівноваги;
- знання видів опор та опорних реакцій;
- уміння використовувати умови рівноваги для знаходження опорних реакцій;

- навички знаходження опорних реакцій.

Практичне заняття 2

Тема: Розтягання-стискання статично визначуваних стрижневих систем.

Мета: Засвоєння методики розрахунків на міцність і жорсткість статично визначуваних стрижневих конструкцій, що працюють на розтягання та стискання.

Задачі та зміст роботи:

- дві задачі на визначення зусиль, які виникають в стрижневій конструкції, визначення необхідних розмірів поперечних перерізів стрижнів, розрахунок їх абсолютних подовжень.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання умов міцності при розтяганні-стисканні;
- знання послідовності розрахунку на міцність і жорсткість статично визначуваних стрижневих систем;
- вміння визначати зусилля, які виникають в стрижневих конструкціях;
- вміння визначати розміри поперечних перерізів стрижнів;
- вміння розраховувати абсолютне подовження;
- навички користування довідковою літературою.

Практичні заняття 3 та 4

Тема: Розтягання-стискання статично невизначуваних стрижневих систем.

Мета: Засвоєння методики розрахунків на міцність і жорсткість статично невизначуваних стрижневих конструкцій, що працюють на розтягання та стискання.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на визначення зусиль, які виникають в стрижневій конструкції, визначення необхідних розмірів поперечних перерізів стрижнів.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання послідовності розрахунку на міцність і жорсткість статично невизначуваних стрижневих систем;
- вміння визначати зусилля, які виникають в статично невизначуваних стрижневих конструкціях;
- вміння визначати розміри поперечних перерізів стрижнів;
- вміння розраховувати абсолютне подовження;
- навички користування довідковою літературою.

Практичне заняття 5

Тема: Контрольна робота №1 на тему «Розтягання-стискання».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методів розрахунків із зазначених тем.

Задачі та зміст роботи:

- задача на визначення зусиль, які виникають в статично визначуваній стрижневій конструкції, визначення необхідних розмірів найбільш навантаженого стрижня та визначення його подовження;
- задача на визначення зусиль, які виникають в статично невизначуваній стрижневій конструкції.

Практичні заняття 6 та 7

Тема: Геометричні характеристики плоских перерізів.

Мета: Засвоєння методів визначення положення головних центральних осей та величини головних моментів інерції поперечних перерізів стрижнів, складених із стандартних профілів прокату.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на визначення положення головних центральних осей та величини головних моментів інерції складних перерізів стрижнів з однією віссю симетрії, виготовлених із стандартних профілів прокату;
- задачі на визначення положення головних центральних осей та величини головних моментів інерції складних перерізів стрижнів.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання послідовності розрахунку геометричних характеристик плоских перерізів;
- вміння визначати положення центра ваги складного перерізу;
- вміння визначати осьові і відцентровий момент інерції відносно центральних осей;
- вміння визначати положення головних центральних осей;
- вміння визначати моменти інерції перерізу відносно головних центральних осей;
- навички користування довідковою літературою.

Практичні заняття 8 та 9

Тема: Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок.

Мета: Засвоєння методики побудови епюр поперечних сил та згинальних моментів для консольних та двохопорних балок.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів для консольних балок;
- задачі на побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів для двохопорних балок.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання правил та послідовності побудови епюр поперечних сил та згинальних моментів для консольних та двохопорних балок;
- вміння визначати значення поперечних сил у характерних перерізах балки;

- вміння визначати значення згинальних моментів у характерних перерізах балки;
- вміння будувати епюри поперечних сил та згинальних моментів;
- вміння визначати значення екстремального згинального моменту;
- навички побудови епюр внутрішніх зусиль для балок.

Практичні заняття 10, 11 та 12

Тема: Побудова епюр внутрішніх зусиль для рам.

Мета: Засвоєння методики побудови епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для консольних та двохопорних рам.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для консольних рам;
- задачі на побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для двохопорних рам.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання правил та послідовності побудови епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для консольних та двохопорних рам;
- вміння визначати значення подовжніх сил у характерних перерізах рами;
- вміння визначати значення поперечних сил у характерних перерізах рами;
- вміння визначати значення згинальних моментів у характерних перерізах рами;
- вміння будувати епюри подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів;
- вміння визначати значення екстремального згинального моменту;
- навички побудови епюр внутрішніх зусиль для рам.

Практичне заняття 13

Тема: Контрольна робота №2 на тему «Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок та рам».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методики побудови епюр внутрішніх зусиль для балок та рам.

Задачі та зміст роботи:

- задача на побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів для двохопорної балки;
- задача на побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для двохопорної рами.

Практичні заняття 14 та 15

Тема: Визначення нормальних та дотичних напружень при плоскому згинанні.

Мета: Засвоєння методики визначення нормальних та дотичних напружень при плоскому згинанні.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на визначення максимальних нормальних та дотичних напружень;
- задачі на визначення нормальних та дотичних напружень у довільній точці;
- задачі на побудову епюр нормальних та дотичних напружень;
- задачі на визначення розмірів поперечних перерізів.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики визначення нормальних та дотичних напружень;
- вміння визначати максимальні нормальні та дотичні напруження;
- вміння визначати нормальні та дотичні напруження у довільній точці;
- вміння будувати епюри нормальних та дотичних напружень;
- вміння визначати розміри поперечних перерізів;
- навички побудови епюр нормальних та дотичних напружень.

Практичне заняття 16

Тема: Повна перевірка міцності балки.

Мета: Засвоєння методики перевірки балки на міцність.

Задачі та зміст роботи:

- задача на розрахунок балки на міцність.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики перевірки балки на міцність;
- вміння визначати розміри поперечних перерізів;
- вміння перевіряти міцність за нормальними напруженнями;
- вміння перевіряти міцність за дотичними напруженнями;
- вміння перевіряти міцність за еквівалентними напруженнями;
- навички повної перевірки балки на міцність.

Практичне заняття 17

Тема: Контрольна робота №3 на тему «Повна перевірка міцності балки».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методики перевірки балки на міцність.

Задачі та зміст роботи:

- задача на розрахунок балки на міцність.

Практичні заняття 18 та 19

Тема: Складне згинання.

Мета: Засвоєння методики визначення напружень при складному згинанні.

Задачі та зміст роботи:

- задача на визначення нормальних напружень та побудову епюри нормальних напружень при складному згинанні.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики визначення нормальних напружень та побудови епюри нормальних напружень при складному згинанні;
- вміння аналізувати епюри згинальних моментів у вертикальній та горизонтальній площинах та визначати потенційно небезпечні перерізи балки;
- вміння визначати положення нейтральної лінії у перерізі;
- вміння встановлювати координати найбільше віддалених від нейтральної лінії точок;
- вміння розраховувати величини нормальних напружень в кожній з цих точок;
- вміння будувати епюру нормальних напружень;
- навички розрахунку балки при складному згинанні.

Практичне заняття 20

Тема: Складне згинання з крученням.

Мета: Засвоєння методики розрахунку валу, який працює в умовах складного згинання з крученням.

Задачі та зміст роботи:

- задача на визначення діаметра валу при складному згинанні з крученням.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики визначення діаметра валу при складному згинанні з крученням;
- вміння визначати навантаження, яке діє на вал та зубчаті колеса;
- вміння аналізувати епюри згинальних моментів та епюру крутних моментів та визначати потенційно небезпечний переріз балки;
- вміння підраховувати величину приведенного моменту для небезпечного перерізу балки;
- вміння визначати потрібний діаметр валу;
- вміння виконувати перевірку міцності валу з урахуванням подовжньої сили;
- навички розрахунку валу, який працює в умовах складного згинання з крученням.

Практичне заняття 21

Тема: Контрольна робота №4 на тему «Складний опір».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методики розрахунків конструкцій, які працюють в умовах складного опору.

Задачі та зміст роботи:

- задача на визначення напружень при складному згинанні;
- задача на визначення діаметру валу при складному згинанні з крученням.

Практичні заняття 22 та 23

Тема: Визначення переміщень у балках і рамах.

Мета: Засвоєння методики визначення лінійних і кутових переміщень у балках і плоских рамах методом Мора.

Задачі та зміст роботи:

- задачі на визначення лінійних і кутових переміщень у балках методом Мора за допомогою формули крайніх ординат;
- задачі на визначення лінійних і кутових переміщень у рамах методом Мора за допомогою формули крайніх ординат.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики визначення лінійних і кутових переміщень у балках і рамах методом Мора;
- вміння побудови епюр згинальних моментів від дії одиничного фактору;
- вміння визначати лінійні переміщення з використанням формули крайніх ординат;
- вміння визначати кутові переміщення з використанням формули крайніх ординат;
- навички використанням формули крайніх ординат для визначення переміщень у балках і рамах методом Мора.

Практичні заняття 24, 25 та 26

Тема: Розрахунок статично невизначуваних плоских рам.

Мета: Засвоєння методики розрахунку статично невизначуваних плоских рам.

Задачі та зміст роботи:

- задача на розкриття статичної невизначуваності рами (ступінь статичної невизначуваності рами дорівнює 1), побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів, підбор перерізу рами та визначення куту повороту перерізу;
- задача на розкриття статичної невизначуваності рами (ступінь статичної невизначуваності рами дорівнює 2), побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів, підбор перерізу рами та визначення куту повороту перерізу.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики розкриття статичної невизначуваності рами;
- вміння визначається ступінь статичної невизначуваності рами;
- вміння створювати основну систему;
- вміння створювати еквівалентну систему;
- вміння записувати канонічні рівняння методу сил;
- вміння визначати коефіцієнти канонічних рівнянь;
- вміння виконувати деформаційну перевірку;
- навички розкриття статичної невизначуваності рами.

Практичні заняття 27 та 28

Тема: Розрахунок статично невизначуваних балок.

Мета: Засвоєння методики розрахунку статично невизначуваних балок.

Задачі та зміст роботи:

- задача на розкриття статичної невизначуваності балок (ступінь статичної невизначуваності балки дорівнює 1), побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів, підбор перерізу балки, визначення вертикального переміщення точки балки, визначення куту повороту перерізу;
- задача на розкриття статичної невизначуваності балок (ступінь статичної невизначуваності балки дорівнює 2), побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів, підбор перерізу балки, визначення вертикального переміщення точки балки, визначення куту повороту перерізу.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики розкриття статичної невизначуваності балки;
- вміння визначати ступінь статичної невизначуваності балки;
- вміння створювати основну систему;
- вміння створювати еквівалентну систему;
- вміння записувати канонічні рівняння методу сил;
- вміння визначати коефіцієнти канонічних рівнянь;
- вміння виконувати деформаційну перевірку;
- навички розкриття статичної невизначуваності балки.

Практичне заняття 29

Тема: Контрольна робота №5 на тему «Розрахунок статично невизначуваних систем».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методики розрахунку статично невизначуваної балки.

Задачі та зміст роботи:

- задача на розкриття статичної невизначуваності балок (ступінь статичної невизначуваності балки дорівнює 1), побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів, підбор перерізу балки.

Практичне заняття 30

Тема: Підбір перерізу стиснутої стійки.

Мета: Засвоєння методики підбору перерізу стиснутої стійки.

Задачі та зміст роботи:

- задача на підбір розмірів поперечного перерізу для стійки, що стискається центрально прикладеною силою.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики підбору розмірів поперечного перерізу для стійки, що стискається центрально прикладеною силою;
- вміння визначати величину гнучкості стійки у головних площинах;

- вміння визначати величину коефіцієнту зменшення основного допустимого напруження;
- вміння виконувати перевірку на стійкість.

Практичне заняття 31

Тема: Визначення напружень в рамі при ударі.

Мета: Засвоєння методики визначення напружень в рамі при ударі.

Задачі та зміст роботи:

- задача на визначення напружень в рамі при ударі.

Знання, уміння і навички, що формуються в процесі виконання роботи:

- знання методики визначення напружень в рамі при ударі;
- вміння визначати вертикальне переміщення точки удару під дією статично прикладеної сили ваги тіла, що падає на раму;
- вміння визначати динамічний коефіцієнт удару;
- вміння визначати максимальні нормальні напруження, що виникають в рамі внаслідок удару.

Практичне заняття 32

Тема: Контрольна робота №6 на тему «Стійкість. Удар».

Мета: Перевірка засвоєння студентами методики підбору перерізу стиснутої стійки та методики визначення напружень при ударі.

Задачі та зміст роботи:

- задача на підбір перерізу стиснутої стійки;
- задача на визначення напружень в балці при ударі.

Практичне заняття 33

Тема: Огляд розрахункових методів опору матеріалів.

Мета: формування у студентів цілісних уявлень про розрахункові методи опору матеріалів і їх застосування в подальшому навчальному процесі й інженерній практиці.

Задачі та зміст роботи:

- інформація викладача про зв'язок курсу опору матеріалів з іншими курсами технічних дисциплін і застосування в цих курсах розрахункових методів опору матеріалів, також про їх роль в інженерній практиці.

6 Лабораторні роботи

Лабораторний практикум у даному курсі не запланований.

7 Контрольні заходи

7.1 Денна форма навчання

План-графік навчального процесу міститься в додатку А.

Поточний контроль знань студентів складається з шістьох аудиторних контрольних робіт і чотирьох тестових опитувань з теорії в системі Moodle ДДМА. Кожен із зазначених заходів оцінюється за стобальною шкалою. Таким же чином оцінюються і РГР, виконаних студентами за індивідуальними варіантами і також включених в склад контрольних точок курсу.

Поточна успішність кожного студента визначається сумою балів, отриманих ним по всім успішно складеним контрольним точкам, з урахуванням їх вагових коефіцієнтів (додаток Б). Попередня кількість балів по кожній із контрольних точок встановлюється викладачем з огляду на повноту і правильність виконаного завдання. При цьому до успішно зданих відносяться лише заходи, оцінені в 55 балів і вище.

Усі виконані і позитивно оцінені практичні завдання у формі кінцевого звіту зі стандартним титульним аркушем підлягають захисту в кінці кожного семестру. За результатами цього захисту остаточно встановлюється кількість балів за кожну контрольну точку і підраховується інтегральна оцінка поточної успішності.

Третій семестр вивчення дисципліни закінчується письмовим заліком, а четвертий семестр – письмовим екзаменом. До складання заліку/екзамену допускаються студенти, котрі успішно склали всі контрольні точки. Приклади залікових та екзаменаційних білетів наведені у додатку В.

Підсумкова оцінка курсу в балах визначається як половина суми набраних балів за складені контрольні точки і зданий екзамен у 4 семестрі. Вона переводиться у відповідні підсумкові оцінки курсу за національною і міжнародною шкалами.

7.2 Заочна форма навчання

Згідно з діючим в ДДМА положенням поточний контроль на заочному відділенні містить одну контрольну роботу у вигляді тестового опитування з теорії в системі Moodle ДДМА з максимальною оцінкою 100 балів (відповіді на 20 коротких запитань по 5 балів за кожну). Захист цієї роботи не передбачений.

Екзаменаційні білети в даному разі містять 2 практичних завдання (додаток Г). Максимальна екзаменаційна оцінка і в цьому разі становить 100 балів.

Підсумкова оцінка за курс у балах визначається як сума відповідних оцінок контрольної роботи і письмових відповідей на завдання екзаменаційного білета з урахуванням їх вагових коефіцієнтів – 0,4 і 0,6.

8 Самостійна робота

Під час самостійної роботи студенти обох форм навчання вивчають як матеріал аудиторних занять курсу, так і питання, винесені на самостійне вивчення.

Студенти денної форми навчання виконують також заплановані розрахунково-графічні роботи.

Самостійна робота планується на кожну годину аудиторного часу і на питання, винесені на самостійне вивчення.

Розподіл часу самостійної роботи виконується згідно з планом навчального процесу та робочим планом дисципліни.

Під час самостійної роботи студенти звертаються до підручників і посібників з дисципліни, інших інформаційних джерел та допоміжних методичних матеріалів.

9 Рекомендована література

1. Писаренко Г. С. Опір матеріалів / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Є. С. Уманський. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Опір матеріалів» (для студентів всіх механічних спеціальностей денної і заочної форм навчання) / укл.: Л. В. Кутовий, Т. П. Зінченко, В. А. Овчаренко. – Краматорськ: ДДМА, 2007. Ч.1. – 196 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Опір матеріалів» (для студентів всіх механічних спеціальностей денної та заочної форм навчання)/ Уклад.: Л.В.Кутовий, Т.П.Зінченко, В.А.Овчаренко. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – Ч.2. – 168 с.
4. Шевченко Ф. Л. Курс опору матеріалів. Порада до вивчення теорії та розв'язання задач: навчальний посібник / Ф. Л. Шевченко. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – 260 с.
5. Шевченко Ф. Л. Задачі з опору матеріалів: навчальний посібник / Ф. Л. Шевченко, С. М. Царенко. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 356 с.
6. Збірник розрахунково-графічних завдань з курсу «Опір матеріалів» (для студентів всіх механічних спеціальностей денної форми навчання)/Л. В. Кутовий, В. А. Овчаренко, Ю. С. Холодняк, М. О. Соломін, О. Ю. Деньщиков – Краматорськ: ДДМА, 2007. – 220 с.
7. Макаров Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.: ил.

10 Електронні ресурси з дисципліни

1. <http://moodle.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=693>
2. <https://isopromat.ru>
3. <https://sopromats.ru>
4. <https://sopromato.ru>

Додаток А
План-графік повного курсу опору матеріалів денного відділення

Тиждень	Теми лекцій	Зміст практичних занять
Семестр 3		
1	Вступ. Метод перерізів	Визначення опорних реакцій балок та рам
2	Розтягання-стискання	Розтягання-стискання статично визначуваних стрижневих систем
3	Розтягання-стискання	Розтягання-стискання статично невизначуваних стрижневих систем
4	Геометрія плоских перерізів	Розтягання-стискання статично невизначуваних стрижневих систем
5	Геометрія плоских перерізів	Контрольна робота №1 «Розтягання-стискання»
6	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок і плоских рам	Геометричні характеристики плоских перерізів
7	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок і плоских рам	Геометричні характеристики плоских перерізів
8	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок і плоских рам	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок
9	Теорія напруженого стану	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок
10	Теорія напруженого стану	Побудова епюр внутрішніх зусиль для рам
11	Теорії міцності	Побудова епюр внутрішніх зусиль для рам
12	Зсув. Кручення	Побудова епюр внутрішніх зусиль для рам
13	Плоске згинання	Контрольна робота №2 «Побудова епюр внутрішніх зусиль для балок та рам»
14	Плоске згинання	Визначення нормальних та дотичних напружень при плоскому згинанні
15	Плоске згинання	Визначення нормальних та дотичних напружень при плоскому згинанні
Семестр 4а		
1	Складний опір	Повна перевірка міцності балки
2	Складний опір	Контрольна робота №3 «Повна перевірка міцності балки»

3	Складний опір	Складне згинання
4	Переміщення в пружних системах	Складне згинання
5	Переміщення в пружних системах	Складне згинання з крученням
6	Переміщення в пружних системах	Контрольна робота №4 «Складний опір»
7	Статично невизначувані системи	Визначення переміщень у балках і рамах
8	Статично невизначувані системи	Визначення переміщень у балках і рамах
9	Статично невизначувані системи	Розрахунок статично невизначуваних плоских рам
Семестр 4б		
1	Статично невизначувані системи	Розрахунок статично невизначуваних плоских рам
2	Стійкість стиснутих стрижнів	Розрахунок статично невизначуваних плоских рам
3	Стійкість стиснутих стрижнів	Розрахунок статично невизначуваних балок
4	Динамічне навантаження	Розрахунок статично невизначуваних балок
5	Динамічне навантаження	Контрольна робота №5 «Розрахунок статично невизначуваних систем»
6	Динамічне навантаження	Підбір перерізу стиснутої стійки
7	Динамічне навантаження	Визначення напружень в рамі при ударі
8	Витривалість	Контрольна робота №6 «Стійкість. Удар».
9	Витривалість	Огляд розрахункових методів опору матеріалів

Додаток Б

Контрольні точки (КТ) повного курсу опору матеріалів денного відділення

Перелік КТ	Стислий зміст	Тиждень складання	Ваговий коефіцієнт
Семестр 3, модуль 1			0,5
РГР 1.1	Розрахунок статично визначуваної стрижневої системи, що працює на розтягання – стискання	4	0,10
РГР 1.3	Розрахунок статично невизначуваної стрижневої системи, що працює на розтягання – стискання	6	0,10
РГР 3.1	Визначення головних моментів інерції складного перерізу стрижня із стандартних профілів прокату	9	0,10
КР1	Розв'язання двох задач: 1) задача на визначення зусиль, які виникають в статично визначуваній стрижневій конструкції, визначення необхідних розмірів найбільш навантаженого стрижня та визначення його подовження; 2) задача на визначення зусиль, які виникають в статично невизначуваній стрижневій конструкції	5	0,50
ОТ1	Відповіді на 10 тестових запитань з тем 1...3	8	0,20
Семестр 3, модуль 2			0,50
РГР 2.1	Побудова епюр внутрішніх зусиль консольної балки	10	0,04
РГР 2.2	Побудова епюр внутрішніх зусиль двохопорної балки	11	0,08
РГР 2.3	Побудова епюр внутрішніх зусиль консольної рами	12	0,08
РГР 2.4	Побудова епюр внутрішніх зусиль двохопорної рами	13	0,10
КР2	Розв'язання двох задач: 1) задача на побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів для двохопорної балки; 2) задача на побудову епюр подовжніх та поперечних сил, а також згинальних моментів для двохопорної рами	12	0,50
ОТ2	Відповіді на 10 тестових запитань з тем 4...6	13	0,20
Залік			

Перелік КТ	Стислий зміст	Тиждень складання	Ваговий коефіцієнт
Семестр 4, модуль 1			0,50
РГР 4.1	Повна перевірка міцності балки	3	0,10
РГР 4.2	Складне згинання	6	0,10
РГР 4.4	Складне згинання з крученням	7	0,10
КР3	Задача на розрахунок балки на міцність	2	0,20
КР4	Розв'язання двох задач: 1) задача на визначення напружень при складному згинанні; 2) задача на визначення діаметру валу при складному згинанні з крученням	6	0,30
ОТ3	Відповіді на 10 тестових запитань з тем 7...8	7	0,20
Семестр 4, модуль 2			0,50
РГР 5.3	Розрахунок статично невизначуваних плоских рам	5	0,10
РГР 6.1	Підбір перерізу стиснутої стійки	8	0,10
РГР 6.2	Визначення напружень в рамі при ударі	9	0,10
КР5	Задача на розкриття статичної невизначуваності балок (ступінь статичної невизначуваності балки дорівнює 1), побудову епюр поперечних сил та згинальних моментів, підбор перерізу балки	5	0,30
КР6	Розв'язання двох задач: 1) задача на підбір перерізу стиснутої стійки; 2) задача на визначення напружень в балці при ударі	8	0,20
ОТ4	Відповіді на 10 тестових запитань з тем 9...13	9	0,20
Екзамен			

Примітка. Максимальна оцінка кожної контрольної точки – 100 балів.

Додаток В

Зразки залікових та екзаменаційних білетів (денна форма навчання)

Донбаська державна машинобудівна академія Напрям: МАШ, ПМ, ЗВ Навчальна дисципліна: Денна форма навчання Семестр 3 Опір матеріалів Повний курс Заліковий білет № ____	
Відповіді на 10 тестових запитань з теорії (20 балів) в системі Moodle	
Задача 1 (40 балів) З умови міцності підібрати діаметр найбільш навантаженого стрижня і визначити його подовження, якщо $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.	
Задача 2 (40 балів) Для заданої балки побудувати епюри поперечних сил і згинальних моментів.	
Затверджено на засіданні кафедри основ проектування машин (протокол № ____ від _____)	
Зав. кафедрою _____ Карнаух С.Г. Екзаменатор _____ Капорович С.В.	

Донбаська державна машинобудівна академія Напрямок: МАШ, ПМ, ЗВ Навчальна дисципліна: Денна форма навчання Екзаменаційний білет № _____		Семестр 4б Опір матеріалів Повний курс
Відповіді на 10 тестових запитань з теорії (20 балів) в системі Moodle		
<p>Задача 1 (50 балів)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Розкрити статичну невизначеність 2) Побудувати епюри Q и M 3) Виконати деформаційну перевірку 4) Підібрати переріз у вигляді двотавра, якщо $[\sigma]=160$ МПа. 		
<p>Задача 2 (30 балів)</p> <p>Підібрати розміри поперечного перерізу стійки, якщо матеріал, з якого виготовлена стійка – Ст.3, $[\sigma]=160$ МПа.</p>		
Затверджено на засіданні кафедри основ проектування машин (протокол № _____ від _____)		
Зав. кафедрою _____ Карнаух С.Г. Екзаменатор _____ Капорович С.В.		

Додаток Г

Зразки екзаменаційних білетів (заочна форма навчання)

Донбаська державна машинобудівна академія Напрямок: МАШ, ПМ, ЗВ Навчальна дисципліна: Заочна форма навчання Екзаменаційний білет № _____		Семестр 4б Опір матеріалів Повний курс
Задача 1 (60 балів) З умови міцності підібрати діаметр найбільш навантаженого стрижня і визначити його подовження, якщо $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.		
Задача 2 (40 балів) Визначити головні моменти інерції складного перерізу.		
Затверджено на засіданні кафедри основ проектування машин (протокол № _____ від _____)		
Зав. кафедрою _____ Карнаух С.Г.		
Екзаменатор _____ Капорович С.В.		

Донбаська державна машинобудівна академія

Напрямок: МАШ, ПМ, ЗВ

Семестр 5

Навчальна дисципліна:

Опір матеріалів

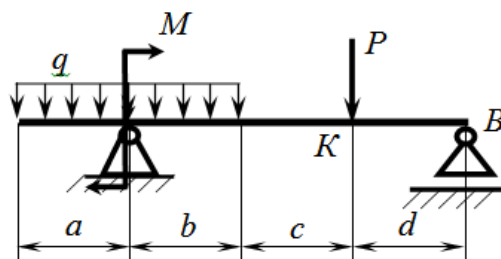
Заочна форма навчання

Повний курс

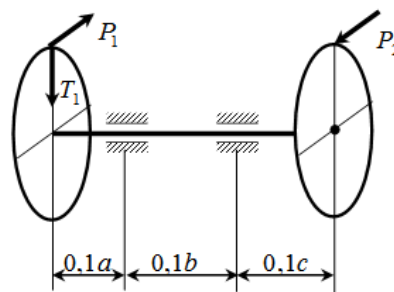
Екзаменаційний білет № ____

Задача 1 (60 балів)

Для заданої сталеві балки побудувати епюри внутрішніх зусиль і підібрати її переріз (двотавр), якщо $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Визначити переміщення точки K балки.

**Задача 2 (40 балів)**

Виходячи з третьої теорії міцності, визначити діаметр нерухомого вала, якщо $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$, $P_1 = P$, $T_1 = 0,364P_1$, діаметри коліс $D_1 = 0,15a$, $D_2 = 0,15b$.



Затверджено на засіданні кафедри основ проектування машин
(протокол № ____ від ____)

Зав. кафедрою _____ Карнаух С.Г.

Екзаменатор _____ Капорович С.В.