

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Будівельна механіка і гідравліка”

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни

“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

**для студентів спеціальності 7.100501
«Рухомий склад та спеціальна техніка
залізничного транспорту. Локомотиви»
з урахуванням модульної системи**

Харків - 2010

Програму розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Будівельна механіка та гідравліка» 20 листопада 2008 р., протокол № 4.

Рекомендується для студентів механічних спеціальностей транспортних вузів:
курс – 2-й, семестри – 3-й та 4-й (денна форма навчання);
курс – 3-й, семестри – 5-й та 6-й (заочна форма навчання);
курс – 4-й, семестри – 7-й та 8-й (заочна форма навчання, скорочена).

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу”
д-р техн. наук, проф.

Е.Д. Тартаковський

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,
І.А. Жакін

Рецензент

проф. О.Г. Кіслов (ХНАДУ)

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни

“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів спеціальності 7.100501
«Рухомий склад та спеціальна техніка
залізничного транспорту. Локомотиви»
з урахуванням модульної системи

Відповідальний за випуск Веревічева М.А.

Редактор Губарева К.А.

Підписано до друку 24.12.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 2,0. Обл.-вид.арк. 2,25.
Замовлення № Тираж 50. Ціна

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

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ
БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра «Будівельна механіка і гідравліка»

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни
“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів спеціальності 7.100501
«Рухомий склад та спеціальна техніка
залізничного транспорту. Локомотиви»
з урахуванням модульної системи

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

Декан будівельного факультету
к.т.н., доц. О.О. Скорик

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

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,
І.А. Жакін

Харків 2009

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

Рекомендується для студентів механічних спеціальностей транспортних вузів:

Курс – 2-й, семестри – 3-й та 4-й (денна форма навчання)

Курс – 3-й, семестри – 5-й та 6-й (заочна форма навчання)

Курс – 4-й, семестри – 7-й та 8-й (заочна форма навчання, скорочена)

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу”

д.т.н., проф. Е.Д. Тартаковський

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,
І.А. Жакін

Рецензент:
проф. Кіслов О.Г.

ВСТУП

Мета і завдання курсу полягають у тому, щоб навчити студентів правильно виконувати розрахунки деталей машин та рухомого складу залізниць на міцність, жорсткість і стійкість, правильно вибирати конструкційні матеріали на основі набутих навичок лабораторних досліджень їхніх властивостей, кваліфіковано вибирати форму поперечного перерізу деталі, при якій забезпечується мінімум витрат матеріалу.

У процесі викладання цього курсу необхідно приділяти найбільше уваги формуванню у студентів творчого мислення, вміння пов'язувати у єдине ціле інженерну постановку задачі, розрахунок та проектування різних елементів, сучасні тенденції розвитку науки та техніки.

Програма в достатньому обсязі відповідає вимогам, виконання яких необхідно для виховання висококваліфікованих інженерів з механічних спеціальностей транспортних вузів. Вона передбачає викладання теоретичних питань у тісному зв'язку з фізико-механічними властивостями матеріалів при різних умовах навантаження та роботи.

Для закріплення досвіду та придбання навичок самостійної роботи студентів передбачені розрахункові роботи, що виконуються за допомогою комп'ютера. Крім

цього, у програмі курсів передбачений лабораторний практикум, який сприяє активному засвоєнню теоретичного матеріалу та отриманню перших практичних навичок експериментального дослідження у галузі міцності матеріалів та елементів конструкцій машин.

Для студентів заочної форми навчання необхідно рекомендувати такі навчальні посібники, в яких містилися б відомості з теорії, приклади розрахунків, інструкції з користування програмами на комп'ютері з тестовими прикладами.

Програма курсу для студентів заочної, заочної (скороченої) форм навчання та витрати часу на самостійну роботу студентів усіх форм навчання наведені у додатках А та Б.

Даний курс базується на вивченні дисциплін „Вища математика”, „Фізика”, „Теоретична механіка”, „Матеріалознавство”.

Програма складається зі змісту курсу за модулями, змісту практичних занять, рекомендованого переліку лабораторних робіт і розрахункових робіт, контрольних запитань, списку рекомендованої навчальної літератури.

Розподіл навчального часу за видами навчальних занять

3-Й СЕМЕСТР				
Кредитний модуль	Загальний обсяг годин на потік	Самостійна робота годин/кредитів на 1 студ.	Види занять і кількість балів	
МОДУЛЬ 1				
Лекції	17/0.47	17/0.47	Якість і повнота конспекту	10
Практичні заняття	25.5 / 0.71	6.375/0.18	Активність і готовність до практичних занять	10
Лабораторні заняття	68 / 1.89	17 / 0.47	Лабораторні роботи	20
Консультації	11.5 / 0.32			
Розрахункові завдання	52.5 / 1.46	13.125 / 0.36	Домашні розрахункові роботи	30
Оформлення модуля	13 / 0.36	3.25 / 0.09	Тестування	30
Разом	187.5 / 5.21	56.75 / 1.58	Разом	100

МОДУЛЬ 2			
Лекції	17 / 0.47	17 / 0.47	<i>Критерії оцінок</i>
Практичні заняття	25.5 / 0.71	6.375 / 0.18	(90 – 100)/5, A (82 – 89)/4, B
Лабораторні заняття	68 / 1.89	17 / 0.47	(75 – 81)/4, C (69 – 74)/3, D
Консультації	11.5 / 0.32		(60 – 68)/3, E
Розрахункові завдання	52.5 / 1.46	13.125 / 0.36	(35 – 59)/2, FX (0 – 34)/2, F
Оформлення модуля	13 / 0.36	3.25 / 0.09	
Іспит	17 / 0.47		
Разом	204.5 / 5.68	56.75 / 1.58	
Разом за семестр	392 / 10.89	113.5 / 3.15	
Вид контролю	Іспит		

4-Й СЕМЕСТР				
Кредитний модуль	Загальний обсяг годин на потік	Самостійна робота годин/кредитів на 1 студ.	Види занять і кількість балів	
МОДУЛЬ 1				
Лекції	18 / 0.5	4.5 / 0.25	Якість і повнота конспекту	10
Практичні заняття				
Лабораторні заняття	72 / 2	18 / 0.5	Лабораторні роботи	30
Консультації	4.5 / 0.125			
Розрахункові завдання	52.5 / 1.46	13.125 / 0.36	Домашні розрахункові роботи	30
Оформлення модуля	13 / 0.36	3.25 / 0.09	Тестування	30
Разом	160 / 4.44	38.875 / 1.08	Разом	100
МОДУЛЬ 2				
Лекції	18 / 0.5	4.5 / 0.25	<i>Критерії оцінок</i>	
Практичні заняття			(90 – 100)/5, A (82 – 89)/4, B (75 – 81)/4, C (69 – 74)/3, D (60 – 68)/3, E (35 – 59)/2, FX (0 – 34)/2, F	
Лабораторні заняття	72 / 2	18 / 0.5		
Консультації	4.5 / 0.125			
Розрахункові завдання	52.5 / 1.46	13.125 / 0.36		
Оформлення модуля	13 / 0.36	3.25 / 0.09		
Залік	8 / 0.22			
Разом	168 / 4.67	38.875 / 1.08		
Разом за семестр	328 / 9.11	77.75 / 2.16		

Вид контролю	Залік
--------------	-------

3-й СЕМЕСТР

МОДУЛЬ 1

Лекційні заняття

Загальні положення

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. Внутрішні сили і метод їх визначення (метод перерізів). Шість внутрішніх зусиль у перерізі стержня, навантаженого просторовою системою сил. Розтягання-стискання, зсув, згинання, кручення як окремі випадки навантаження стержня. Алгоритм обчислення і правило знаків при визначенні внутрішніх зусиль для зазначених окремих випадків. Диференціальні залежності при згинанні. Епюри внутрішніх зусиль. Правила контролю епюр. Поняття про напружений стан у точці, нормальні і дотичні напруження. Напруження як міра міцності, його розмірність. Переміщення як міра жорсткості. Розмірність переміщень.

Розтягання і стискання

Розтягання і стискання прямого призматичного бруса. Напруження у поперечних перерізах. Небезпечні напруження, напруження, що руйнують, і допустимі напруження. Коефіцієнт запасу при розрахунку на міцність. Умова міцності. Три основних види міцнісних задач. Поняття про розрахунок на міцність за граничними станами.

Переміщення і деформації при розтяганні і стисканні стержня. Закон Гука – математична модель пружного матеріалу. Модуль пружності першого роду і коефіцієнт поперечної деформації. Їхні чисельні значення для найбільш розповсюджених конструкційних матеріалів. Потенційна енергія пружної деформації. Повна і питома робота при розтяганні-стисканні, зміна об'єму зразка. Умова жорсткості. Основні види задач при розрахунках на жорсткість. Урахування власної ваги стержня при розтяганні-стисканні. Брус рівного опору. Статично невизначні задачі при розтяганні і стисканні, розрахунки на навантаження, температурні і кінематичні впливи. Дослідне вивчення властивостей матеріалів при розтяганні і стисканні. Діаграма розтягання. Характеристики механічної міцності і жорсткості матеріалів. Вплив температури і швидкості навантаження на механічні властивості матеріалів. Визначення допустимих напружень пластичних і крихких матеріалів на розтягання і стискання за допомогою випробувань. Використання статистичних і вірогіднісних методів при визначенні коефіцієнтів запасу. Поняття про особливості механічних властивостей матеріалів, що деформуються у часі. Повзучість, релаксація напружень, післядія. Твердість матеріалу.

Основи напруженого і деформованого станів

Лінійний напружений стан. Напруження на похилих площадках. Повні, нормальні і дотичні напруження. Головні площадки і головні напруження. Площинки з найбільшими дотичними напруженнями. Плоский напружений стан. Напруження на похилих площадках. Закон парності дотичних напружень. Визначення положення головних площадок і значень головних напружень. Об'ємна деформація. Деформація при плоскому й об'ємному напружених станах. Узагальнений закон Гука. Питома потенційна енергія. Зміна об'єму при складному

напруженому стані. Модуль об'ємної деформації. Енергія зміни об'єму й енергія зміни форми.

Контрольні запитання

Загальні положення

- 1 Гіпотези опору матеріалів.
- 2 Формулювання принципу суперпозиції.
- 3 Геометричні ознаки, характерні для стержня, пластини, масивного тіла.
- 4 Що таке зосереджена сила або момент?
- 5 Які види розподілених навантажень ви знаєте?
- 6 Яким значенням характеризується розподілене навантаження?
- 7 Розмірність розподіленого навантаження.
- 8 Діаграми розтягання пластичних та крихких матеріалів.
- 9 Скільки незалежних констант пружності має ізотропний матеріал?
- 10 Що таке напруження у деформованому тілі?
- 11 Які два види напружень можуть виникати на виділеній площадці?
- 12 Які внутрішні зусилля виникають у перерізі елемента?
- 13 Зв'язок відносних лінійних деформацій і переміщень.
- 14 Зв'язок відносних кутових деформацій і переміщень.
- 15 Вкажіть ознаку геометрично нелінійної системи.
- 16 Що називається епюрою внутрішнього зусилля?
- 17 Для чого будують епюри внутрішніх зусиль?
- 18 Дайте характеристику шарнірно-рухомої опори.
- 19 Дайте характеристику шарнірно-нерухомої опори.
- 20 Дайте характеристику защемлення.
- 21 Які умови повинні виконуватися для нерухомого з'єднання плоских балок з основою?
- 22 Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у шарнірно-обіпертих балках?

- 23 Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у консольних балках?
- 24 Як перевірити правильність визначення опорних реакцій?
- 25 Які системи називаються статично визначними?
- 26 Які системи називаються статично невизначними?
- 27 Як визначаються згинальний момент та поперечна сила у перерізі?
- 28 Диференційні залежності між внутрішніми зусиллями при згинанні.
- 29 Яке правило знаків прийняте для поперечної сили?
- 30 Яке правило знаків прийняте для згинального моменту?
- 31 Як змінюється згинальний момент на ділянці балки, де немає розподіленого навантаження?
- 32 Як змінюється згинальний момент на ділянці балки, де прикладене розподілене навантаження?
- 33 Як змінюється поперечна сила на ділянці балки, де немає розподіленого навантаження?
- 34 Як змінюється поперечна сила на ділянці, де прикладене розподілене навантаження?
- 35 Що буде на епюрі Q у перерізі, де прикладена зосереджена сила F ?
- 36 Що буде на епюрі M у перерізі, де прикладений зосереджений згинальний момент?
- 37 Якщо поперечна сила в перерізі ділянки балки, завантаженої розподіленим навантаженням, дорівнює нулю, то який згинальний момент у цьому перерізі?
- 38 Які внутрішні зусилля можуть виникати в поперечних перерізах плоских рам і криволінійних стержнів?
- 39 Які залежності існують між зовнішнім навантаженням, подовжньою, поперечною силою і згинальним моментом у стержні кругового обрису?
- 40 Яке правило знаків прийняте для подовжньої сили?
- 41 Яка залежність існує між подовжньою силою та інтенсивністю подовжного розподіленого навантаження?
- 42 Яке правило знаків прийняте для крутного моменту?

43 Яка залежність існує між крутним моментом і інтенсивністю моментного розподіленого навантаження?

Розтягання і стискання

- 1 У чому полягає принцип Сен-Венана?
- 2 У чому полягає гіпотеза Я. Бернуллі?
- 3 Як обчислюються нормальні напруження у поперечному перерізі розтягнутого стержня?
- 4 Як визначаються нормальні і дотичні напруження на нахилених площадках?
- 5 На яких площадках нормальні напруження досягають максимальних значень?
- 6 На яких площадках дотичні напруження досягають максимальних значень?
- 7 Що називається відносною поздовжньою деформацією?
- 8 Яка розмірність відносної поздовжньої деформації?
- 9 Що називається відносною поперечною деформацією?
- 10 Яка розмірність відносної поперечної деформації?
- 11 Що називається коефіцієнтом Пуассона, якщо ε' - відносна поперечна деформація, ε - відносна поздовжня деформація?
- 12 У яких межах змінюється коефіцієнт Пуассона?
- 13 Сформулюйте закон Гука при розтяганні-стисканні і запишіть його математичне вираження.
- 14 Одиниці вимірювання модуля пружності.
- 15 Чому дорівнює модуль пружності для сталі?
- 16 Чому дорівнює питома потенційна енергія при розтяганні?
- 17 Які задачі називаються статично невизначними?
- 18 У яких координатах випробувальна машина буде діаграму розтягання?
- 19 Що називається межею пропорційності?
- 20 Що називається межею пружності?

- 21 Що називається межею текучості?
- 22 Що відбувається зі зразком при досягненні максимального навантаження?
- 23 Що називається межею міцності?
- 24 Що називається пластичністю?
- 25 Що називається крихкістю?
- 26 Що таке наклеп?
- 27 Як змінюються пластичні властивості сталі з підвищенням температури?
- 28 У яких випадках використовується метод граничних станів?
- 29 Що називається граничним станом?
- 30 Що таке надійність споруди?
- 31 Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом граничних станів?
- 32 У яких випадках використовується метод допустимих напружень?
- 33 Як записується умова міцності розтягнутого стрижня за методом допустимих напружень?
- 34 Що таке $[\sigma]$?
- 35 Як визначається $[\sigma]$ для пластичних матеріалів, якщо n – коефіцієнт запасу?
- 36 Як визначається $[\sigma]$ для крихких матеріалів, якщо n – коефіцієнт запасу?
- 37 Яка деформація називається розтяганням-стискуванням? Які виникають внутрішні зусилля?

Основи теорії напруженого і деформованого станів

- 1 Дайте характеристику плоского напруженого стану.
- 2 Дайте характеристику плоскої деформації.
- 3 Що характеризує напружений стан у точці?
- 4 Які напруження називаються головними?
- 5 Як визначити положення головних площадок при плоскому напруженому стані?

- 6 Як визначити значення головних напружень при плоскому напруженому стані?
- 7 Як розташовані площадки з напруженнями τ_{\max} ?
- 8 Як виражаються τ_{\max} через головні напруження при плоскому напруженому стані?
- 9 Що позначають l , m , n при об'ємному напруженому стані?
- 10 Укажіть залежність між направляючими косинусами.
- 11 Як визначається повне напруження при об'ємному напруженому стані?
- 12 Чому I_1 , I_2 , I_3 називають інваріантами напруженого стану?
- 13 Укажіть формулу для питомої потенційної енергії при об'ємному напруженому стані.
- 14 Укажіть формулу для питомої потенційної енергії зміни об'єму.
- 15 Укажіть формулу для питомої потенційної енергії зміни форми.
- 16 Узагальнений закон Гука.

Перелік розрахунково-графічних робіт

- 1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису з контролем рішення на ЕОМ.
- 2 Побудова епюр у просторових рамах (самостійна робота).

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування на розтягання сталі та інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
- 2 Визначення модуля пружності та границі пропорційності для сталі та інших матеріалів.
- 3 Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі та інших матеріалів.
- 4 Випробування сталі, чавуну та дерева на стискання з визначенням основних механічних характеристик.

МОДУЛЬ 2

Лекційні заняття

Теорії міцності

Призначення гіпотез міцності. Гіпотеза найбільших нормальних напружень. Гіпотеза найбільших деформацій. Гіпотеза найбільших дотичних напружень. Гіпотеза енергії формозміни (енергетична гіпотеза міцності).

Геометричні характеристики плоских перерізів

Проблема економної витрати матеріалів при розрахунках на згинання і кручення, вплив форми поперечного перерізу стержня. Статичні моменти площі перерізу. Осьові, відцентровий, полярний моменти інерції плоских перерізів і їхнє обчислення для найпростіших фігур. Моменти інерції складних перерізів. Зміна осьових і відцентрових моментів інерції при паралельному перенесенні і при повороті координатних осей. Інваріантність суми моментів інерції щодо повороту осей. Головні осі і головні центральні моменти інерції. Алгоритм їхнього визначення для складних перерізів. Моменти опору. Радіус інерції.

Плоске згинання прямих стержнів

Розрахунки на міцність при згинанні. Чисте згинання. Основні гіпотези і допущення, прийняті при виводі формул нормальних напружень. Залежність між згинальним моментом і кривизною осі зігнутого бруса при чистому згинанні. Плоске поперечне згинання. Умови поширення формули нормальних напружень і зв'язку між моментом і кривизною на плоске поперечне згинання. Умова міцності за нормальними напруженнями. Дотичні напруження при згинанні (формула Д.І. Журавського). Розподіл нормальних і дотичних напружень за висотою перерізу балок прямокутного і двотаврового профілю. Умова міцності за

дотичними напруженнями. Головні напруження. Використання теорії міцності при перевірці за головними напруженнями. Раціональні форми перерізів балок і потенційна енергія пружної деформації при згинанні. Розрахунки на жорсткість при згинанні. Умови жорсткості за лінійними і кутовими переміщеннями. Наближене диференціальне рівняння зігнутої пружної осі балки. Аналітичний метод визначення переміщень – метод безпосереднього інтегрування диференціального рівняння зігнутої осі балки. Метод початкових параметрів.

Зсув

Зсув як окремий випадок навантаження стержня. Напруження при зсуві. Розрахунки на міцність. Діаграма зсуву. Механічні характеристики матеріалів при зсуві. Чистий зсув. Переміщення, деформації і закон Гука при чистому зсуві. Зв'язок між пружними константами E, G і ν . Потенційна енергія при зсуві. Практичне застосування теорії зсуву до розрахунку заклепувальних і зварених з'єднань, використовуваних у деталях і вузлах тепловозів.

Контрольні запитання

Теорії міцності

- 1 Основна задача теорій міцності.
- 2 З якими напруженнями пов'язане руйнування пластичних матеріалів?
- 3 Від якого виду деформацій відбувається руйнування пластичних матеріалів?
- 4 З якими напруженнями пов'язане руйнування крихких матеріалів?
- 5 Від якого виду деформацій відбувається руйнування крихких матеріалів?
- 6 Умова міцності теорії найбільших нормальних напружень.
- 7 Умова міцності теорії найбільших подовжень.

- 8 Умова міцності теорії максимальних дотичних напружень.
- 9 Умова міцності енергетичної теорії міцності.
- 10 Умова міцності теорії Мора.
- 11 Теорії міцності для пластичних матеріалів.
- 12 Теорії міцності для крихких матеріалів.

Геометричні характеристики плоских перерізів

- 1 Що називається статичним моментом перерізу щодо осі?
- 2 Яка розмірність статичного моменту?
- 3 Чому дорівнює статичний момент перерізу щодо центральної осі?
- 4 За якими формулами визначаються координати центра ваги перерізу?
- 5 Для яких перерізів при визначенні центра ваги досить знайти тільки одну координату?
- 6 Що називається осьовим моментом інерції перерізу?
- 7 Що називається полярним моментом інерції перерізу?
- 8 Що називається відцентровим моментом інерції перерізу?
- 9 Яка розмірність моментів інерції?
- 10 Що називається моментом опору перерізу?
- 11 Яка розмірність моменту опору?
- 12 За якими формулами визначаються радіуси інерції?
- 13 Як зв'язані між собою осьові і полярний моменти інерції?
- 14 Які моменти інерції завжди додатні?
- 15 Як змінюється відцентровий момент інерції при повороті осей координат на 90° ?
- 16 Чому дорівнює осьовий момент інерції прямокутника щодо головної центральної осі z ?
- 17 Чому дорівнює осьовий момент інерції рівнобедреного трикутника щодо головної центральної осі z ?
- 18 Чому дорівнює осьовий момент інерції кола щодо центральних осей?
- 19 Чому дорівнює осьовий момент інерції кільця щодо центральних осей?

- 20 Які осі називаються головними центральними?
- 21 Укажіть залежності для осьового і відцентрового моментів інерції при рівнобіжному перенесенні осей.
- 22 Формули для визначення осьового і відцентрового моментів інерції при повороті осей.
- 23 Як визначається положення головних центральних осей?
- 24 За якими формулами знаходяться головні центральні моменти інерції?

Плоске згинання прямих стержнів

- 1 Сформулюйте гіпотезу плоских перерізів.
- 2 Сформулюйте гіпотезу про ненатиснення поздовжніх волокон.
- 3 Що дає використання гіпотези плоских перерізів при виведенні формул нормальних напружень при згинанні?
- 4 Що дає використання гіпотези про ненатиснення волокон при виведенні формул нормальних напружень при згинанні?
- 5 Які геометричні характеристики перерізу входять у формулу нормальних напружень при згинанні?
- 6 При яких відносинах $\frac{h}{\ell}$ (h - висота перерізу балки, ℓ - прогин балки) можна користуватися формулою $\sigma = \frac{My}{J}$ без помітної похибки?
- 7 Як розподілені дотичні напруження за висотою прямокутного перерізу?
- 8 Як розподілені дотичні напруження за висотою тонкостінного двотавра?
- 9 Укажіть формулу для дотичних напружень при згинанні балки.
- 10 Як у балках при згинанні визначити головні напруження?
- 11 Вкажіть умову міцності за енергетичною теорією міцності.
- 12 Закон Гука при згинанні.

- 13 Яке диференційне рівняння використовується для визначення прогинів балки?
- 14 Метод початкових параметрів.
- 15 Яка деформація називається плоским згинанням та чистим згинанням? Які виникають внутрішні зусилля?

Зсув

- 1 Яка деформація називається зсувом та чистим зсувом? Які виникають внутрішні зусилля?
- 2 Які напруження виникають при зсуві у поперечному перерізі?
- 3 Що таке абсолютний зсув та відносний зсув?
- 4 Як визначається напруження у поперечному перерізі?
- 5 Як записується закон Гука при зсуві?
- 6 Зв'язок модулів пружності 1-го та 2-го родів.
- 7 Які з'єднання розраховуються на зсув?

Перелік розрахунково-графічних робіт

- 1 Розрахунки на розтягання і стискання. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.
- 2 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання та перерізання.
- 2 Випробування зварних з'єднань.
- 3 Випробування твердості різних матеріалів методом вдавлювання.
- 4 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень у двотавровій балці в зоні чистого згинання.
- 5 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень у балці прямокутного перерізу при поперечному згинанні.

4-й СЕМЕСТР

МОДУЛЬ 1

Лекційні заняття

Кручення круглих та тонкостінних стержнів

Основні припущення. Напруження у 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. 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. Розподіл нормальних і дотичних напружень у перерізі стержня при стисненому крученні. Розрахункові формули для нормальних і дотичних напружень через відповідні їм внутрішні сили. Диференціальне рівняння кутів закручування та його інтегрування. Граничні умови. Секторіальні характеристики перерізу тонкостінного стержня. Особливості стисненого кручення тонкостінних стержнів замкнутого профілю.

Складний опір

Загальний випадок дії зовнішніх сил на брус. Характерні випадки складного опору прямого бруса. Косе згинання. Нормальні напруження при косому згинанні. Епюри нормальних напружень. Нейтральна лінія. Добір перерізу при косому згинанні. Визначення прогинів. Позацентрова дія поздовжньої сили. Епюра нормальних напружень. Нульова лінія. Умова міцності при позацентровому стисканні. Ядро перерізу. Згинання з крученням стержня круглого перерізу. Розподіл

нормальних і дотичних напружень. Головні напруження. Розрахункові напруження за деякими гіпотезами міцності. Згинання з крученням стержнів прямокутного перерізу.

Контрольні запитання

Кручення круглих та тонкостінних стержнів

- 1 Яка деформація називається крученням? Які внутрішні зусилля виникають при крученні?
- 2 Яка гіпотеза використовується при розрахунках на кручення стержнів круглого поперечного перерізу?
- 3 Формула для визначення моменту опору при крученні.
- 4 Які напруження виникають при крученні стержнів круглого поперечного перерізу?
- 5 За якою залежністю визначаються напруження при крученні стержнів круглого поперечного перерізу?
- 6 Умова міцності круглого стержня при крученні.
- 7 За яким законом розподіляються дотичні напруження у поперечному перерізі круглого стержня при крученні?
- 8 За якою формулою визначаються кути закручування для ділянки, де крутний момент і жорсткість постійні?
- 9 Умова жорсткості круглого стержня при крученні.
- 10 Під яким кутом діють головні напруження при крученні?
- 11 За якою формулою визначається потенційна енергія деформації при крученні круглого стержня?
- 12 Який вид деформації випробовує пруток, з якого звита пружина, при її розтяганні або стисканні?
- 13 Що таке депланація прямокутного поперечного перерізу?
- 14 Що називається вільним крученням стержня прямокутного поперечного перерізу?
- 15 Які напруження виникають при вільному крученні?
- 16 Що називається стисненим крученням стержня прямокутного поперечного перерізу?
- 17 Які напруження виникають при стисненому крученні?

- 18 Формула для визначення дотичних напружень, що виникають при крученні стержнів прямокутного перерізу.
- 19 Формула для визначення кутів закручування у тонкостінних стержнях відкритого профілю.
- 20 Які напруження виникають у поперечному перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
- 21 Які силові фактори виникають у поперечному перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
- 22 За якою залежністю визначаються нормальні напруження при стисненому крученні у загальному випадку навантаження?
- 23 За якою залежністю визначаються дотичні напруження у серединній поверхні при стисненому крученні?
- 24 За якою залежністю визначаються дотичні напруження від вільного кручення?
- 25 Як зв'язані депланації перерізів стержня відкритого профілю з функцією кутів закручування?
- 26 Чому задача про стиснене кручення статично невизначна?
- 27 За яким законом розподілені напруження σ_{ω} у перерізі?
- 28 Диференційне рівняння кутів закручування.
- 29 Що таке секторіальна координата (площа) точки тонкостінного стержня відкритого профілю?
- 30 Вкажіть умову для визначення головного полюса.
- 31 За якою формулою визначається положення центра згинання у перерізі відкритого профілю, що має одну вісь симетрії?
- 32 Укажіть формулу, за якою визначається секторіальний статичний момент.
- 33 За якою формулою визначається секторіальний момент інерції?
- 34 Як визначаються секторіально-статичні моменти?
- 35 За якою формулою визначається секторіальна площа (координата)?

Складний опір

- 1 Яка деформація називається косим згинанням?
- 2 У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна представити косе згинання?
- 3 Формула для нормальних напружень при косому згинанні.
- 4 Що називається нейтральною віссю?
- 5 Як записується умова міцності при косому згинанні?
- 6 Рівняння нейтральної осі при косому згинанні?
- 7 Як проходить нейтральна вісь при косому згинанні?
- 8 Як визначається напрямок сумарного прогину при косому згинанні?
- 9 У яких точках перерізу досягаються максимальні значення нормальних напружень при косому згинанні?
- 10 Який із наведених елементів випробовує деформацію позацентрового стискання?
- 11 У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна представити позацентрове стискання?
- 12 Як записується умова міцності при позацентровому стисканні?
- 13 Формула для обчислення нормальних напружень при позацентровому стисканні.
- 14 Що називається нейтральною лінією?
- 15 Рівняння нейтральної лінії при позацентровому стисканні.
- 16 У яких точках досягаються максимальне стискаюче і розтягувальне напруження при позацентровому стисканні?
- 17 Як розміщене ядро перерізу?
- 18 Що називається ядром перерізу?
- 19 Які внутрішні зусилля виникають у перерізі при згинанні з крученням?
- 20 Який напружений стан виникає при згинанні з крученням?
- 21 Які напруження враховуються при перевірці міцності при згинанні з крученням?

- 22 Як записується умова міцності при згинанні з крученням?
- 23 У яких точках досягається максимальне напруження у кільцевому перерізі при згинанні з крученням?

Перелік розрахунково-графічних робіт

- 1 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням ЕОМ.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Визначення прогинів статично невизначної балки.
- 2 Випробування круглого сталевого зразка на кручення.
- 3 Випробування циліндричної пружини на стискання з визначенням модуля зсуву.
- 4 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при косому згинанні.
- 5 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при згинанні з крученням.
- 6 Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні.

МОДУЛЬ 2

Лекційні заняття

Стійкість стиснутих стержнів

Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Визначення критичної сили. Втрата стійкості стиснутих стержнів у пружній стадії. Формула Ейлера. Урахування різних випадків закріплення кінців стержня. Границя застосування формули Ейлера. Втрата стійкості при напруженнях, які перевищують границю пропорційності. Формула Ясинського. Графік критичних напружень. Практичний метод розрахунку стиснутих стержнів на

стійкість.

Згинання стержнів великої кривизни

Внутрішні сили в кривому брусі. Диференціальні залежності між внутрішніми силами та розподіленим навантаженням. Чисте згинання кривого стержня. Основні допущення. Нормальні напруження. Визначення положення нейтральної лінії. Нормальні напруження від одночасної дії поздовжньої сили і згинального моменту. Розрахунки на міцність плоского кривого бруса. Визначення переміщень у кривих стержнях. Умова жорсткості. Розрахунки на жорсткість.

Динамічна дія навантаження

Поняття динамічного навантаження і динамічного коефіцієнта. Урахування сил інерції при розрахунку троса. Розрахунок кільця, яке швидко обертається. Коливання систем з одним ступенем свободи. Диференціальне рівняння руху і його розв'язання. Вільні коливання. Вимушені коливання. Коливання систем з декількома ступенями свободи. Спектр частот і форм власних коливань. Дія гармонійного навантаження. Ударна дія навантаження. Поняття про втомленісне руйнування і його причини. Види циклів напружень. Поняття границі витривалості і її визначення. Діаграма граничних напружень. Фактори, що впливають на величину границі витривалості. Розрахунок на міцність при перемінних напруженнях.

Контрольні запитання

Стійкість стиснутих стержнів

1 Що називається стійкою формою рівноваги?

- 2 Який елемент випробовує деформацію поздовжнього згинання?
- 3 Що називається критичною силою при поздовжньому згинанні?
- 4 За якою формулою розраховується критична сила?
- 5 За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів великої гнучкості?
- 6 За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів середньої гнучкості?
- 7 Які межі застосування формули Ейлера?
- 8 Для яких стержнів застосовується формула Ясинського?
- 9 За якою формулою визначається гнучкість?
- 10 Від чого залежить гнучкість?
- 11 Від чого залежить гранична гнучкість?
- 12 Яка розмірність гнучкості?
- 13 Від чого залежить приведена довжина стержня?
- 14 Від чого залежить коефіцієнт приведеної довжини стержня?
- 15 Як формулюється умова стійкості при поздовжньому згинанні?
- 16 Що задає коефіцієнт поздовжнього згинання?

Згинання стержнів великої кривизни

- 1 Які виникають внутрішні сили в кривому брусі?
- 2 Диференціальні залежності між внутрішніми силами та розподіленим навантаженням.
- 3 Чисте згинання кривого стержня. Основні допущення.
- 4 Формула для нормальних напружень. Положення нейтральної лінії.
- 5 Нормальні напруження від одночасної дії поздовжньої сили і згинального моменту.
- 6 Визначення переміщень у кривих стержнях. Умова жорсткості.

Динамічна дія навантаження

- 1 Яке навантаження вважається прикладеним динамічно?
- 2 Сформулюйте умови виникнення вільних коливань.
- 3 Назвіть задачі динамічного розрахунку.
- 4 Укажіть формулу для визначення частоти вільних коливань системи з одним ступенем свободи.
- 5 Укажіть формулу для визначення періоду вільних коливань системи з одним ступенем свободи.
- 6 Укажіть диференціальне рівняння вільних коливань системи з одним ступенем свободи з урахуванням сил опору.
- 7 Укажіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем свободи з урахуванням сил опору під дією вібраційного навантаження.
- 8 Укажіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем свободи з урахуванням сил опору під дією короткочасного навантаження.
- 9 Укажіть формулу для динамічного коефіцієнта при дії вібраційного навантаження у системі з одним ступенем свободи.
- 10 Що таке резонанс?
- 11 Що таке динамічний коефіцієнт?
- 12 Чому дорівнює динамічний коефіцієнт при раптовому навантаженні системи з одним ступенем свободи?
- 13 Що таке удар?
- 14 Укажіть формулу для динамічного коефіцієнта при ударі.
- 15 У чому полягає явище втоми матеріалу?
- 16 Що називається межею втомленості?
- 17 Які цикли називаються знакопостійними?
- 18 Які цикли називаються знаковмінними?
- 19 Які параметри характеризують цикл напружень?
- 20 Як визначається коефіцієнт асиметрії циклу?
- 21 Як формулюється умова витривалості?

Перелік розрахунково-проектувальних робіт

- 1 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.
- 2 Дослідження концентрацій напружень у пластинах.
- 3 Дослідження ударної в'язкості сталі та інших матеріалів.
- 4 Дослідження розподілу напружень у кривому брусі.
- 5 Дослідження сталевого зразка на витривалість.
- 6 Дослідження дії вібраційного навантаження на шарнірно-обіперту балку.
- 7 Визначення динамічного коефіцієнту при поперечному ударі по балці.

Практичні заняття

Основна мета практичних занять – розвинути у студента навички самостійного розв'язання інженерних задач з розрахунку стержнів на міцність, жорсткість і стійкість. На практичних заняттях закріплюються і поглиблюються знання з відповідних розділів курсу.

Перелік програм для розрахунку та контролю завдань на комп'ютері

- 1 Визначення внутрішніх сил у статично визначних балках і рамах з побудовою епюр.
- 2 Визначення геометричних характеристик складних плоских перерізів.
- 3 Визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізів тонкостінних стержнів.

- 4 Розрахунок статично визначних балок на міцність і жорсткість з добором перерізів.
- 5 Розрахунки на складний опір (згинання з крученням, косе згинання, позацентрове стискання) і стійкість.
- 6 Дослідження плоского і об'ємного напружених станів у точці.
- 7 Розрахунок розпірних систем на нерухоме і рухоме навантаження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Сопротивление материалов / Под ред. Г.С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1986. – 775 с.
- 2 Чихладзе Е.Д. Опір матеріалів. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 362 с.
- 3 Опір матеріалів / За ред. Г.С. Писаренка. – К.: Вища школа, 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.: Вища школа, 1994. – 504 с.
- 8 Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1989. – 170 с.
 - 9 Сопротивление материалов / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров и др.; Под ред. А.Ф. Смирнова. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1975. – 479 с.
 - 10 Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Под ред. А.В. Александрова. – М.: Высшая школа, 1975. – 479 с.
 - 11 Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

Додаток А

***Програма курсу для студентів, які навчаються
без відриву від виробництва (Локомотиви)***

5-й СЕМЕСТР

Лекції – 8 год
Практичні заняття – 8 год
Лабораторні заняття – 16 год
Контрольні роботи – 2
Іспит

Зміст лекцій

Загальні положення. Розтягання і стискання. Механічні характеристики матеріалів. Основи теорії напруженого

стану. Геометричні характеристики плоских перерізів. Плоске згинання прямих стержнів.

Перелік контрольних робіт

- 1 Побудова епюр внутрішніх сил у брусах різного обрису.
- 2 Розрахунки на розтягання і стискання. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування на розтягання сталі й інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
- 2 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.
- 3 Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень двотаврової балки в зоні чистого згинання.

Зміст практичних занять

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

6-й СЕМЕСТР

Лекції – 8 год

Практичні заняття – 4 год

Лабораторні заняття – 16 год

Контрольні роботи – 3

Іспит

Зміст лекцій

Кручення стержнів круглого поперечного перерізу. Кручення тонкостінних стержнів відкритого профілю. Складний опір. Стійкість стиснутих стержнів. Динамічна дія навантаження.

Перелік контрольних робіт

- 1 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ.
- 2 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням ЕОМ.
- 3 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ.

Перелік лабораторних робіт

- 2 Визначення положення центра згинання тонкостінної консольної балки.
- 3 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при косому згинанні.
- 4 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.

Зміст практичних занять

- 1 Кручення стержнів круглого поперечного перерізу.
- 2 Кручення тонкостінних стержнів відкритого профілю.
- 3 Розрахунки на складний опір і стійкість.

Програма курсу для студентів, які навчаються без відриву від виробництва за скороченою формою навчання (Локомотиви)

7-й СЕМЕСТР

Лекції – 6 год
Практичні заняття – 4 год
Лабораторні заняття – 16 год
Контрольні роботи – 2
Іспит

Зміст лекцій

Загальні положення. Розтягання і стискання. Механічні характеристики матеріалів. Основи теорії напруженого

стану. Геометричні характеристики плоских перерізів. Плоске згинання прямих стержнів.

Перелік контрольних робіт

- 1 Побудова епюр внутрішніх сил у брусах різного обрису.
- 2 Розрахунки на розтягання і стискання. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Випробування на розтягання сталі й інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
- 2 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.
- 3 Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень двотаврової балки в зоні чистого згинання.

Зміст практичних занять

- 1 Епюри внутрішніх зусиль у брусах різного обрису.
- 2 Розрахунки на розтягання та стискання.
- 3 Геометричні характеристики плоских перерізів.
- 4 Розрахунок на міцність балок при згинанні.
- 5 Значення переміщень у балках при згинанні.

8-й СЕМЕСТР

Лекції – 6 год

Практичні заняття – 4 год

Лабораторні заняття – 16 год

Контрольні роботи – 3

Залік

Зміст лекцій

Кручення стержнів круглого поперечного перерізу.
Кручення тонкостінних стержнів відкритого профілю.

Складний опір. Стійкість стиснутих стержнів. Динамічна дія навантаження.

Перелік контрольних робіт

- 1 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ.
- 2 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням ЕОМ.
- 3 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ.

Перелік лабораторних робіт

- 1 Визначення положення центра згинання тонкостінної консольної балки.
- 2 Дослідження деформацій і розподілу нормальних напружень при косому згинанні.
- 3 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.

Зміст практичних занять

- 1 Кручення стержнів круглого поперечного перерізу.
- 2 Кручення тонкостінних стержнів відкритого профілю.
- 3 Розрахунки на складний опір і стійкість.

Додаток Б

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

3-й СЕМЕСТР

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного	17

матеріалу	
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 брусах різного обрису з контролем рішення 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)	10
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 невизначених системах; визначення геометричних характеристик складених перерізів)	10
3 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ (підбір перерізів різної форми та їх перевірка за головними напруженнями; визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів)	10
Разом	84

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 ЕОМ (визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізу стержня; визначення нормальних та дотичних напружень у перерізі від згинання та секторіальних напружень)	12
2 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ (визначення напружень та перевірка міцності при згинанні з крученням, при косому згинанні, при позацентровому стисканні; підбір перерізу та визначення критичної сили при поздовжньому згинанні)	12
Разом	84

Загальний розподіл часу

	3-й семестр	4-й семестр	Разом
Разом на самостійну роботу	84	84	168
На розрахункові роботи	30	24	54

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

5-й СЕМЕСТР

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	16

Підготовка до практичних та лабораторних занять	15
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	15
Підготовка до іспиту	25
Виконання розрахункових робіт	
1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису з контролем рішення 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)	25
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)	25
Разом	121

6-й СЕМЕСТР

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	13
Підготовка до практичних та лабораторних занять	13
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	15
Підготовка до іспиту	20

Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ (підбір перерізів різної форми та їх перевірка за головними напруженнями; визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів)	20
2 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням ЕОМ (визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізу стержня; визначення нормальних та дотичних напружень у перерізі від згинання та секторіальних напружень)	20
3 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ (визначення напружень та перевірка міцності при згинанні з крученням, при косому згинанні, при позацентровому стисканні; підбір перерізу та визначення критичної сили при поздовжньому згинанні)	20
Разом	121

Загальний розподіл часу

	5-й семестр	6-й семестр	Разом
Разом на самостійну роботу	121	121	242
На розрахункові роботи	50	60	110

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

7-й СЕМЕСТР

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного	18

матеріалу	
Підготовка до практичних та лабораторних занять	15
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	15
Підготовка до іспиту	25
Виконання розрахункових робіт	
1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису з контролем рішення 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)	25
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)	25
Разом	123

8-й СЕМЕСТР

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	15
Підготовка до практичних та лабораторних занять	13
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	15
Підготовка до іспиту	20

Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок на міцність і визначення переміщень у балках при згинанні з контролем рішення на ЕОМ (підбір перерізів різної форми та їх перевірка за головними напруженнями; визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів)	20
2 Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з використанням ЕОМ (визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізу стержня; визначення нормальних та дотичних напружень у перерізі від згинання та секторіальних напружень)	20
3 Розрахунки на складний опір та стійкість з контролем рішень на ЕОМ (визначення напружень та перевірка міцності при згинанні з крученням, при косому згинанні, при позацентровому стисканні; підбір перерізу та визначення критичної сили при поздовжньому згинанні)	20
Разом	123

Загальний розподіл часу

	7-й семестр	8-й семестр	Разом
Разом на самостійну роботу	123	123	246
На розрахункові роботи	50	60	110