

Дисциплина «Сопротивление материалов»
(кафедра «Сопротивление материалов и строительная механика»)

Вступительное слово

Уважаемые студенты гр. АТР 13 (дистанционное обучение)! В соответствии с рабочей программой дисциплины (лекций 34 ч., практических занятий 34) Вам необходимо проработать теоретический материал курса лекций, которые будут постоянно пополняться на сайте библиотеки института в течение семестра и выполнить практические расчеты в соответствии с учебным планом курса дисциплины.

По вопросам теоретического материала обращаться к доценту кафедры «Сопротивление материалов и строительная механика» Хныкину Леониду Михайловичу, по практическим заданиям к ассистенту Семененко Игорю Игоревичу. Практические задания выполнять самостоятельно по методическим указаниям. Варианты заданий принять в соответствии с шифром вашей зачетки (две последние цифры, например 01, 02...30).

10/31-2011-01 М/у «Розрахунок внутрішніх зусиль» Горлівка 2012.

10/38-2012-01 М/у «Розрахунок пружних систем при простих навантаженнях Горлівка 2012.

И отсылать для проверки асс. Семененко И.И. по адресу: sema_sm_sm@mail.ru По теоретическому материалу курса дисциплины к доценту кафедры Хныкину Л.М. по адресу: kirilovj@gmail.com

Следите за поступающей информацией на сайте библиотеки института.

Рабочая программа к дисциплине «Сопротивление материалов»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет «Автомобільний транспорт»
Кафедра «Опір матеріалів та будівельна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету
_____ В.Г. Цокур
«___» _____ 2010 року

РЕКОМЕНДОВАНО:

Навчально-методична комісія
факультету, протокол засідання
№___ від «___» _____ 2010 р.
Голова комісії
_____ М.П. Крамар

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни «Опір матеріалів»
циклу дисциплін природничо-наукової підготовки
галузь знань: 0701- Транспорт і транспортна інфраструктура
Напрямок підготовки:
6.070.106 – Автомобільний транспорт
Курс – 2, семестр – 3, 4 (ден). Курс 3, сем-5,6 (заоч.).

Обговорено і затверджено кафедрою
«Опір матеріалів та будівельна механіка»
протокол №_6_ від _9 березня 2010 року

Завідувач кафедри
к.т.н., професор

М.М. Чальцев

Програму склав
к.т.н., доцент

Л.М. Хникін

«___» _____ 2010 р.

Горлівка 2010 р.

Лист перезатвердження робочої навчальної
програми з дисципліни «Опір матеріалів»

Внесено зміни до програми

« ____ » _____ 201__ р.

Рекомендовано кафедрою
«Опір матеріалів та будівельна
механіка» протокол № ____
від « ____ » _____ 2010__ р.
Завідувач кафедри

Внесено зміни до програми

« ____ » _____ 201__ р.

Рекомендовано кафедрою
«Опір матеріалів та будівельна
механіка» протокол № ____
від « ____ » _____ 201__ р.
Завідувач кафедри

Внесено зміни до програми

« ____ » _____ 201__ р.

Рекомендовано кафедрою
«Опір матеріалів та будівельна
механіка» протокол № ____
від « ____ » _____ 2010__ р.
Завідувач кафедри

1. Організаційно-методичний розділ

1.1. Загальні положення

Робоча програма складена на підставі Галузевого Стандарту вищої освіти України згідно з навчальними планами спеціальності 6.070.106 «Автомобілі та автомобільне господарство», вимогами наказу Міністерства освіти України № 161 від 02.07.1993 р.

1.2. Мета викладання дисципліни – надання студентам знань по методам і засобам інженерних розрахунків конструкції машин, механізмів, споруд, пристроїв та їх елементів на міцність, жорсткість та стійкість.

1.3. Задачі вивчення дисципліни і основні вимоги до рівня засвоєння змісту дисципліни – навчити студентів складати розрахункові схеми конструкцій та їх елементів; визначити внутрішні зусилля, напруження та деформації; врахувати фізично-механічні характеристики перерізів; вести перевірочні та проектувальні розрахунки при простих та складних деформаціях за умов економічності конструкцій.

Перелік питань, умінь та навичок студентів після вивчення дисципліни:

- знати історію та тенденції розвитку науки на міцність конструкцій машин, механізмів та споруд; основні теоретичні положення та закони і закономірності опору матеріалів;
- вміти складати розрахункові схеми стержнів, розраховувати геометричні характеристики перерізів; визначати фізично-механічні характеристики матеріалів;
- проводити розрахунки на міцність та жорсткість стержнів та стержневих систем при простих та складних деформаціях в умовах статичного, динамічного та змінного навантаження;
- вміти аналізувати результати розрахунків на міцність та жорсткість; використовувати одержані знання при рішенні різних технічних задач механіки.

1.2. Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Попередньо вивчаються «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Матеріалознавство».

1.3. Місце дисципліни в професійній підготовці студента

Дисципліна «Опір матеріалів» відноситься до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки та є першою інженерною дисципліною в підготовці технічного фахівця.

2. Розклад навчальних годин

Розподіл навчальних годин дисципліни «Опір матеріалів» за основними видами навчальних занять наведено в таблиці 2.1

Розклад навчальних годин дисципліни «Опір матеріалів»

Табл. 2.1

Види навчальних занять	Всього		Семестри			
	Годин	Кредитів ECTS	Денна		Заоч.	
			3-й	4-й	5-й	6-й
Загальний обсяг дисципліни	294	8	134/3,5	160/4,5	164	147
1. Аудиторні заняття	136		68	68	18	16
З них:						
1.1. Лекції	68		34	34	8	8
1.2. Лабораторні заняття	51		17	34	6	8
1.3. Практичні заняття	17		17	-	4	-
2. Самостійна робота	85		34	51	105	90
з них:						
2.1. Вивчення лекційної літератури	24		4	20	61	61
2.2. Підготовка до лабораторних занять	17		4	13	16	17
2.3. Підготовка до практичних занять	8		8	-	16	-
2.2. Виконання індивідуальних домашніх завдань	36		18	18	12	12
3. Контрольні заходи	73		32	41	41	41

3. Тематичний план

3.1 Лекційні заняття

Мета проведення лекційних занять - надати студентам теоретичний матеріал, ознайомити з основними методами розрахунків на міцність та жорсткість елементів конструкцій, враховуючи їх економічність.

У наслідку вивчення лекційного матеріалу студенти повинні знати :

- основні поняття та визначення механіки твердого деформованого тіла;
- історію та тенденції розвитку науки про міцність;
- основні теоретичні положення;
- закони та закономірності;
- інженерні методи розрахунків стержнів та стержневих систем на міцність, жорсткість та стійкість конструкцій та їх елементів при простих та складних деформаціях за умов статичного, динамічного та змінного навантаження.

3.2 Семестр 3 (денна форма), семестр 5 (заочна форма)

Теми та зміст лекцій наведені в табл. 2.1

Табл. 2.1- Теми і зміст лекцій

№ п/п	Теми і зміст лекцій	Обсяг лекційного заняття (ак.год)		Обсяг самостійної роботи (ак.год)	
		ден.	заоч.	ден.	заоч.
1	2	3	4	5	6
1	Модуль 1. Загальні відомості. Основні поняття та визначення. Роль і задачі науки. Принципи та гіпотези. Навантаження (класифікація)	2		0,25	4
2	Деформації та переміщення. Внутрішні сили. Метод перерізів для їх визначення. Диференційні залежності між внутрішніми силами та навантаженнями. Величина та знаки внутрішніх сил. Опори та розрахунок їх реакцій.	2	1	0,25	4
3	Епюри внутрішніх сил та особливості їх побудови. Деформації та переміщення. Напруження. Зв'язок між внутрішніми силами, напруженнями та деформаціями.	2	1	0,25	4
4	Стержневі системи. Ферми та рами, класифікація їх. Статично визначені та статично невизначені стержні та їх системи. Епюри внутрішніх сил в статично визначених рамах.	2		0,25	4
6	Залежності між моментами інерції для паралельних осей та при перетворенні координат. Головні осі і головні моменти інерції. Радіуси інерції та моменти опору.	2	1	0,25	4
1	2	3	4	5	6
7	Розрахунок геометричних характеристик складних	2		0,25	4

	перерізів. Розтяг (стиск). Поздовжні деформації. Закон Гука. Епюри N , σ , Δl . Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження.				
8	Розрахунок на міцність та жорсткість при розтягу. Діаграма розтягу. Розрахунок статично невизначеної системи при розтягу. Урахування власної ваги в розрахунках на розтягання.	2	1	0,25	4
Всього лекційних занять модулю 1		16		2	
9	Модуль 2. Напружений і деформований стан. Лінійний і плоский напружений стан	2		0,25	4
10	Об'ємний напружений стан. Узагальнений закон Гука. Відносні деформації по головним напрямкам. Питома потенціальна енергія зміни об'єму та форми.	2		0,25	4
11	Теорії міцності I, II, III, IV, Мора. Зсув. Напруження і деформації. Закон Гука при зсуві.	2	1	0,25	4
12	Практичні розрахунки на зріз, зминання і розрив. Розрахунок з'єднань за допомогою заклепок, болтів, зварних з'єднань.	2		0,25	4
13	Кручення. Напруження і деформації при крученні вала. Умови міцності та жорсткості. Закон Гука. Розрахунок на міцність при крученні.	2	1	0,25	4
14	Статично невизначені задачі при крученні. Кручення стержнів не круглих перерізів. Розрахунок циліндричних пружин з малим кроком.	2		0,25	3
15	Згин. Плоский згин. Опори і опорні реакції. Нормальні напруження при згині. Дотичні напруження. Формула Журавського.	2	1	0,25	3
16	Епюри дотичних напружень в балках різного перерізу. Головні напруження при поперечному згині.	2	1	0,25	3
17	Потенціальна енергія деформації згину. Розрахунок балки на міцність при згині.	2		0,25	3
Всього лекційних занять модулю 2		18	8	2	61
Разом		34	8	4	61

3.2 Практичні заняття

Мета проведення практичних занять - розвиток здібностей студентів до самостійного технічного мислення та аналізу, до самостійної творчої роботи, розвиток розуміння фізичних явищ; розвиток умінь та навичок використання теоретичних знань до рішення практичних задач.

У наслідку проведення практичних занять студенти повинні:

- знати необхідний теоретичний матеріал, методи розрахунків на міцність та жорсткість при різних видах деформацій елементів конструкцій;
- розвивати техніку обчислень та навички роботи з довідковою та технічною літературою;
- придбати навички оформлення технічних розрахунків.

Теми і зміст практичних занять наведені в табл.3.2

Таблиця 3.2 Теми і зміст практичних занять

№ п/ п	Тема і зміст практичних занять	Обсяг практичних занять (ак.год)		Обсяг самостійної роботи (ак.год)	
		ден.	заоч.	ден.	заоч.
1	Модуль 1. Випробування матеріалів. Абсолютна і відносна деформація. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики міцності і пластичності.	2	0,5	0,5	1,5
2	Метод перерізів. Визначення величини і знака внутрішніх зусиль. Побудова епюр поздовжніх зусиль.	2	0,5	1	1,5
3	Побудова епюр крутних моментів в валах. Визначення реакцій в опорах балки. Побудова епюр Q та M у балках.	2	0,5	0,5	1,5
4	Побудова епюр внутрішніх зусиль в рамах та просторових стержневих системах.	1	0,5	1	1,5
5	Визначення площі і центра ваги перерізу статичних моментів інерції простих перерізів. Розрахунок геометричних характеристик складних перерізів. Розрахунок геометричних характеристик складних перерізів. Радіуси інерції і момент опору.	1	0,5	1	2
Всього практичних занять модулю 1		8		4	
6	Модуль 2. Напружений і деформований стан. Лінійний та плоский напружений стан (пряма і зворотна задачі)	1		0,5	2
7	Об'ємний напружений стан і деформація. Узагальнений закон Гука. Теорії міцності.	1		0,5	1,5
8	Побудова епюр N, σ , Δl при розтягу (стиску). Статично невизначені задачі. Визначення монтажних та температурних напружень. Розрахунки на міцність при розтягу (стиску)	2	0,5	1	1,5
9	Розрахунок валів на кручення. Статично невизначені задачі при крученні. Розрахунок пружин та ресор.	2	0,5	1	1,5
10	Згин. Розрахунок балок на міцність. Визначення напружень τ та σ в балках різного перерізу.	1	0,5	1	1,5
Всього практичних занять модулю 2		9	4	4	16
Разом		17	4	8	16

3.3 Лабораторні заняття

Мета проведення лабораторних занять:

- перевірка положень теорії (підтвердження теоретичних положень і висновків);
- визначення фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів;
- навчання основам методики постановки і проведення експериментальних досліджень, вивчення принципу дії дослідних машин та приладів.

У наслідку проведення лабораторних занять студенти повинні:

- вміти звіряти висновки теорії з даними експерименту;
- знати основи техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт;
- знати принцип дії лабораторних приладів та пристроїв.

Перелік лабораторних робіт наведено у табл.3.3

Таблиця 3.3. Теми і зміст лабораторних занять

№	Тема і зміст лабораторних занять	Обсяг лабораторних занять (ак.год)		Обсяг самостійної роботи (ак.год)	
		ден	заоч.	ден.	заоч.
1	Модуль 1. Лабораторна робота №1. Визначення модуля пружності сталі при розтягу.	2		0,5	
2	Лабораторна робота №2. Випробування на розтяг низько вуглецевої сталі.	2	2	0,5	4
3	Лабораторна робота №2. Випробування на розтяг легованої сталі.	2		0,5	
4	Лабораторна робота №3. Випробування зразків на стиск із різних матеріалів.	2	2	0,5	4
Всього лабораторних занять модулю 1		8		2	
5	Модуль 2. Лабораторна робота №4. Випробування на зріз та зминання.	2		0,5	4
6	Лабораторна робота №5. Випробування на кручення зразків із різних матеріалів.	2	2	0,5	4
7	Лабораторна робота №6. Випробування на розтяг циліндричної гвинтової пружини.	2		0,5	
8	Лабораторна робота №7. Випробування балки при чистому згині.	3		0,5	
Всього лабораторних занять модулю 2		9	6	2	16
Разом		17	6	4	16

3.6 Семестр 4 (денна форма), семестр 6 (заочна форма)

3.4 Лекційні заняття.

Теми і зміст лекцій приведені в табл.3.4

Таблиця 3.4 Тема і зміст лекцій

№ п/п	Тема і зміст лекцій	Обсяг лекційного заняття (ак.год)		Обсяг самостійної роботи (ак.год)	
		ден	заоч.	ден.	заоч.
1	2	3	4	5	6
1	Модуль1. Переміщення при згині. Поняття та визначення. Основне диференціальне рівняння зігнутої вісі балки. Метод початкових параметрів.	2	1	1	4
1	2	3	4	5	6
2	Енергетичні методи визначення переміщень. Узагальнена сила та узагальнене переміщення. Теорема про роботу статичної сили. Потенціальна енергія пружної системи. Теореми про взаємність робіт та переміщень.	2	1	1	4
3	Теорема про переміщення точки прикладання сили. Метод	2		1	4

	Мора для визначення переміщень. Обчислення інтегралів Мора за правилом Верещагіна.				
4	Складний опір. Загальні відомості, класифікація. Косий згин. Нормальні напруження та переміщення.	2		1	4
5	Позацентровий розтяг (стиск). Напруження. Ядро перерізу. Спільна дія згину з крученням валу круглого перерізу. Загальний випадок дії навантаження.	2	1	1	3
6	Напруження змінні за часом. Циклічні напруження. Втомлена міцність. Границя витривалості. Крива втомленості. Фактори, що впливають на границю витривалості.	2		1	4
7	Розрахунки на міцність при циклічній зміні напружень. Діаграма граничних напружень. Умови міцності при дії у часі напружень.	2	1	2	4
8	Динамічне навантаження. Загальні відомості. Врахування сил інерції. Напруження в обертових тілах.	2		2	4
Всього лекційних занять модулю 3		16		10	
9	Модуль 2. Коливання пружних систем. Власні коливання пружної системи з одним ступенем волі. Змушені коливання системи.	2	1	1	4
10	Ударне навантаження. Розрахунок на удар без урахування маси, з урахуванням маси, зосередженої в точці удару.	2	1	1	4
11	Поздовжній, поперечний та скручений удар. Розрахунок на удар з урахуванням маси, розподіленої по довжині. Умови міцності при ударі.	2	1	1	4
12	Стійкість стиснутих стержнів і поздовжнє поперечне згинання. Стійка і нестійка пружна рівновага. Задача Ейлера про стійкість стиснутого стержня. Вплив умов закріплення стиснутих стержнів на значення критичної сили.	2	1	1	4
13	Критичне напруження. Практичні методи розрахунку стиснутих стержнів. Енергетичний метод визначення критичної сили.	2	1	1	4
14	Поздовжньо-поперечне згинання. Вибір матеріалів з раціонального перерізу для стиснутого стержня.	2	1	1	4
15	Статично невизначені стержневі системи. Метод сил. Канонічне рівняння. Побудова епюр N, Q, M в статично невизначених системах.	2	1	1	3
16	Визначення переміщень в статично невизначених системах. Статична і деформаційна перевірка рішень. Розрахунок статично невизначених систем методом сил.	2	1	1	3
17	Узагальнена лекція.	2	1	2	3
Всього лекційних занять модулю 4		18	8	10	61
		34	8	20	61

3.5 Лабораторні заняття.

Тема і зміст лабораторних занять приведені в табл.3.5

Таблиця 3.5 Тема і зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема і зміст лабораторних занять	Обсяг лабораторних занять (ак.год.)	Обсяг самостійної роботи
-------	----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------

				(ак.год)	
		ден.	заоч.	ден.	заоч.
1	Модуль 1. Лабораторна робота № 1. Дослідження переміщень в консольній балці при згині.	2	0,5	1	2
2	Лабораторна робота № 2. Визначення переміщень двохопорної балки з консолями посередині прольоту.	2	0,5	1	2
3	Лабораторна робота № 3. Перевірка теорем про взаємність робіт та взаємність переміщень.	2	0,5	1	2
4	Лабораторна робота № 4. Визначення кутів нахилу поперечного перерізу в балках.	2	0,5	1	2
5	Лабораторна робота № 5. Визначення переміщень при косому згинанні.	2	0,5	1	2
6	Лабораторна робота № 6. Визначення напружень при косому згинанні.	2	0,5	1	2
7	Лабораторна робота № 7. Визначення положення центру згину консольної балки несиметричного профілю.	2	0,5	1	
8	Лабораторна робота № 8. Визначення переміщень при сумісній дії згину і кручення.	2	0,5	7	
Всього лабораторних занять модулю 1		16			
9	Модуль 2. Лабораторна робота № 9.	2	0,5	1	
10	Лабораторна робота № 10.	2	0,5	1	2
11	Лабораторна робота № 11.	2	0,5	1	
12	Лабораторна робота № 12. Визначення критичної сили стиснутих стержнів.	2	0,5		2
13	Лабораторна робота № 13. Визначення переміщень при чистому згині.	2	0,5	1	
14	Лабораторна робота № 14. Випробування трьохопорної балки при згині.	2	0,5	1	1
15	Лабораторна робота № 15. Визначення жорсткості циліндричної пружини та ресор.	3	0,5	1	
16	Лабораторна робота № 16. Визначення напружень при позацентровому стиску.	3	0,5	6	
Всього лабораторних занять модулю 2		18			
Разом за семестр		34	8	13	17

3.6 Самостійна робота

Мета самостійної роботи - засвоєння студентом лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять і проведення лабораторних занять, виконання індивідуальних домашніх занять.

Індивідуальні домашні завдання включають задачі по темам курсу :

- визначення внутрішніх зусиль в стержневих системах методом перерізів та побудова їх епюр;
- розрахунок статично-визначених стержневих систем на міцність та жорсткість;
- статично-невизначені системи при розтягу, стиску та крученні, їх розрахунок на міцність;
- геометричні характеристики плоских перерізів;

- розрахунок балочних і рамних конструкцій на жорсткість з використанням методів переміщень (метода початкових параметрів, інтегралу Мора, за формулою Верещагіна);
- складний опір;
- розрахунок пружних систем на міцність;
- розрахунок пружних систем при динамічному навантаженні.

4. Засоби проведення поточного та підсумкового контролю

4.1. Види контролю:

- поточний контроль;
- модульно-рейтинговий контроль;
- підсумковий (семестровий) контроль-іспит.

Поточний контроль здійснюється на практичних заняттях шляхом перевірки засвоєння теоретичного матеріалу підготовленості студентів до практичних занять та захисту домашніх розрахунково-проектувальних робіт.

Модульно-рейтинговий контроль здійснюється у вигляді письмового опитування у два етапи : перший - на восьмому тижні навчання; другий - на сімнадцятому тижні навчання .

Підсумковий контроль здійснюється у вигляді семестрового іспиту. Семестровий іспит передбачає контроль засвоєння студентами теоретичного та практичного матеріалу.

Студент допускається до семестровому контролю після виконання та захисту всіх домашніх розрахунково- проектувальних робіт.

4.2. Критерії оцінки знань студентів

Результати складання іспиту оцінюються оцінками «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», рейтинговою (двадцятибальною) системою та буквами «А», «В», «С», «D», «Е», «FX», «F» :

Оцінку відмінно з рейтингом 17,00...20,00- «А», заслуговує студент, що виявляє всебічні і глибокі знання матеріалу, вміє самостійно вирішувати задачі, аналізувати та обґрунтувати прийняті рішення , спроможний вести дискусію з проблем опору матеріалів.

Оцінку «добре» з рейтингом 15,25...16,99- «В», 13,50...15,24-«С» заслуговую студент, що виявляє повне знання програмного матеріалу, вміє вирішувати задачі, обґрунтувати прийняті рішення, брати участь у дискусії з питань опору матеріалів.

Оцінку «задовільно» з рейтингом 11,75...13,49-«D», 10,00....11.74- «Е» заслуговує студент, що виявляє знання програмного матеріалу, вміє під керівництвом викладача обґрунтовувати прийняті рішення та вирішувати задачі з невеликими прорахунками.

Оцінку «незадовільно» з рейтингом 9,00...5,00-«F», 9,00...5,00- «FX» заслуговує студент, що виявляє пробіли в знанні основних положень програмного матеріалу , не може використовувати одержані знання при рішенні задач опору матеріалів.

Поточний контроль

1. Аудиторні контрольні роботи-1 робота.
2. Розрахунково –проектувальні домашні завдання – 2 завдання. (ден.) 1 завд. (заочн).

Підсумковий контроль

Два модульних контролю МК1 (за перші 8 учбових тижнів); МК2 (за наступні 8 тижнів). По результатах модульних контролів виставляється екзаменаційна оцінка. Якщо студент не одержав позитивної оцінки по модульному контролю або він має бажання одержати більш високу оцінку , то він складає семестровий іспит.

4.3 Перелік питань для поточного та модульного контролю знань студентів

Семестр 3

Модуль1

- 1.В чому полягає задача розрахунку на міцність? На жорсткість? На стійкість?
2. Що називається стержнем, оболонкою, платиною, масивом?
3. Що таке поздовжня вісь та поперечний переріз стержня?
- 4.Що відображає собою розрахункова схема конструкції і в чому вона відрізняється від дійсної конструкції?
5. По яким відзнакам і як класифікують навантаження?
6. У яких одиницях вимірюють різні навантаження?
7. Що являють собою внутрішні сили і як вони визначаються?
8. В чому суть методів перерізу?
9. Що таке напруження? Які вони бувають? У яких одиницях їх вимірюють?
- 10.Які основні гіпотези та принципи опору матеріалів?
11. Які визначають значення повздовжньої сили в довільному перерізі стержня?
- 12.Який вид має епюри поздовжніх сил? Які особливості їх побудови?
- 13.Як визначаються нормальні напруження при розтягу (стиску) і як будуються їх елементи?
14. Що називається абсолютною повздовжньою деформацією? Відносно повздовжньою деформацією? Які їх розмірності?
15. Що таке модуль пружності матеріалу? Як він впливає на деформацію стержня?
- 16.Як формулюється закон Гука при розтягу (стиску)?
- 17.Що таке абсолютна та відносна поперечна деформація стержня?
18. Що називається коефіцієнтом поперечної деформації? Які він має значення?
19. Як будується діаграма розтягу?
20. Що називається границею пропорційності, пружності, текучості, міцності?
21. Які деформації пружні і які пластичні?
22. Які бувають характеристики пружності та міцності матеріалу?
23. Які бувають характеристики пластичності матеріалу?
24. Яка дія навантаження буде статичною?
25. Що таке допустиме напруження? Як воно визначається для пластичних та крихких матеріалів?
26. Як визначається коефіцієнт запасу міцності та від яких факторів він залежний?
27. Які системи є невизначеними?
28. Що таке ступінь статичної невизначеності системи ?
29. Які напруження називаються монтажними ?
30. Які напруження називаються температурними?
- 31.Які бувають геометричні характеристики перерізів?

32. Яка залежність існує між статичними моментами відносно двох паралельних осей?
33. Як визначити координати центра ваги простого та складного перерізу?
34. чому дорівнює осьовий момент інерції прямокутниками відносно центральної осі паралельній одній з його сторін?
35. Чому дорівнюють осьові та полярні моменти інерції круга та кільця відносно їх центрів?
36. Як змінюється величина осьового та відцентрового моментів інерції перерізу при повороту осей?
37. Що являють собою головні центральні моменти інерції?
38. У яких випадках без обчислення можна визначити положення головних осей?
39. Чому проводять розбивку складного перерізу на прості частини при визначенні моментів інерції ?
40. В якій послідовності визначають величину головних центральних моментів інерції складного перерізу?
41. Який випадок плоского напруженого стану називають чистим зсувом?
42. Що називається абсолютним відносним зсувом та кутом зсуву?
43. Як формується закон Гука при зсуві?
44. Чому об'ємна деформація при чистому зсуві дорівнює нулю?
45. Яка існує залежність між модулями пружності при розтязі та модулем пружності при зсуві?

Модуль 2

46. Як вираховується обертовий момент по заданій потужності і числу обертів за хвилину?
47. Як будуються епюри крутних моментів та особливості їх побудови?
48. Які напруження виникають в поперечних перерізах круглого валу при крученні?
49. Як формулюється закон Гука при крученні?
50. Як виконується розрахунок на міцність для круглого валу при крученні?
51. Як виконується розрахунок на жорсткість для круглого валу при крученні?
52. Як обчислюють напруження в циліндричній гвинтовій пружині?
53. Як визначається деформація циліндричної гвинтової пружини?
54. Як розривається статична невизначеність валу при крученні?
55. Що називається чистим та поперечним згином?
56. Які типи опор використовують для закріплення балок?
57. Як визначають значення опорних реакцій?
58. Як будується епюра поперечних сил та згинальних моментів і які особливості її побудови?
59. Як визначається екстремальна величина згинального моменту?
60. Як формується закон Гука при згині?
61. Як обчислюються нормальні напруження при згині ?
62. Як обчислюються дотичні напруження при згині?
63. Яка форма поперечного перерізу балки є раціональною для пластичних матеріалів?
64. Як виконується розрахунок на міцність балки постійного по довжині поперечного перерізу?
65. Що називається небезпечним станом матеріалу?
66. Що являють собою теорії міцності? Які їх недоліки?

Семестр 4

4.4. Перелік питань поточного та модульного контролю.

Модуль 1

1. Які переміщення одержують поперечні перерізи балки при згині?
2. Що таке основне диференціальне рівняння зігнутої осі балки?
3. Як обчислюють переміщення поперечних перерізів в балках методом інтегрування основного диференціального рівняння?

4. Як обчислюють переміщення поперечних перерізі в балках методом початкових параметрів?
5. Чому дорівнює робота статично прикладеної сили?
6. Як формулюється теорема про взаємність робіт?
7. Як формулюється теорема про взаємність переміщень?
8. Як визначається потенціальна енергія деформації через внутрішні сили?
9. Як визначають переміщення по методу Мора?
10. Як використовують правила Верещагіна при обчисленні переміщень по методу Мора?
11. Як проводять розрахунок на міцність та жорсткість при складному опорі?
12. Як визначаються нормальні напруження та переміщення при складному згині?
13. Як визначаються нормальні напруження та переміщення при згині з розтягом (стиском) та при позацентровому розтягу (стиску)?
14. Що таке ядро перерізу і як воно будується?
15. Як визначаються нормальні та дотичні напруження при згині з крученням?
16. Як виконується розрахунок на міцність круглого валу при згині з крученням?
17. Як виконується розрахунок на міцність круглого стержня при крученні з розтягом (стиском)?
18. Як виконується розрахунок на міцність в стержні у загальному випадку навантаження?
19. Що таке цикли напружень та їх характеристика?
20. Що називається втомою матеріалу і як воно досліджується?
21. Що називається границею витривалості матеріалу?
22. Які фактори впливають на витривалість матеріалу?
23. Як виконується розрахунок коефіцієнта запасу міцності при симетричному циклу навантаження?
24. Як виконується розрахунок коефіцієнта запасу міцності при асиметричному циклі навантаження? При пульсуючому циклі навантаження?

Модуль 2

25. У чому полягає принцип Даламбера?
26. Як враховуються сили інерції при поступальному русі з прискоренням?
27. Як виконувати розрахунок на міцність при обертанні системи?
28. Які є типи і види коливань?
29. Які сили при вільних та вимушених коливаннях?
30. Як визначають частоту і період вільних коливань без урахування маси системи і з урахуванням маси?
31. Як визначається амплітуда вільних коливань?
32. Який вид має формула динамічного коефіцієнту при вимушених коливаннях без урахування опору?
33. У чому полягає небезпека резонансу коливань?
34. Який вигляд має формула динамічного коефіцієнту при вимушених коливаннях з урахуванням опору?
35. Як можна врахувати масу пружної системи при розрахунках коливань?
36. Який вид має формула динамічного коефіцієнту при ударі без урахування маси пружної системи?
37. Який вид має формула динамічного коефіцієнта при ударі з урахуванням маси пружної системи?
38. Як виконується розрахунок на міцність та жорсткість при ударі за допомогою загального методу розрахунку?
39. Яка система є геометрично незмінною?
40. Що таке задана, основна та еквівалентна система?
41. Як розкривається статична невизначеність системи методом сил?
42. Як будуються епюри внутрішніх сил в статично невизначених системах?
43. Як визначаються переміщення в статично невизначених системах?
44. В чому полягає явище втрати стійкості стислого стержня?
45. Який вигляд має формула Ейлера?

46. Що таке гнучкість стержня і як вона визначається при різних видах його закріплення?
47. Що таке гранична гнучкість і від чого вона залежить?
48. Як визначається критична напруження для стислих стержнів різної гнучкості ?
49. Як виконується розрахунок дуже гнучких стержнів на стійкість?
50. Що являє собою коефіцієнт повздовжнього згину і як визначається його величина?
51. Як ведуться розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта повздовжнього згину?

5. Література

5.1 Основна література

1. Соппротивление материалов/ Под ред.. Писаренко Г.С.-5е изд.перераб. и доп.-К.: Вища шк.. Головне изд-во, 1986.-775с.
2. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. А.С.Вольмира.-М.:Наука, Главная редакция физ.-мат. Литературы, 1984-406с.
3. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. Пособие для техн. вузов. Миролубов И.Н. и др..-5е узд., перераб. и доп.-М.: в.ш.,1995-399с.

5.2 Допоміжна література

1. Соппротивление материалов: Учеб. для техн.. вузов-5-е узд.,перераб. и доп.-М.:В.ш.,1989-624с.
2. Сборник задач по сопротивлению материалов ./ Под ред.. В.К. Качурина. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». М.: 1970,-432с.
3. Ободовский В.А.,Ханин С.Е. Соппротивление материалов в примерах и задачах. Изд 3-е. Харьков: изд. ХГУ, 1971-383с.

5.3 Довідкова література

1. Справочник по сопротивлению материалов ,Фесик С.П.-2-е изд., перераб. и доп.-Киев: Будівельник, 1982-280с.

5.4 Методична література

1. М\у к выполнению к лабораторных работ по курсу «Соппротивление материалов» / Сост.: В. Ф. Васильченко, В.А.Космак, Л.М. Хныкин, М.Н.Чальцев.-Донецк:ДПИ, 1998-56с.
2. М\у по курсу «Соппротивление материалов» к выполнению РПР №1 «Расчет внутренних сил и построение их эпюр» / Сост.: В.Ф. Васильченко, В.А.Космак, Л.М.Хныкин, М.Н.Чальцев, А.А.Храновский. Горловка: АДИ ДонНТУ,2000г-с.67.
3. М\в до виконання РПР «Розрахунок ступінчатого валу на міцність , жорсткість та витривалість» з курсу «Опір матеріалів»/ Укл.: ЧАльцев М.М., Хникін Л.М., Васильченко В.Ф., Плащенко А.О.- Горлівка АДИ ДонНТУ, 2003,-34с.
4. М\у по курсу «Соппротивление материалов» к выполнению расчетно-проектировочной работе «Расчет статически определимой балки на прочность и жесткость» Сост. М.Н. Чальцев, Л.М. Хныкин , В.А. Космак, В.Ф. Васильченко.,-Горлівка, 2007,-29с.
5. М\у к выполнению расчетно-проектировочной работы «Расчет стержней и стержневых систем при простых деформациях», Сост.-М.Н.Чальцев., Л.М.Хныкин, В.Ф. Васильченко, В.А.Космак., К.В.Савенко.,- Горловка,2000,- 39с.

Конспект лекцій

Лекція № 1

Опір матеріалів – загально технічна дисципліна, яка дає майбутнім інженерам фундаментальні знання для виконання розрахунку на міцність, жорсткості, плоских і просторих конструкцій, споруд.

Міцність – здатність матеріалу чинити опір, зовнішнього навантаження.

Жорсткість – здатність матеріалу чинити опір деформації, або деформації не повинні перевищувати допустимих значень.

Стійкість – збереження початкової форми рівноваги під дією зовнішніх навантажень

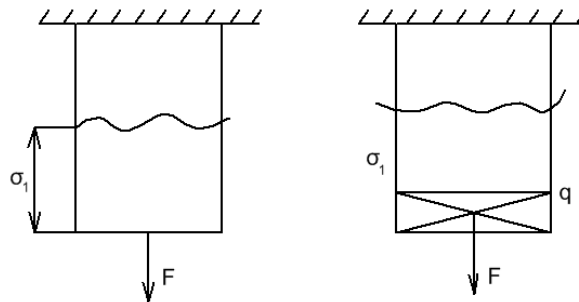
Об'єкти, що вивчаються в курсі опір матеріалів:

- Брус (ціпок, стрижень, вал, колона, стійка);
- Пластина;
- Оболонка (криволінійна пластина) – конструкція тривимірна, стрижень – одновимірна.

Основні гіпотези та принципи опіру матеріалів:

- Гіпотеза однорідності і суцільності матеріалу;
- Гіпотеза малості деформації;
- Принцип незалежності дії сил;
- Принцип локальної деформації;
- Принцип Сен-Венсена

При достатньому віддаленні прикладених сил до брусів, напруження не залежить яким чином це навантаження прикладене.



- Гіпотеза ідеальної пружності.

Навантаження

Навантаження бувають **зовнішні** – прикладні зовні – тимчасові, постійні, статичні, динамічні. [Н], [кН], [МН]. [Н], [кН], [МН].

Внутрішні зусилля – результат дії зовнішніх навантажень.

Види деформацій:

Перша група – прості: розтяг (стиск), зминання, зсув, згинання, зріз, зминання, кручення, згин.

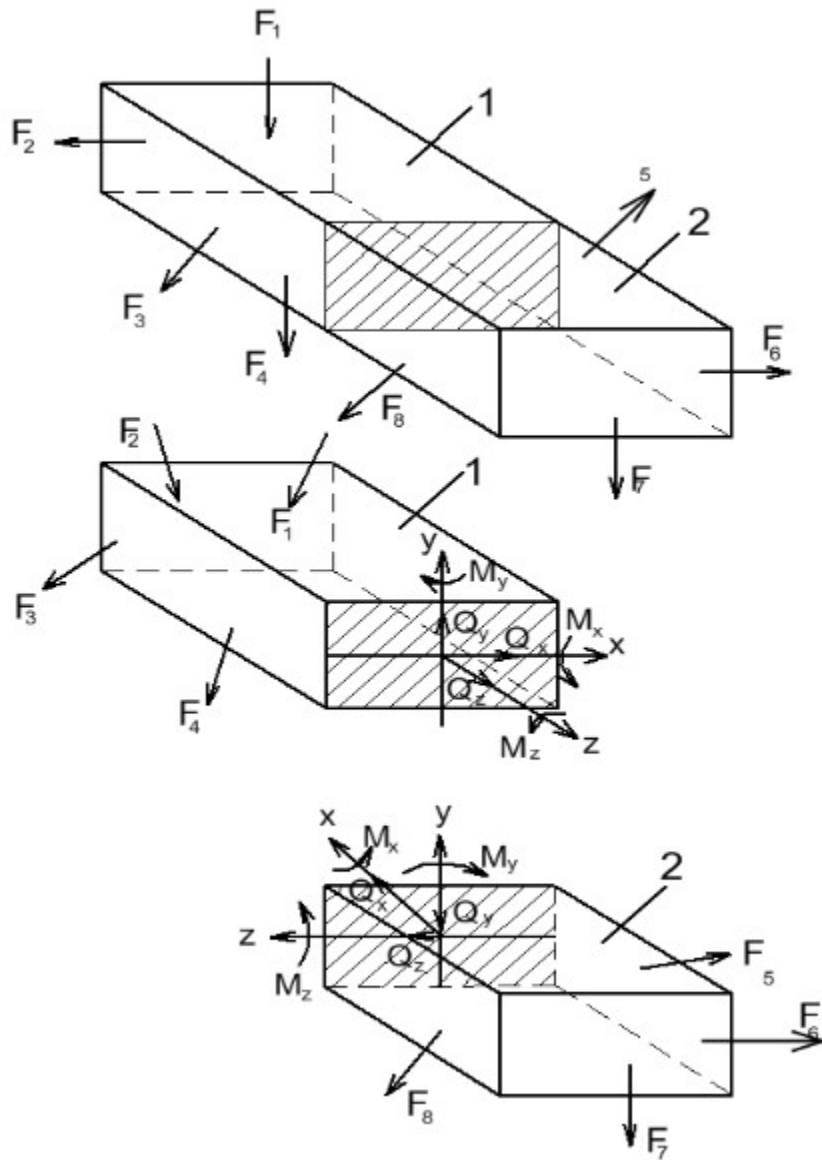
Друга група – складні: косі згинання, відцентровий розтяг, спільна дія згину та кручення, кручення з розтягом (стиском) та інші

Загальний випадок дії на брус: усі види деформації діють одночасно

Порядок визначення внутрішніх зусиль у перерізів –

Метод перерізів.

Розглянемо брус довільного образу, що деформується під дією прикладених до нього зовнішніх сил.



1. Розріжемо брус на довільному перерізі, переріз плоский та ортогональний до осі брусів. Відкинемо одну з частин (наприклад другу). Вплив відкинутої частини на залишенню замінимо внутрішніми зусиллями, що діють у перерізі. У даному випадку при виконанні статичної рівноваги перша частина діє на другові так, як друга на першу, тобто в довільній точці перерізу діють сили рівні за модулем і протилежні за знаками.

$$Q_x \dots Q_y \dots Q_z \dots M_x \dots M_y \dots M_z \dots$$

$$N_x = \sum_{i=1}^n F_{kx} - \text{відрізана частина бруса} - \text{розтяг (стиск)}$$

$$\begin{cases} Q_y = \sum_{i=1}^n F_{ky} \\ Q_z = \sum_{i=1}^n F_{kz} \end{cases} - \text{зсув згин}$$

$$m_x = M_{kp} = \sum_{i=1}^n M_x(I, m, M) - \text{кручення}$$

$$\begin{cases} M_y = \sum_{i=1}^n M_y^0 \\ M_z = \sum_{i=1}^n M_z^0 \end{cases} - \text{згин } (Q_z, Q_y, M_z, M_y)$$

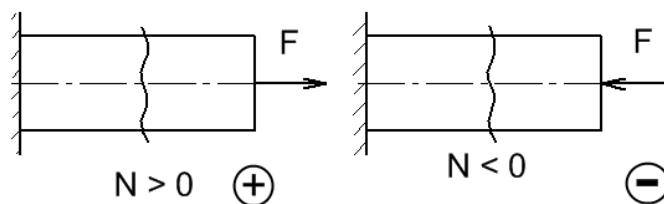
- Відкидаємо одну із частин. Дію відкинutoї частини заміняємо внутрішнім зусиллям.
- Складаємо рівняння статки відносно його невідомих та розв'язуємо їх

Епюри внутрішніх зусиль.

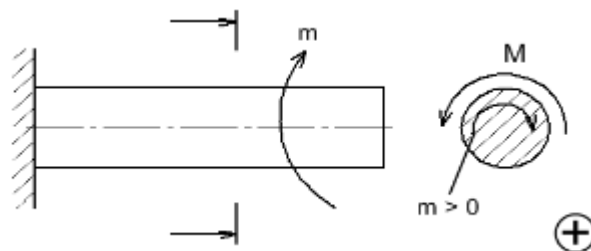
Застосовуючи метод перерізів можна визначити внутрішні зусилля в довільному перерізі бруса. Змінюючи переріз уздовж бруса маємо спостерігати за зміною внутрішніх зусиль від зовнішніх сил, що діють на брус. Функції зовнішніх зусиль зручно зображувати у вигляді графіків.

Правило знаків:

- При розтягу (стиску)



- При крученні



Момент у перетині вважається позитивним, якщо він спрямований по годинній стрілці, якщо дивитися в торець відсіченої частини і навпаки негативний е з чи проти вартовий стрілки.

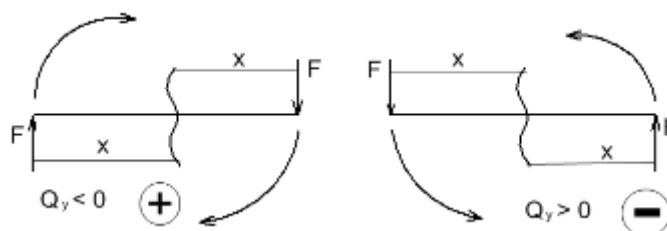
Побудова епюр моментів, що крутять, виробляється аналогічно побудові епюр.

- Вигин

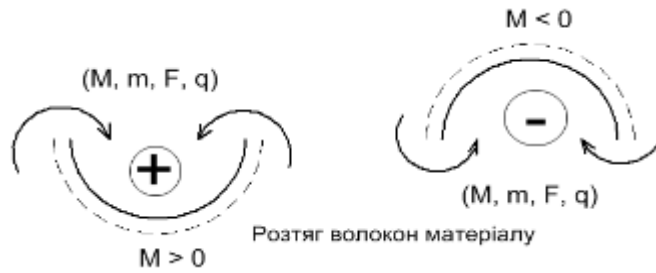
При вигині в поперечному перерізі виникають два силових фактори

$$Q = \sum_{i=1}^n M_{zi} (F_i, q_i, m, M)$$

Правило знаків:



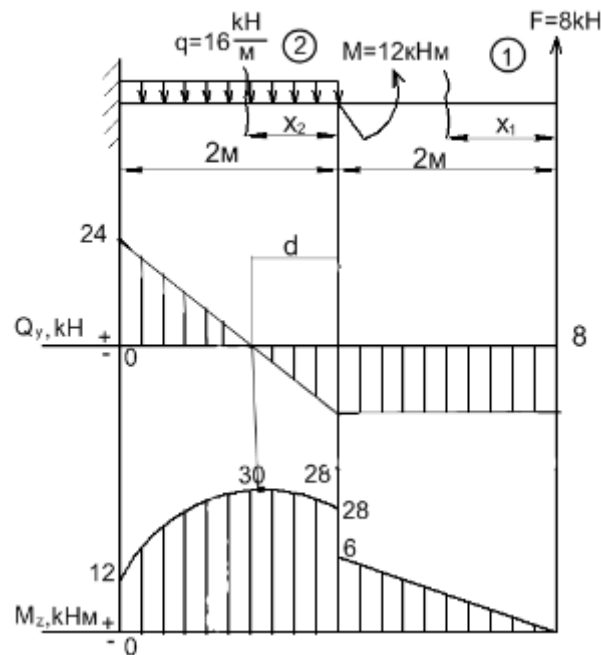
Поперечна сила в перерізі достатньо, якщо зовнішнє навантаження повертає відсічену частину балки за стрілкою годинника, і навпаки



Момент M_y або M_z вважають додатним, якщо зрівноважуючи момент зовнішніх сили спричиняє розтягання нижніх волокон бруса, згинає брус опуклістю вниз (умовність: для горизонтального бруса)

Приклад № 1:

Для консольних балок опори можна не знаходити. У цьому випадку необхідно будувати епюри Q і M тільки з вільного кінця



$$Q_y = \sum_{i=1}^n F_i$$

$$Q_y = -F = -8 \text{ kH}$$

$$M_{z1} = F \cdot x_1 \Big|_0^2 = 8 \cdot x \Big|_0^2 = 16$$

$$Q_{y2} = -F + q \cdot x_2 \Big|_0^2 = -8 + 16 \cdot 2 - 8 = -16 + 34 = 24$$

$$qx_2 = F \quad x_2 = \frac{F}{q} = \frac{8}{16} = 0.5$$

$$M_{z2} = F(2 + x_2) + M - qx_2 \frac{x_2}{2} \Big|_0^2$$

$$x_2 = 0$$

$$M_{z2} = 8(2 + 0) + 12 - 16 \cdot 0 = 28$$

$$x_2 = 2$$

$$M_{z2} = 8(2 + 2) + 12 - 16 \frac{2^2}{2} = 12$$

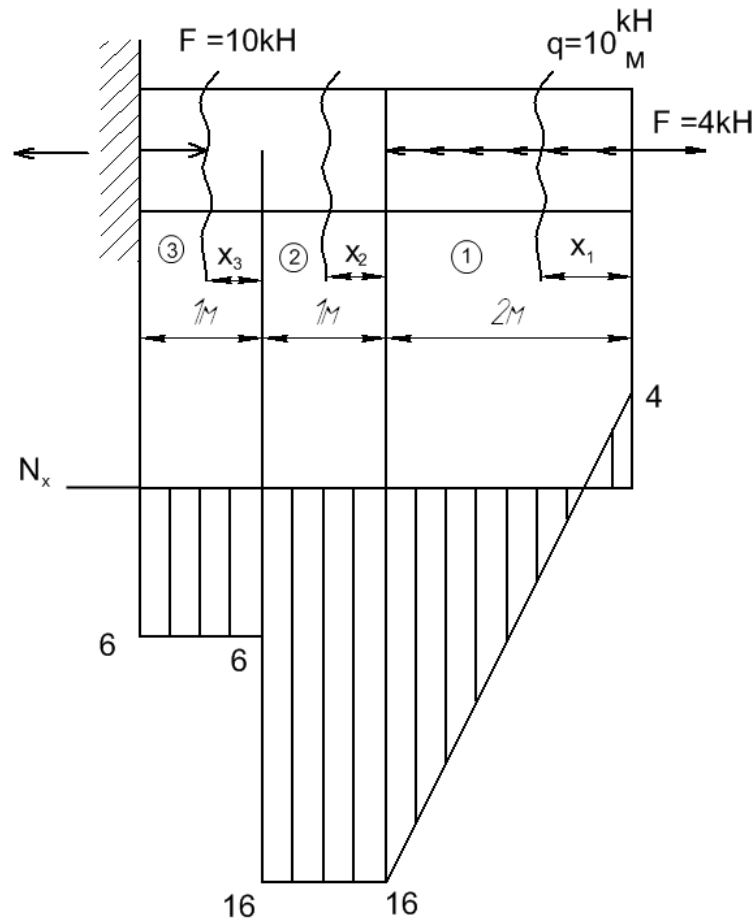
$$x_2 = 0.5$$

$$M_{z2} = 8(2 + 0.5) + 12 - 16 \frac{0.5^2}{2} = 20 + 12 - 2 = 30$$

Лекція № 2

Тема: «Епюри внутрішніх зусиль»

Будувати епюру внутрішніх зусиль:



Розрахунок, розділяємо брус на ділянки

1. Ділянка

$$N_x \sum_{i=1}^n F_i \quad 0 \leq x_1 \leq 2$$

$$N_1 = F_1 - q x_1$$

$$N_1 = F_1 - q x_1 \Big|_0^2 = 4 - 10 x_1 \Big|_0^2 = 4$$

2. Ділянка $0 \leq x_2 \leq 2$ and $2 \leq x_2 \leq 4$

$$N_2 = F - q \cdot 2 = 4 - 10 \cdot 2 = -16$$

$$N_3 = F_1 - q \cdot 2 + F_2 = 4 - 10 \cdot 2 + 10 = -6$$

Кручення

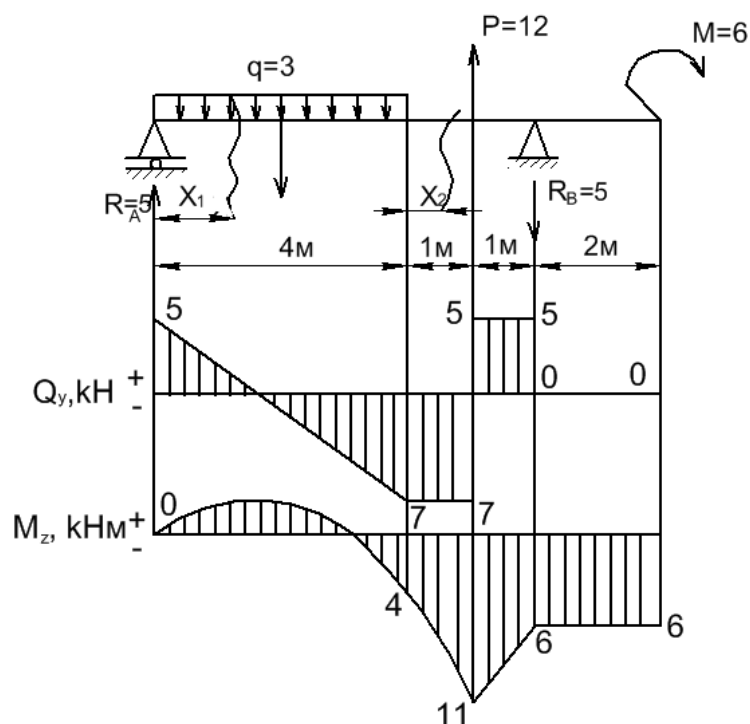
Кручення виникає в тому разі, коли на брус діють моменти, перпендикулярні до осі бруса.

$(N, Q_z, Q_y, M_z, M_y) = 0$, а діє тільки $M_x = M_{кр}$

$$m_x = \sum_{i=1}^n M_x$$

Приклад № 2:

Для двох опорної балки необхідно знайти реакції опори, побудувати епюри Q і M



1. Реакція опор

$$\sum m_A = 0$$

$$q \cdot 4 \cdot 2 - P \cdot 5 + R_B \cdot 6 + M = 0$$

$$3 \cdot 4 \cdot 2 - 12 \cdot 5 + 6 = -R_B \cdot 6$$

$$-R_B = \frac{-30}{6} = -5$$

$$\sum m_B = 0$$

$$R_A \cdot 6 - 3 \cdot 4 \cdot 4 + 12 + 6 = 0$$

$$R_A = \frac{48 - 18}{6} = 5$$

Перевірка

$$\sum y = 0 \quad 5 - 5 + 12 - 12 = 0$$

$$0 \leq x_1 \leq 4$$

2. Визначення значень епюр Q і M у перетині.

$$Q_{y1} = R_A - q \cdot x_1 \Big|_0^4 = \frac{-7}{5}$$

$$0 \leq x_2 \leq 1 \quad R_A - q \cdot 4 = -7$$

$$Q_{y3} = 0$$

$$Q_{y4} = R_B = 5$$

$$0 \leq x_1 \leq 4$$

$$M_z = R_A \cdot x_1 - q \cdot x_1 \frac{x_1^2}{2} \Big|_0^4$$

$$R_A - q \cdot x_1 = 0$$

$$x_1 = \frac{R_A}{q} = \frac{5}{3} = 1.67$$

$$M_z = R_A \cdot 1.67 - 3 \cdot \frac{1.67^2}{2} \Big|_0^4$$

$$0 \leq x_2 \leq 1$$

$$M_{z_2} = R_A(4 + x_2) - 4q(2 + x_2) \Big|_0^1$$

$$x_1 = 0$$

$$M_{z_2} = 5(4 + 0) - 4 \cdot 3(2 + 0) = -4$$

$$x_1 = 1$$

$$M_{z_2} = 5(4 + 1) - 4 \cdot 3(2 + 1) = -11$$

$$M_{z_4} = -6 - 5 \cdot 1 = -11$$

Методические указания

М/у 10/31-2011-01 Методичні вказівки до практичних занять «Розрахунок зусиль і побудова їх епюр» напрям підготовки 6.070106, 6.060101 спеціальностей «Автомобільний транспорт» «Автомобільні дороги і аеродроми». Електронне методичне видання Горлівка 2011 авт. Хникін Л.М.

М/у 10/47-2013-02 Методичні вказівки до практичних занять «Розрахунок стержнів та стержневих систем при простих деформаціях» з дисципліни «Опір матеріалів» (для студентів напряму підготовки 6.070106 Автомобільний транспорт) Електронне методичне видання авт. Чальцев М.М., Хникін Л.М., Космак В.О., Семененко І.І.