

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Будівельна механіка і гідравліка”

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни

“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” з урахуванням модульної системи

Харків – 2010

Програма розглянута та рекомендована до друку на

засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки
20 листопада 2008 р., протокол № 4.

Рекомендується для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів:

курс – 2-й, семестри – 3-й і 4-й (денна форма навчання)

курс – 3-й, семестри – 5-й і 6-й (заочна форма навчання)

курс – 4-й, семестри – 7-й (заочна форма навчання, скорочена)

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри БКВРМ

д.т.н., проф. Є.С. Венцель

Укладачі:

проф. Е.Д. Чихладзе,
доценти М.Г. Черненко,
О.М. Кобзева

Рецензент

проф. В.П. Кожушко

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ДИСЦИПЛІНИ
“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” з урахуванням модульної системи

Відповідальний за випуск Кобзева О.М.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 18.02.09 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення № Тираж 50. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейербаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

Будівельний факультет

Кафедра « Будівельна механіка і гідравліка »

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни
“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні,
будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання”
з урахуванням модульної системи

Голова методичної комісії будівельного факультету
к.т.н., доц. Л.В.Трикоз

Зав.кафедри будівельної механіки та гідравліки
д.т.н., проф. Е.Д. Чихладзе

Укладачі:
д.т.н., проф. Е.Д. Чихладзе
к.т.н., доц. М.Г. Черненко
к.т.н., доц. О.М. Кобзева

Харків – 2010

Програма розглянута та рекомендована до друку на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки 20 листопада 2008р., протокол № 4.

Рекомендується для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів:

курс – 2-й, семестри – 3-й і 4-й (денна форма навчання)

курс – 3-й, семестри – 5-й і 6-й (заочна форма навчання)

курс – 4-й, семестри – 7-й (заочна форма навчання, скорочена)

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри БКВРМ

д.т.н., проф. Є.С. Венцель

Укладачі:

проф. Е.Д. Чихладзе,
доценти М.Г. Черненко,
О.М. Кобзева

Рецензент
проф. В.П. Кожушко

РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ВИДАМИ ЗАНЯТЬ

Кредитні модулі	Обсяг годин / кредитів	Самостійна робота, год	Види занять і число балів	
3-й семестр				
Модуль 1:			Вимоги кафедри:	
Лекції	17/0.47	17	Якість і повнота конспекту	10
Практичні	17/0.47	9	Активність і готовність до практичних занять	10
Лабораторні	34/0.94	12	Лабораторні роботи	10
Консультації	6		Домашні розрахункові роботи.....	30
РГР	19/0.53	19	Тестування	30
Оформлення модуля	5			
Модуль 2:			Критерії оцінки:	
Лекції	17/0.47	17	90–100 / 5 / A	
Практичні	17/0.47	9	82–89 / 4 / B	
Лабораторні	34/0.94	12	75–81 / 4 / C	
Консультації	6		69–74 / 3 / D	
РГР	19/0.53	19	60–68 / 3 / E	
Оформлення модуля	5		35–59 / 2 / FX	
Іспит	6		0–34 / 2 / F	
4-й семестр				
Модуль 1:			Вимоги кафедри:	
Лекції	18/0.5	18	Якість і повнота конспекту	10
Практичні	54/1.5	27	Активність і готовність до практичних занять	10
Лабораторні	54/1.5	18	Лабораторні роботи	10
Консультації	11		Домашні розрахункові роботи.....	30
РГР	28/0.78	28	Тестування	30
Оформлення модуля	7			
Модуль 2:			Критерії оцінки:	
Лекції	18/0.5	18	90–100 / 5 / A	
Практичні	54/1.5	27	82–89 / 4 / B	
Лабораторні	54/1.5	18	75–81 / 4 / C	
Консультації	11		69–74 / 3 / D	
РГР	29/0.78	29	60–68 / 3 / E	
Оформлення модуля	7		35–59 / 2 / FX	
Іспит	9		0–34 / 2 / F	

Всього	354		
--------	-----	--	--

3-Й СЕМЕСТР

Модуль 1

Лекційні заняття

1 Предмет і завдання курсу "Опір матеріалів". Зв'язок курсу з іншими загальноінженерними та спеціальними дисциплінами. Гіпотези і принципи опору матеріалів. Основні конструктивні елементи, що вивчаються в опорі матеріалів. Реальна конструкція і її модель – розрахункова схема. Класифікація навантажень.

2 Внутрішні сили. Метод перерізів. Загальний випадок стержня, навантаженого просторовою системою сил. Розтягування-стиск, зсув, згинання, кручення як окремі випадки навантаження стержня. Алгоритм обчислення і правило знаків при визначенні внутрішніх сил для зазначених окремих випадків.

3 Диференціальні залежності при згинанні. Епюри внутрішніх сил. Правила побудови і контролю епюр.

4 Поняття про напружений стан у точці: нормальні і дотичні напруження. Зв'язок між внутрішніми силами і напруженнями.

5 Розтягування і стиск. Напруження при розтягуванні і стиску. Гіпотеза плоских перерізів. Поздовжні і поперечні деформації. Закон Гука. Модуль пружності і коефіцієнт поперечної деформації. Їхні числові значення для найбільш розповсюджених конструкційних матеріалів. Потенційна енергія пружної деформації.

6 Експериментальне дослідження властивостей матеріалів при розтягуванні і стиску. Діаграми розтягування і стиску пластичних і крихких матеріалів. Розрахунок на міцність при розтягуванні і стиску. Умова міцності. Вибір допустимого напруження. Три типи задач в опорі матеріалів.

7 Урахування власної ваги стержня при розтягуванні-стиску. Стержень рівного опору. Статично невизначні задачі

при розтягуванні і стиску.

8 Зсув. Напруження і деформації при зсуві. Діаграма зсуву. Механічні характеристики матеріалів при зсуві. Чистий зсув. Закон Гука при чистому зсуві. Зв'язок між пружними константами E , G і ν . Потенційна енергія при зсуві. Розрахунки на міцність. Практичне застосування теорії зсуву до розрахунку клепаних і зварних з'єднань деталей і вузлів механізмів.

Практичні заняття

1 Визначення реакцій опор у балках, плоских і просторових рамах.

2 Побудова епюр внутрішніх сил у балках і рамах.

3 Побудова епюр внутрішніх сил для просторових і кривих стержнів.

4 Визначення напружень і переміщень при розтягуванні і стиску.

5 Розв'язання статично невизначених задач при розтягуванні і стиску.

Лабораторні роботи

1 Випробування на розтягання сталі та інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.

2 Визначення модуля пружності та границі пропорційності для сталі й інших матеріалів.

3 Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі та інших матеріалів.

4 Випробування сталі та чавуну на стискання з визначенням основних механічних характеристик.

Перелік розрахункових робіт

1 Побудова епюр внутрішніх сил у стержнях різного обрисі з контролем розв'язку на комп'ютері.

2 Розрахунки на розтягування і стиск. Визначення геометричних характеристик перерізів.

Контрольні запитання

- Гіпотези опору матеріалів.
- Формулювання принципу суперпозиції.
- Геометричні ознаки, характерні для стержня, пластини, масивного тіла.
 - Що таке зосереджена сила або момент?
 - Які види розподілених навантажень ви знаєте?
 - Розмірність розподіленого навантаження.
 - Діаграми розтягування пластичних та крихких матеріалів.
 - Скільки незалежних констант пружності має ізотропний матеріал?
 - Що таке напруження в деформованому тілі?
 - Які два види напружень можуть виникати на виділеній площадці?
 - Які внутрішні сили виникають у перерізі елемента?
 - Зв'язок відносних лінійних деформацій і переміщень.
 - Зв'язок відносних кутових деформацій і переміщень.
 - Вкажіть ознаку геометрично нелінійної системи.
 - Що називається епюрою внутрішньої сили?
 - Для чого будують епюри внутрішніх сил?
 - Дайте характеристику шарнірно-рухомої опори.
 - Дайте характеристику шарнірно-нерухомої опори.
 - Дайте характеристику защемлення.
 - Які умови повинні виконуватися для нерухомого з'єднання плоских балок із землею?
 - Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у шарнірно-опертих балках?
 - Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у консольних балках?
 - Як перевірити правильність визначення опорних

реакцій?

- Які системи називаються статично визначними?
- Які системи називаються статично невизначними?
- Як визначаються згинальний момент та поперечна сила у перерізі?
- Диференційні залежності між внутрішніми силами при згинанні.
- Яке правило знаків прийняте для поперечної сили?
- Яке правило знаків прийняте для згинального моменту?
- Як змінюється згинальний момент на ланці балки, де немає розподіленого навантаження?
- Як змінюється згинальний момент на ланці балки, де прикладене розподілене навантаження?
- Як змінюється поперечна сила на ланці балки, де немає розподіленого навантаження?
- Як змінюється поперечна сила на ланці, де прикладене розподілене навантаження?
- Що буде на епюрі Q в перерізі, де прикладена зосереджена сила F ?
- Що буде на епюрі M у перерізі, де прикладений зосереджений момент?
- Якщо поперечна сила в перерізі балки, завантаженої розподіленим навантаженням, дорівнює нулю, то що можна сказати про згинальний момент у цьому перерізі?
- Які внутрішні сили можуть виникати в поперечних перерізах плоских рам і криволінійних стержнів?
- Які залежності існують між зовнішнім навантаженням, поздовжньою, поперечною силою і згинальним моментом у стержні кругового обрису?
- Яке правило знаків прийняте для поздовжньої сили?
- Яка залежність існує між поздовжньою силою й інтенсивністю поздовжнього розподіленого навантаження?
- Яке правило знаків прийняте для крутного моменту?
- Яка залежність існує між крутним моментом та

інтенсивністю моментного розподіленого навантаження?

- Узагальнений закон Гука.
- У чому полягає принцип Сен-Венана?
- У чому полягає гіпотеза Я. Бернуллі?
- Як обчислюються нормальні напруження в поперечному перерізі розтягнутого стержня?
 - Як визначаються нормальні і дотичні напруження на нахилених площадках?
 - На яких площадках нормальні напруження досягають максимальних значень?
 - На яких площадках дотичні напруження досягають максимальних значень?
- Що називається відносною поздовжньою деформацією?
 - Яка розмірність відносної поздовжньої деформації?
 - Що називається відносною поперечною деформацією?
 - Яка розмірність відносної поперечної деформації?
 - Що називається коефіцієнтом Пуассона, якщо ε' - відносна поперечна деформація, ε - відносна поздовжня деформація?
 - У яких межах змінюється коефіцієнт Пуассона?
- Сформулюйте закон Гука при розтяганні-стиску і запишіть його математичний вираз.
 - Одиниці виміру модуля пружності.
 - Чому дорівнює модуль пружності для сталі?
 - Чому дорівнює питома потенційна енергія при розтяганні?
- Які задачі називаються статично невизначними?
- У яких координатах випробувальна машина буде діаграму розтягання?
 - Що називається границею пропорційності?
 - Що називається границею пружності?
 - Що називається границею текучості?
 - Що відбувається зі зразком при досягненні максимального навантаження?
 - Що називається границею міцності?

- Що називається пластичністю?
- Що називається крихкістю?
- Що таке наклеп?

- Як змінюються пластичні властивості сталі з підвищенням температури?
- У яких випадках використовується метод граничних станів?
- Що називається граничним станом?
- Що таке надійність споруди?
- Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом граничних станів?
- У яких випадках використовується метод допустимих напружень?
- Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом допустимих напружень?
- Що таке $[\sigma]$?
- Як визначається $[\sigma]$ для пластичних матеріалів, якщо n – коефіцієнт запасу?
- Як визначається $[\sigma]$ для крихких матеріалів, якщо n – коефіцієнт запасу?
- Яка деформація називається “розтягуванням-стиском”?
- Які виникають внутрішні сили?
- Яка деформація називається зсувом та чистим зсувом?
- Які виникають внутрішні сили?
- Які напруження виникають при зсуві у перерізі стержня?
- Що таке абсолютний зсув та відносний зсув?
- Як визначається напруження у перерізі стержня при зсуві?
- Як записується закон Гука при зсуві?
- Зв’язок модулів пружності 1-го та 2-го роду.
- Які з’єднання розраховуються на зсув?

Модуль 2

Лекційні заняття

9 Основи теорії напруженого і деформованого стану. Напруження при розтягуванні і стиску на площадках, нахилених до осі стержня. Плоский напружений стан. Закон парності дотичних напружень. Напруження на нахилених площадках. Головні площадки і головні напруження.

10 Об'ємний напружений стан. Напруження на нахиленій площадці. Головні напруження. Інваріанти напруженого стану. Закон Гука при складному напруженому стані. Питома потенційна енергія. Зміна об'єму при складному напруженому стані. Модуль об'ємної деформації. Енергія зміни об'єму й енергія зміни форми.

11 Гіпотези міцності. Призначення гіпотез міцності. Гіпотеза найбільших нормальних напружень. Гіпотеза найбільших деформацій. Гіпотеза найбільших дотичних напружень. Енергетична гіпотеза міцності.

12 Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти площі перерізу. Осьові, полярний та відцентровий моменти інерції перерізу і їх обчислення для найпростіших перерізів. Залежність між моментами інерції при паралельному переносі осей.

13 Зміна величини моментів інерції при повороті осей. Головні осі і головні моменти інерції. Моменти інерції складених перерізів. Поняття радіуса інерції перерізу.

14 Плоске згинання прямих стержнів. Чисте згинання. Основні гіпотези. Залежність між згинальним моментом і кривизною осі зігнутого бруса при чистому згинанні. Нормальні напруження при чистому згинанні. Розподіл нормальних напружень по висоті перерізу. Найбільші нормальні напруження. Поняття моменту опору перерізу. Плоске

поперечне згинання. Умови поширення формули нормальних напружень на плоске поперечне згинання. Умова міцності за нормальними напруженнями.

15 Дотичні напруження при згинанні. Формула Д.І. Журавського. Розподіл дотичних напружень по висоті перерізу балок прямокутного і двотаврового профілю. Умова міцності за дотичними напруженнями. Головні напруження. Використання теорій міцності при перевірці за головними напруженнями. Раціональні форми перерізів балок. Потенційна енергія пружної деформації при згинанні.

16 Визначення переміщень при згинанні. Наближене диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Аналітичний метод визначення переміщень.

17 Метод початкових параметрів. Графоаналітичний метод.

Практичні заняття

6 Розв'язання задач на плоский і об'ємний напружений стан.

7 Визначення геометричних характеристик простих і складених перерізів.

8 Визначення нормальних і дотичних напружень при згинанні.

9 Визначення переміщень при згинанні.

Лабораторні заняття

5 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання та перерізання.

6 Випробування твердості різних матеріалів методом вдавлювання.

7 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень у двотавровій балці в зоні чистого згинання.

8 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень у балці прямокутного перерізу при поперечному

згинанні.

Перелік розрахункових робіт

3 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем розв'язку на комп'ютері.

Контрольні запитання

- Дайте характеристику плоского напруженого стану.
- Дайте характеристику плоскої деформації.
- Що характеризує напружений стан у точці?
- Які напруження називаються головними?
- Як визначити положення головних площадок при плоскому напруженому стані?
 - Як визначити значення головних напружень при плоскому напруженому стані?
 - Як розташовані площадки з напруженнями τ_{\max} ?
 - Як виражаються τ_{\max} через головні напруження при плоскому напруженому стані?
 - Що позначають l , m , n при об'ємному напруженому стані?
 - Укажіть залежність між направляючими косинусами.
 - Як визначається повне напруження при об'ємному напруженому стані?
 - Чому I_1 , I_2 , I_3 називають інваріантами напруженого стану?
 - Укажіть формулу для питомої потенційної енергії при об'ємному напруженому стані.
 - Укажіть формулу для питомої потенційної енергії зміни об'єму.
 - Укажіть формулу для питомої потенційної енергії зміни форми.
 - Узагальнений закон Гука.
 - Основна задача теорій міцності.
 - З якими напруженнями пов'язане руйнування пластичних матеріалів?

- Від якого виду деформацій відбувається руйнування пластичних матеріалів?
- З якими напруженнями пов'язане руйнування крихких матеріалів?
- Від якого виду деформацій відбувається руйнування крихких матеріалів?
- Умова міцності теорії найбільших нормальних напружень.
- Умова міцності теорії найбільших подовжень.
- Умова міцності теорії максимальних дотичних напружень.
- Умова міцності енергетичної теорії міцності.
- Умова міцності теорії Мора.
- Теорії міцності для пластичних матеріалів.
- Теорії міцності для крихких матеріалів.
- Що називається статичним моментом площі перерізу відносно осі?
- Яка розмірність статичного моменту?
- Чому дорівнює статичний момент площі перерізу відносно центральної осі?
- За якими формулами визначаються координати центра ваги перерізу?
- Для яких перерізів при визначенні центра ваги досить знайти тільки одну координату?
- Що називається осьовим моментом інерції площі перерізу?
- Що називається полярним моментом інерції площі перерізу?
- Що називається відцентровим моментом інерції площі перерізу?
- Яка розмірність моментів інерції?
- Що називається моментом опору перерізу?
- Яка розмірність моменту опору?
- За якими формулами визначаються радіуси інерції?
- Як зв'язані між собою осьові і полярний моменти інерції?
- Які моменти інерції завжди додатні?
- Як змінюється відцентровий момент інерції при повороті осей координат на 90^0 ?

- Чому дорівнює осьовий момент інерції площі прямокутника відносно головної центральної осі z ?
- Чому дорівнює осьовий момент інерції рівнобедреного трикутника відносно головної центральної осі z ?
- Чому дорівнює осьовий момент інерції круглого перерізу відносно центральних осей?
- Чому дорівнює осьовий момент інерції кільця відносно центральних осей?
- Які осі називаються головними центральними?
- Укажіть залежності для осьового і відцентрового моментів інерції при паралельному переносі осей.
- Формули для визначення осьового і відцентрового моментів інерції при повороті осей.
- Як визначається положення головних центральних осей?
- За якими формулами знаходяться головні центральні моменти інерції?
- Що таке секторіальна координата (площа) точки тонкостінного стержня відкритого профілю?
- Укажіть умову для визначення головного полюса.
- За якою формулою визначається положення центра згинання в перерізі відкритого профілю, що має одну вісь симетрії?
- Укажіть формулу, за якою визначається секторіальний статичний момент.
- За якою формулою визначається секторіальний момент інерції?
- Як визначаються секторіально-статичні моменти?
- За якою формулою визначається секторіальна площа (координата)?
- Сформулюйте гіпотезу плоских перерізів.
- Сформулюйте гіпотезу про ненависнення поздовжніх волокон.
- Що дає використання гіпотези плоских перерізів при виведенні формули для нормальних напружень при згинанні?
- Що дає використання гіпотези про ненависнення

волокон при виведенні формули нормальних напружень при згинанні?

- Які геометричні характеристики перерізу входять у формулу нормальних напружень при згині?

- При яких відношеннях $\frac{h}{\ell}$ (h - висота перерізу балки, ℓ - проліт балки) можна користуватися формулою $\sigma = \frac{My}{J}$ без помітної погрішності?

- Як розподілені дотичні напруження по висоті прямокутного перерізу?

- Як розподілені дотичні напруження по висоті тонкостінного двотавра?

- Укажіть формулу для дотичних напружень при згинанні балки.

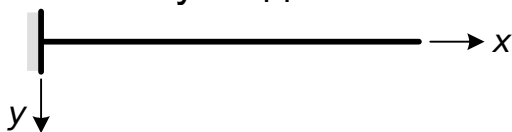
- Як у балках при згинанні визначити головні напруження?

- Укажіть умову міцності за енергетичною теорією міцності.

- Закон Гука при згинанні.

- Яке диференціальне рівняння використовується для визначення прогинів балки?

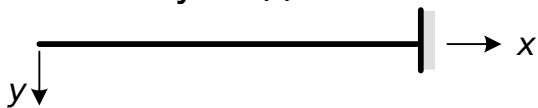
- Які з чотирьох початкових параметрів u_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної балки?



- Які з чотирьох початкових параметрів u_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної балки?



- Які з чотирьох початкових параметрів u_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної балки?



- Яка деформація називається плоским згинанням та

чистим згинанням? Які виникають при цьому внутрішні сили?

4-Й СЕМЕСТР

Модуль 1

Лекційні заняття

1 Кручення стержнів круглого перерізу. Основні припущення. Напруження в перерізах. Кут закручування. Жорсткість перерізу при крученні. Розрахунок валів на міцність і жорсткість. Поняття моменту опору при крученні. Статично невизначні задачі при крученні. Розрахунок циліндричних пружин з малим кроком витка. Кручення стержнів прямокутного перерізу.

2 Кручення тонкостінних стержнів. Поняття про тонкостінні стержні закритого та відкритого профілю. Особливості деформації стержнів з відкритим профілем. Вільне і стиснене кручення. Залежність між деформаціями стержня і переміщеннями його точок.

3 Розподіл нормальних і дотичних напружень у перерізі стержня при стисненому крученні. Розрахункові формули для нормальних і дотичних напружень через відповідні їм внутрішні сили.

4 Диференціальне рівняння кутів закручування та його інтегрування. Граничні умови. Метод початкових параметрів.

5 Обчислення секторальних геометричних характеристик перерізу тонкостінного стержня. Особливості стисненого кручення тонкостінних стержнів закритого профілю.

6 Складний опір. Косе згинання. Нормальні напруження при косому згинанні. Нульова лінія. Умова міцності при косому згинанні. Переміщення при косому згинанні. Залежність між положенням нульової лінії і напрямком найбільшого прогину.

7 Позацентрова дія поздовжньої сили. Формула для

нормальних напружень. Положення нульової лінії. Умова міцності. Ядро перерізу.

8 Згинання з крученням стержня круглого перерізу. Розподіл нормальних і дотичних напружень. Головні напруження. Розрахункові напруження за деякими гіпотезами міцності.

Практичні заняття

- 1 Розрахунок валів на міцність.
- 2 Розрахунок валів на жорсткість.
- 3 Визначення геометричних характеристик перерізу тонкостінного стержня.
- 4 Визначення секторіальних характеристик перерізу тонкостінного стержня.
- 5 Визначення внутрішніх сил в перерізах тонкостінного стержня.
- 6 Побудова епюр напружень в перерізах тонкостінного стержня.
- 7 Розв'язання задач на косе згинання.
- 8 Розв'язання задач на позацентрове стискання.
- 9 Розв'язання задач на згинання з крученням.

Лабораторні заняття

- 1 Випробування круглого сталюого стержня на кручення.
- 2 Випробування циліндричної пружини з малим кроком витка.
- 3 Визначення положення центру згинання тонкостінної консольної балки.
- 4 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при косому згинанні.

Перелік розрахункових робіт

- 1 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням комп'ютера.

Контрольні запитання

- Яка деформація називається крученням? Які внутрішні сили виникають при крученні?
- Яка гіпотеза використовується при розрахунках на кручення стержнів круглого перерізу?
 - Формула для визначення моменту опору перерізу при крученні.
 - Які напруження виникають при крученні стержнів круглого перерізу?
 - За якою залежністю визначаються напруження при крученні стержнів круглого перерізу?
 - Умова міцності стержня круглого перерізу при крученні.
 - За яким законом розподіляються дотичні напруження в стержні круглого перерізу при крученні?
 - За якою формулою визначаються кути закручування для ланки, де крутний момент і жорсткість є сталими?
 - Умова жорсткості стержня круглого перерізу при крученні.
 - Під яким кутом діють головні напруження при крученні?
 - За якою формулою визначається потенційна енергія деформації при крученні стержня круглого перерізу?
 - Якого виду деформації зазнає пруток, з якого звита пружина, при її розтягуванні або стисканні?
 - Що таке депланація прямокутного перерізу?
 - Що називається вільним крученням стержня прямокутного перерізу?
 - Які напруження виникають при вільному крученні?
 - Що називається стисненим крученням стержня прямокутного перерізу?
 - Які напруження виникають при стисненому крученні?
 - Запишіть формулу для визначення дотичних напружень, що виникають при крученні стержнів прямокутного перерізу.
 - Запишіть формулу для визначення кутів закручування в тонкостінних стержнях відкритого профілю.

- Які напруження виникають у перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
- Які внутрішні сили виникають у перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
- За якою залежністю визначаються нормальні напруження при стисненому крученні в загальному випадку навантаження?
- За якою залежністю визначаються дотичні напруження в серединній поверхні при стисненому крученні?
- За якою залежністю визначаються дотичні напруження від вільного кручення?
- Як зв'язана депланація перерізів стержня відкритого профілю з функцією кутів закручування?
- Чому задача про стиснене кручення статично невизначна?
- За яким законом розподілені напруження σ_ω в перерізі тонкостінного стержня?
- Запишіть диференціальне рівняння кутів закручування.
- Яка деформація називається косим згинанням?
- У виді суперпозиції яких простих деформацій можна представити косим згинанням?
- Запишіть формулу для нормальних напружень при косому згинанні.
- Що називається нейтральною віссю?
- Як записується умова міцності при косому згинанні?
- Який вигляд має рівняння нейтральної осі при косому згинанні?
- Як проходить нейтральна вісь при косому згинанні?
- Як визначається напрямок сумарного прогину при косому згинанні?
- У яких точках перерізу досягаються максимальні значення нормальних напружень при косому згинанні?
- Який із наведених елементів зазнає деформацію позацентрового стискання?

- У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна представити позацентрове стискання?
- Як записується умова міцності при позацентровому стисканні?
- Запишіть формулу для обчислення нормальних напружень при позацентровому стисканні.
- Що називається нейтральною лінією при позацентровому стисканні?
- Запишіть рівняння нейтральної лінії при позацентровому стисканні.
- У яких точках перерізу досягаються максимальне стискаюче і розтягуюче напруження при позацентровому стисканні?
- Як розміщене ядро перерізу?
- Що називається ядром перерізу?
- Які внутрішні сили виникають у перерізі при згинанні з крученням?
- Який напружений стан виникає при згинанні з крученням?
- Які напруження враховуються при перевірці міцності при згинанні з крученням?
- Як записується умова міцності при згинанні з крученням?
- У яких точках кільцевого перерізу досягається максимальне напруження при згинанні з крученням?

Модуль 2

Лекційні заняття

10 Стійкість стиснутих стержнів. Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Втрата стійкості стиснутих стержнів у пружній стадії. Формула Ейлера. Урахування різних випадків закріплення кінців стержня. Границя застосування формули Ейлера.

11 Втрата стійкості при напруженнях, які перевищують границю пропорційності. Формула Ясинського. Графік

критичних напружень. Практичний метод розрахунку стиснутих стержнів на стійкість.

12 Поздовжньо-поперечне згинання. Диференціальне рівняння поздовжньо-поперечного згинання. Точний і наближений розв'язок диференціального рівняння. Розрахунок на міцність при поздовжньо-поперечному згинанні.

13 Поняття динамічного навантаження і динамічного коефіцієнта. Урахування сил інерції при розрахунку троса. Розрахунок кільця, яке швидко обертається.

14 Коливання систем з одним ступенем вільності. Диференціальне рівняння руху і його розв'язання. Вільні коливання. Вимушені коливання.

15 Коливання систем з декількома ступенями вільності. Спектр частот і форм власних коливань. Дія гармонічного навантаження. Ударна дія навантаження.

16 Поняття про руйнування від утомленості і його причини. Види циклів змінних напружень. Поняття границі витривалості і її визначення. Діаграми граничних напружень. Фактори, що впливають на величину границі витривалості. Розрахунок на міцність при змінних у часі напруженнях.

17 Згинання стержнів великої кривизни. Внутрішні сили в кривому брусі. Диференціальні залежності між внутрішніми силами і розподіленням навантаженням. Чисте згинання кривого стержня. Нормальні напруження.

18 Визначення положення нейтральної лінії. Нормальні напруження від одночасної дії поздовжньої сили і згинального моменту.

19 Розрахунки на міцність плоского кривого стержня. Визначення переміщень у кривих стержнях. Умова жорсткості.

Практичні заняття

10 Визначення критичної сили для стиснутих стержнів.

11 Розрахунок на міцність стиснутих стержнів.

12 Розрахунок стержня на поздовжньо-поперечне згинання.

13 Розрахунок стержнів на дію динамічного навантаження.

14 Визначення частот вільних коливань у системах з одним та декількома степенями свободи.

15 Розрахунок балки на дію вібраційного навантаження.

16 Обчислення внутрішніх сил і напружень у балці від динамічного навантаження.

17 Розрахунок деталі на витривалість.

18 Розрахунок гака.

Лабораторні заняття

5 Дослідження розподілу нормальних напружень при позацентровому стисканні.

6 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при згинанні з крученням.

7 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.

8 Дослідження ударної в'язкості сталі та інших матеріалів.

9 Дослідження розподілу нормальних напружень у перерізі кривого бруса.

Перелік розрахункових робіт

2 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем розв'язку на комп'ютері.

3 Дослідження коливань систем з одним і двома степенями свободи.

Контрольні запитання

- Яка форма рівноваги стиснутого стержня називається стійкою?

- У якому елементі виникає деформація поздовжнього згинання?

- Що називається критичною силою при поздовжньому згинанні?

- За якою формулою обчислюється критична сила?

- За якою формулою обчислюється критична сила для

стержнів великої гнучкості?

- За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів середньої гнучкості?

- Запишіть формулу для встановлення границі застосування формули Ейлера.

- Для яких стержнів застосовується формула Ясинського?

- За якою формулою визначається гнучкість стержня?

- Від чого залежить гнучкість стержня?

- Від чого залежить гранична гнучкість стержня?

- Яку розмірність має гнучкість стержня?

- Від чого залежить приведена довжина стержня?

- Від чого залежить коефіцієнт приведеної довжини стержня?

- Як формулюється умова стійкості при поздовжньому згинанні?

- Що задає коефіцієнт поздовжнього згинання?

- Яке навантаження вважається прикладеним динамічно?

- Сформулюйте умови виникнення вільних коливань.

- Назвіть задачі динамічного розрахунку.

- Запишіть формулу для визначення частоти вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності.

- Запишіть формулу для визначення періоду вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності.

- Запишіть диференціальне рівняння вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності з урахуванням сил опору.

- Запишіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної свободи з урахуванням сил опору під дією вібраційного навантаження.

- Запишіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної вільності з урахуванням сил опору під дією короткочасного навантаження.

- Запишіть формулу для динамічного коефіцієнта при дії вібраційного навантаження в системі з одним ступенем динамічної вільності.

- Що таке резонанс коливань?
- Що таке динамічний коефіцієнт?
- Чому дорівнює динамічний коефіцієнт при раптовому навантаженні системи з одним ступенем динамічної вільності?
- Що таке удар?
- Укажіть формулу для динамічного коефіцієнта при ударі.
- У чому полягає явище втомленості матеріалу?
- Що називається границею втомленості?
- Які цикли називаються знакопостійними?
- Які цикли називаються знакозмінними?
- Які параметри характеризують цикл напружень?
- Як визначається коефіцієнт асиметрії циклу?
- Як формулюється умова витривалості?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

- 1 Сопротивление материалов / Под ред. Г.С. Писаренко. – К.: Вищ. шк., 1986. – 775 с.
- 2 Чихладзе Е.Д. Опір матеріалів. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 362 с.
- 3 Опір матеріалів / За ред. Г.С. Писаренка. – К.: Вищ. шк., 1993. – 655 с.
- 4 Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1965. – 856 с.
- 5 Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов – М.: Наука, 1965. – 348 с.
- 6 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П. Вибрані задачі з опору матеріалів з відповідями і розв'язаннями. – Харків: ХарДАЗТ, 2003. – 194 с.
- 7 Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності. Ч.І. Загальні основи / За ред. В.Г. Піскунова. – К.: Вищ. шк., 1994. – 504 с.
- 8 Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории

упругости и пластичности. – М.: Высш. шк., 1989. – 170 с.

9 Соппротивление материалов / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров; Под ред. А.Ф. Смирнова. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1975. – 479 с.

10 Соппротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин / Под ред. А.В. Александрова. – М.: Высш. шк., 1975. – 479 с.

11 Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 544с.

Додаткова

12 Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності. Ч.2. Приклади і задачі / За ред. В.Г. Піскунова. – К.: Вищ. шк., 1995. – 303 с.

13 Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1973. – 400 с.

14 Вольмир А.С. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1984. – 407 с.

15 Александров А.В. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Стройиздат, 1977. – 335 с.

16 Миролюбов И.Н. Пособие по решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высш. шк., 1969. – 482 с.

17 Урбан И.В. Теория расчета стержневых тонкостенных конструкций. – М.: Госуд. трансп. ж.-д. изд-во, 1955. – 192 с.

18 Цурпал И.А., Барабан Н.П., Швайко В.М. Соппротивление материалов: Лабораторные работы. – К.: Вищ. шк., 1983. – 245 с.

19 Рекач В.Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости. – М.: Высш. шк., 1984. – 97 с.

20 Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 575 с.

ДОДАТОК А

Програма курсу для студентів заочної форми навчання (3 бкм)

5-й семестр

Лекції - 16 год

Практичні заняття – 8 год

Лабораторні роботи – 12 год

Контрольні роботи – 3

Іспит

Зміст лекцій

Загальні положення. Основи теорії напруженого стану. Розтягання і стискання. Зсув. Гіпотези міцності. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Теорія згинання.

Перелік контрольних робіт

- 1 Побудова епюр внутрішніх сил у стержнях різного обрису з контролем розв'язку на комп'ютері.
- 2 Визначення геометричних характеристик перерізів.
- 3 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем розв'язку на комп'ютері.

Зміст практичних занять

- 1 Епюри внутрішніх зусиль у брусах різного обрису.
- 2 Геометричні характеристики плоских перерізів.
- 3 Розрахунок на міцність балок при згинанні.
- 4 Визначення переміщень у балках при згинанні.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування на розтягання сталі з визначенням основних механічних характеристик.
- 2 Визначення модуля пружності і межі пропорційності для сталі.
- 3 Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі.
- 4 Випробування на стискання різних матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
- 5 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.
- 6 Дослідження деформацій і розподіл нормальних напружень двотаврової балки у зоні чистого згинання.

6-й семестр

Лекції – 10 год

Практичні заняття – 10 год

Лабораторні заняття – 12 год

Контрольні роботи – 3

Іспит

Зміст лекцій

Кручення стержнів із круглим поперечним перерізом. Вільне і стиснене кручення стержнів прямокутного перерізу і тонкостінних стержнів відкритого профілю. Складний опір і стійкість. Динамічне навантаження.

Перелік контрольних робіт

- 1 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з контролем розв'язку на комп'ютері.
- 2 Розрахунки на складний опір і стійкість.
- 3 Дослідження коливань систем з одним і двома степенями вільності.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування круглого сталюого стержня на кручення.
- 2 Визначення положення центра згинання тонкостінної

консольної балки.

3 Дослідження деформацій і розподіл нормальних напружень при косому згинанні.

4 Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні.

5 Дослідження деформацій і розподіл напружень при згинанні з крученням.

6 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.

Зміст практичних занять

1 Визначення геометричних і секторіальних характеристик перерізу тонкостінного стержня. Побудова епюри нормальних напружень (2 заняття).

2 Розрахунки на складний опір і стійкість (2 заняття).

3 Розрахунок стержнів на дію динамічного навантаження.

Програма курсу для студентів заочної скороченої форми навчання (4/2 бкм)

7-й семестр

Лекції – 10 год

Практичні заняття – 16 год

Лабораторні заняття – 16 год

Контрольні роботи – 3

Іспит

Зміст лекцій

Загальні положення. Теорії міцності. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Розрахунок на міцність і визначення переміщень в балках при згинанні. Складний опір. Стійкість.

Перелік контрольних робіт

1 Визначення геометричних характеристик перерізів.

2 Розрахунок на міцність балок при згинанні з визначенням переміщень.

3 Розрахунки на складний опір і стійкість.

Перелік лабораторних робіт

1 Дослідження на розтягання сталі з визначенням основних механічних характеристик.

2 Визначення модуля пружності і межі пропорційності.

3 Визначення коефіцієнта Пуассона.

4 Випробування сталі, чавуну і дерева на стискання.

5 Випробування зварних з'єднань.

6 Дослідження деформацій і напружень при чистому згинанні.

7 Випробування на кручення.

8 Випробування на косо згинання.

9 Дослідження стійкості стиснутих стержнів.

Зміст практичних занять

1 Епюри внутрішніх зусиль у брусах різного обрису (2 заняття).

2 Геометричні характеристики плоских перерізів.

3 Розрахунок балок на згинання.

4 Визначення переміщень у балках.

5 Складний опір (2 заняття).

6 Стійкість.

ДОДАТОК Б

Витрати часу на самостійну роботу студента з курсу «ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

3-й семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	17
Підготовка до практичних та лабораторних занять	17
Підготовка до тестового контролю, контрольних робіт та інших форм поточного контролю	10
Підготовка до модульного контролю та іспиту	10
Виконання розрахункових робіт	
1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів у стержнях різного обрису з контролем розв'язку на ЕОМ (побудова епюр згинальних моментів та поперечних сил у балках; згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил у рамах та арках; поздовжніх сил у брусі; крутних моментів у валу)	7
2 Розрахунки на розтягання і стискання. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів (визначення площі троса з умови міцності; визначення зусиль, подовжень та перевірка міцності у східчастому брусі з урахуванням власної ваги; визначення зусиль та перевірка міцності у статично невизначних системах; визначення геометричних характеристик складених перерізів)	7

3 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем розв'язку на комп'ютері (підбір перерізів різної форми та їх перевірка за головними напруженнями; визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів)	7
Усього	21

4-й семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	18
Підготовка до практичних та лабораторних занять	18
Підготовка до тестового контролю, контрольних робіт та інших форм поточного контролю	12
Підготовка до модульного контролю та іспиту	12
Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням комп'ютера (визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізу стержня; визначення нормальних та дотичних напружень у перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю)	6
2 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем розв'язку на ЕОМ (визначення напружень та перевірка міцності при згині з крученням, при косому згині, при позацентровому стисканні; підбір перерізу та визначення критичної сили при поздовжньому згині).	4
3 Дослідження коливань систем з одним і двома степенями вільності (побудова графіків залежності частоти коливань від способу закріплення балок та їх довжин)	2
Усього	12

Загальний розподіл часу

Семестри	3-й	4-й	Усього
Усього на самостійну роботу	72	72	144
На розрахункові роботи	21	12	33

ДОДАТОК В

Витрати часу на самостійну роботу студента заочної форми навчання з курсу «ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

5-й семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	40
Вивчення курсу лабораторних робіт	10
Підготовка до іспиту із самоперевіркою за тестами	20
Виконання контрольних робіт	
1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису	14
2 Визначення геометричних характеристик складних плоских перерізів	20
3 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні	20
Усього	124

6-й семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	35
Вивчення курсу лабораторних робіт	10
Підготовка до іспиту із самоперевіркою за тестами	15

Виконання контрольних робіт	
1 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з контролем розв'язку на комп'ютері	20
2 Розрахунки на складний опір і стійкість	25
3 Дослідження коливань систем з одним і двома степенями вільності	20
Усього	125

Загальний розподіл часу

Перелік робіт	5-й семестр	6-й семестр	Усього
Самостійна робота	70	60	130
Розрахункові роботи	54	65	119

ДОДАТОК Г

Витрати часу на самостійну роботу студента заочної (скороченої) форми навчання з курсу «ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

7-й семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	16
Вивчення курсу лабораторних робіт	15
Підготовка до іспиту із самоперевіркою за тестами	20
Виконання контрольних робіт	
1 Визначення геометричних характеристик перерізів	15
2 Розрахунок на міцність балок при згинанні з визначенням переміщень	15
3 Розрахунки на складний опір і стійкість	20
Усього	101

Загальний розподіл часу

Перелік робіт	7-й семестр	Усього
Самостійна робота	51	51
Розрахункові роботи	50	50

