

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

Вступительное слово

Уважаемые студенты гр. ЭКС 13 (дистанционное обучение)! В соответствии с рабочей программой дисциплины (лекций 17 ч., практических занятий 17) Вам необходимо проработать теоретический материал курса лекций, которые будут постоянно пополняться на сайте библиотеки института в течение семестра и выполнить контрольную работу в соответствии с методическим указанием 10/38-2012-01 М/у «Розрахунок пружних систем при простих навантаженнях» Горлівка 2012. По практическим занятиям использовать М/у 10/32-2011-01.

Варианты заданий приведены в приложении и выбираются в соответствии с рекомендациями методических указаний.

По вопросам теоретического материала и по практическим заданиям обращаться к старшему преподавателю кафедры «Сопротивление материалов и строительная механика» Алтуховой Татьяне Ивановне по телефонам: 4-14-00, 0630693916, 0507032110.

Следите за поступающей информацией на сайте библиотеки института.

Рабочая программа к дисциплине «Техническая механика»

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

Факультет “Автомобільні дороги”
Кафедра “Опір матеріалів та будівельна механіка”

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Декан факультету
_____ В. В. Пархоменко
“ ____ ” _____ 2010 р.

Рекомендовано
навчально-методичною
комісією факультету,
протокол засідання № _____
від “ ____ ” _____ 2010 р.
Голова комісії
к.т.н., доц. _____ Л. М. Морозова

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни циклу самостійного вибору ВНЗ
«Технічна механіка» для студентів
спеціальності 6.070801
“Екологія та охорона навколишнього середовища”
Напрямок підготовки – 0708 «Екологія»

Курс – I, II семестр – 2, 3

Програму склали:

асист. _____ М. В. Неклюдов
доц. _____ В. О. Космак
“ ____ ” _____ 2010 р.

Розглянуто на засіданні кафедри
«Опір матеріалів та будівельна механіка»
“ ____ ” _____ 2010 р. протокол № ____
Зав. кафедри к.т.н., проф.
_____ М. М. Чальцев

Затверджено на засіданні навчально-
методичної комісії зі спеціальності
«Екологія та охорона навколишнього
середовища» факультету
«Автомобільні дороги»
Голова комісії, проф., д. т. н.

_____ С.П. Висоцький

Горлівка 2010 р.

Лист перезатвердження робочої програми

з дисципліни “ Технічна механіка ”

Вніс зміни до програми

“ _____ ” _____ 20__ р.

Рекомендована кафедрою “Опір матеріалів та будівельна механіка”, протокол _____ засідання № _____ “ _____ ” _____ 20__ р.,
Зав. кафедрою

Затверджена навчально-методичною комісією факультету “Автомобільні дороги”, протокол засідання № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.,
Голова комісії

Вніс зміни до програми

“ _____ ” _____ 20__ р.

Рекомендована кафедрою “Опір матеріалів та будівельна механіка”, протокол _____ засідання № _____ “ _____ ” _____ 20__ р.,
Зав. кафедрою

Затверджена навчально-методичною комісією факультету “Автомобільні дороги”, протокол засідання № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.,
Голова комісії

Вніс зміни до програми

“ _____ ” _____ 20__ р.

Рекомендована кафедрою “Опір матеріалів та будівельна механіка”, протокол _____ засідання № _____ “ _____ ” _____ 20__ р.,
Зав. кафедрою

Затверджена навчально-методичною комісією факультету “Автомобільні дороги”, протокол засідання № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.,
Голова комісії

1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальні положення

Робоча програма складена відповідно навчальному плану спеціальності 6.070801 “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

“Технічна механіка ” – це одна із загально технічних дисциплін, яку вивчають студенти спеціальності 6.070801.

В практиці спеціаліста з екології та охорони навколишнього середовища виникають задачі, пов’язані з рухом матеріальних тіл, їх взаємодією, встановлення умов їх рівноваги, проведення розрахунків простих конструкцій та їх елементів на міцність, жорсткість та стійкість. Тому знання дисципліни необхідно для плідної творчої діяльності сучасного фахівця-бакалавра з екології за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

Дисципліна складається з таких частин:

1. Теоретична механіка.
2. Опір матеріалів.

1.2. Мета викладання дисципліни

Мета викладання дисципліни полягає в забезпеченні майбутніх бакалаврів екології загальними теоретичними знаннями, уміннями і навичками для розв’язання задач про рівновагу та рух тіл, проведення розрахунків простих конструкцій та їх елементів на міцність, жорсткість та стійкість.

1.3. Задачі вивчення дисципліни і основні вимоги до рівня засвоєння змісту дисципліни

Основними задачами вивчення дисципліни є:

- 1) вивчення способів перетворення систем сил, прикладених до матеріальних тіл, в еквівалентні системи та знаходження умов їх рівноваги;
- 2) вивчення способів завдання руху, методів знаходження положення точки та тіла у просторі, визначення їх швидкості та прискорення при різних видах руху;
- 3) вивчення законів Ньютона, диференціальних рівнянь руху матеріальної точки, тіла, основних теорем динаміки матеріальної точки та системи;
- 4) вивчення основних фізико-механічних характеристик матеріалів, знаходження внутрішніх зусиль;

5) вивчення методів розрахунку простих конструкцій, їх елементів при різноманітних видах навантаження.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- знати:

- 1) умови рівноваги абсолютно твердих тіл, способи перетворення систем сил;
- 2) способи завдання руху точки, основні види руху тіла, способи визначення характеристик руху;
- 3) диференціальні рівняння руху точки, тіла, механічної системи, основні теореми динаміки точки та системи;
- 4) основні фізико-механічні характеристики матеріалів;
- 5) методи розрахунку простих конструкцій, їх елементів при різноманітних видах навантаження.

- мати навички:

- 1) знаходити реакції зв'язків, накладених на тіло;
- 2) зводити довільні системи сил до найпростішого вигляду;
- 3) визначати положення точки у просторі у будь-який момент часу;
- 4) визначати швидкість і прискорення довільної точки тіла при різних випадках руху;
- 5) складати диференціальні рівняння руху матеріальної точки, тіла, матеріальної системи;
- 6) Визначати динамічні та кінематичні характеристики руху матеріальної точки, тіла, матеріальної системи для досліджень їх рухів.
- 7) проводити перевірочні, проектувальні розрахунки елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість.

1.4. Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Базою курсу “Технічна механіка” є дисципліна “Вища математика”.

1.5. Місце дисципліни в професійній підготовці спеціаліста

“Технічна механіка” відноситься до циклу дисциплін самостійного вибору вищого навчального закладу і є початковою при підготовці бакалаврів екології за спеціальністю 6.070801 “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

2. РОЗКЛАД НАВЧАЛЬНИХ ГОДИН

Розподіл навчальних годин дисципліни “Технічна механіка” за основними видами навчальних занять наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Розклад навчальних годин дисципліни “Технічна механіка”

<u>Види навчальних занять</u>	Всього		Семестр	
	годин	кредитів ECTS	2	3
Загальний обсяг дисципліни	198	5,5	113	85
1. Аудиторні заняття з них:	85	2,36	51	34
1.1. Лекції	51	1,42	34	17
1.2. Практичні заняття	34	0,94	17	17
2. Самостійна робота з них:	81	2,25	46	35
2.1. Підготовка до аудиторних занять	26	0,72	16	10
2.2. Виконання розрахунково- графічної роботи	55	1,53	30	25
3. Контрольні заходи	32	0,89	16	16

3. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

3.1. Семестр 2

3.1.1. Лекційні заняття

Тема і зміст лекцій наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Теми і зміст лекцій семестр 2

Номер теми	<u>Назва теми та її зміст</u>	Обсяг лекційних занять, ак. годин	Обсяг самостійної роботи, ак. годин
1	2	3	4
1	<u>Основні поняття статики.</u> Основні поняття статики. Аксиоми статики. Несвободне тверде тіло. Види в'язей та їх реакції.	2	0,6
2	<u>Плоска система збіжних сил.</u> Багатокутник сил. Геометрична умова рівноваги. Теорема про рівновагу трьох непаралельних сил. Проекції сили на осі та в площину. Аналітичний спосіб завдання сили. Аналітичні умови рівноваги.	2	0,6
3	<u>Теорія пар сил.</u> Пара сил. Момент пари. Додавання пар. Момент сили відносно точки як векторний добуток. Момент сили відносно центру та вісі. Головний момент системи сил.	2	0,6
4	<u>Довільна плоска система сил.</u> Зведення сили до заданого центру (метод Пуансо). Зведення довільної плоскої системи сил до заданого центру. Головний вектор і головний момент. Можливі випадки зведення сил, довільно розташованих на площині. Умови рівноваги. Рівняння рівноваги. Задачі статично визначені і статично невизначені.	2	0,6
5	<u>Рівновага тіла з урахуванням сил тертя.</u> Зчеплення й тертя ковзання. Закони тертя. Кут і конус тертя. Тертя другого роду (опір коченню).	2	0,6
6	<u>Центр тяжіння.</u> Складання паралельних сил. Центр	2	0,6

паралельних сил. Центр тяжіння тіла і плоских фігур. Статичний момент площі.

Продовження табл. 3.1

1	<u>2</u>	3	<u>4</u>
7	<p><u>Кінематика точки. Способи завдання руху. Швидкість та прискорення.</u> Вступ у кінематику. Природний, координатний та векторний спосіб завдання руху. Зв'язок між різними способами завдання руху. Кривизна траєкторії. Природні осі. Швидкість та прискорення.</p>	2	0,6
8	<p><u>Визначення швидкості та прискорення при різних способах завдання руху точки.</u> Визначення швидкості та прискорення точки при різних способах завдання руху.</p>	2	0,6
9	<p><u>Кінематика тіла. Поступальний та обертальний рух тіла.</u> Поступальний рух тіла. Обертальний рух тіла. Рівномірне та рівноприскорене обертання. Лінійні швидкості та прискорення точок тіла при обертальному русі.</p>	2	0,6
10	<p><u>Плоскопаралельний рух тіла.</u> Рівняння плоского руху тіла. Розкладання руху на поступальний і обертальний. Визначення траєкторій точок тіла. Визначення швидкостей точок тіла. Миттєвий центр швидкостей МЦШ.</p>	4	1,2
11	<p><u>Складний рух точки.</u> Відносний, переносний та абсолютний рух точки. Визначення абсолютної швидкості точки. Визначення абсолютного прискорення точки. Теорема Коріоліса.</p>	2	0,6
12	<p><u>Закони Галілея – Ньютона.</u> <u>Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.</u> <u>Предмет динаміки. Основні закони.</u> <u>Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві задачі динаміки.</u></p>	2	0,6
13	<p><u>Загальні теореми динаміки. Теорема про зміну кількості руху точки.</u> <u>Кількість руху точки. Імпульс сили.</u> <u>Теорема про зміну кількості руху точки.</u></p>	2	0,6

14	<u>Теорема про зміну кінетичної енергії точки.</u> <u>Робота сили. Кінетична енергія.</u>	2	0,6
15	<u>Теорема про зміну кінетичної енергії точки.</u> <u>Основи динаміки системи.</u> Механічна система. Центр мас. Теорема про рух і збереження руху центра мас.	2	0,6
16	<u>Оглядова лекція</u>	2	0,6
Всього лекційних занять		34	10,2

3.1.2. Практичні заняття

Таблиця 3.2 – Темі і зміст практичних занять семестр 2

№ п/п	Назва теми та зміст практичних занять	Обсяг практичних занять, ак. годин	Обсяг
			Г самостійної роботи, ак. годин
1	<u>2</u>	3	<u>4</u>
1	<u>Система збіжних сил.</u> Геометричний та аналітичний спосіб розв'язання задач на збіжні сили.	2	0,65
2	<u>Довільна плоска система сил.</u> Умови рівноваги довільної плоскої системи сил. Визначення опорних реакцій.	2	0,65
3	<u>Центр тяжіння.</u> Визначення координат центра тяжіння плоских фігур.	2	0,65
4	<u>Кінематика точки.</u> Визначення траєкторії, швидкості та прискорення точки при координатному та природному способах завдання руху.	2	0,65
5	<u>Обертальний рух тіла.</u> Рівномірне та рівноприскорене обертання. Лінійні швидкості та прискорення точок тіла при обертальному русі.	2	0,65
6	<u>Плоскопаралельний рух тіла.</u>	2	0,65

	<u>Визначення швидкостей точок тіла при плоскому русі.</u>		
	<u>Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.</u>		
7	<u>Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві задачі динаміки.</u>	2	0,65
	<u>Загальні теореми динаміки.</u>		
8	<u>Теореми про зміну кількості руху точки, про зміну кінетичної енергії точки.</u>	2	0,65
	<u>Оглядове заняття</u>		
9	Методи розв'язання задач кінематики та динаміки.	1	0,6
	Всього практичних занять	17	5,8

3.1.3. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів складається з самостійної проробки лекційного матеріалу при підготовці до практичних і лекційних занять, роботи з літературою. Обсяг самостійної роботи наведено в табл. 3.1, 3.2.

3.2. Семестр 3

3.2.1. Лекційні заняття

Таблиця 3.3 – Теми і зміст лекцій семестр 3

№ п/п	<u>Назва теми та зміст практичних занять</u>	Обсяг лекційних занять, ак. годин	<u>Обсяг</u>
			<u>Г самостійно ї роботи, ак. годин</u>
1	<u>2</u>	3	<u>4</u>
1	<u>Основні положення.</u> Опір матеріалів як наука. Метод перерізів. Внутрішні зусилля. Напруження. Деформації.	2	0,6
2	<u>Розтягання і стискання.</u> Закон Гука. Основні механічні	2	0,6

	характеристики. Напруження і деформації при розтяганні і стисканні. Розрахунок на міцність і жорсткість. Види розрахунків. <i>Геометричні характеристики поперечних перерізів.</i>		
3	Статичні моменти площі. Центр ваги перерізу. Моменти інерції плоских фігур. Моменти інерції відносно паралельних та повернутих осей. Порядок розрахунку. <i>Згинання.</i>	2	0,6
4	Нормальні та дотичні напруження при згинанні прямого стержня. Раціональна форма перерізу балки. Зігнута вісь балки. Визначення переміщень по способу Верещагіна. Розрахунок на міцність та жорсткість при згинанні. <i>Кручення.</i>	4	1,2
5	Напруження і деформації при крученні. Умови міцності і жорсткості. <i>Складний опір.</i>	2	0,6
6	Косе згинання. Позацентрове розтягання і стискання. Згинання з крученням. <i>Міцність та жорсткість при динамічних навантаженнях.</i>	2	0,6
7	Види динамічних навантажень. Динамічний коефіцієнт. Поняття про втомленість матеріалів. Концентрація напружень. <i>Стійкість стиснутих стержнів.</i>	2	0,6
8	Поняття про поздовжнє згинання. Формула Ейлера. Розрахунки на стійкість.	1	0,2
	Всього лекційних занять	17	5

3.2.2. Практичні заняття

Таблиця 3.4 – Теми і зміст практичних занять семестр 3

№ п/п	<u>Назва теми та зміст практичних занять</u>	Обсяг практичних занять, ак. годин	<u>Обсяг самостійної роботи, ак. годин</u>
1	<u>2</u>	3	<u>4</u>
1	<u>Розтягання і стискання.</u>	4	1,2

	Закон Гука. Напруження і деформації при розтяганні і стисканні. Розрахунок на міцність і жорсткість. Види розрахунків.		
2	<u>Зсув.</u> Практичні розрахунки на зсув.	2	0,6
3	<u>Кручення.</u> Напруження і деформації при крученні. Умови міцності і жорсткості.	2	0,6
4	<u>Згинання.</u> Нормальні та дотичні напруження при згинанні прямого стержня. Раціональна форма перерізу балки. Зігнута вісь балки. Визначення переміщень по способу Верещагіна. Розрахунок на міцність та жорсткість при згинанні.	4	1,2
5	<u>Складний опір.</u> Косе згинання. Позацентрове розтягання і стискання. Згинання з крученням.	2	0,6
6	<u>Міцність та жорсткість при динамічних навантаженнях.</u> Види динамічних навантажень. Динамічний коефіцієнт. Поняття про втомленість матеріалів. Концентрація напружень.	2	0,6
7	<u>Стійкість стиснутих стержнів.</u> Поняття про поздовжнє згинання. Формула Ейлера. Розрахунки на стійкість.	1	0,2
	Всього практичних занять	17	5

3.2.5. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів складається з самостійної проробки лекційного матеріалу при підготовці до практичних занять, лекцій та роботи з літературою.

Обсяг самостійної роботи наведено в табл. 3.3, 3.4.

3.2.4. Розрахунково-графічні роботи

Виконується дві розрахунково-графічні роботи: РГР-1, РГР-2.

Мета розрахунково-графічних робіт:

1. Навчити студента способам перетворення систем сил, прикладених до матеріальних тіл, в еквівалентні системи та знаходження умов їх рівноваги.

2. Навчити студента способам завдання руху точки, методам знаходження положення точки у просторі, визначення її швидкості та прискорення.
3. Навчити студента законам Ньютона, диференціальним рівнянням руху матеріальної точки під дією сталих сил та способам їх інтегрування.
4. Навчити студента побудові епюр внутрішніх зусиль.
5. Навчити студента способам розрахунку на міцність та жорсткість конструкцій або їх елементів.

В розрахунково-графічних роботах на підставі індивідуального завдання необхідно виконати:

РГР-1

1. Визначення реакції опор твердого тіла.
2. Визначення кінематичних характеристик точки при координатному способі завдання руху.
3. Інтегрування диференціальних рівнянь руху точки під дією сталих сил.

РГР-2

1. Побудувати епюри внутрішніх зусиль в простих конструкціях при розтяганні-стисканні, згинанні, крученні.
2. Розрахунок на міцність та жорсткість при розтяганні-стисканні, згинанні, крученні.

Приблизний обсяг пояснювальної записки до розрахунково-графічних робіт в кожному семестрі складає 10 сторінок.

4. ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1. Види контролю

Основні контрольні заходи:

- **вхідний (нульовий) контроль;**
- **поточний контроль;**
- **підсумковий (семестровий) контроль-іспит;**
- **контроль знань з вивченої дисципліни.**

4.2. Семестр 2

4.2.1. Перелік типових завдань до 1 модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Аксиоми статички.
2. Багатокутник сил. Умова рівноваги системи збіжних сил.
3. Теорема про рівновагу трьох непаралельних сил.
4. Проекція сили на вісь.
5. Аналітичні умови рівноваги системи збіжних сил.
6. Пара сил. Властивості пари сил.
7. Пара сил. Складання пар. Умови рівноваги системи пар.
8. Момент сили відносно точки як векторна величина.
9. Приведення сили до заданого центру. Метод Пуансо.
10. Зведення довільної плоскої системи сил до найпростішого вигляду.
11. Обчислення головного вектора і головного моменту плоскої системи сил.
12. Можливі випадки приведення системи сил, довільно розташованих у площині.
13. Рівняння рівноваги системи сил, довільно розташованих у площині.
14. Рівняння рівноваги системи паралельних сил.
15. Порівняти поняття головного вектора та рівнодіючої.
16. Момент сили відносно вісі.
17. Природа виникнення сил тертя. Закони тертя.
18. Тертя другого роду (опір коченню) .
19. Визначення положення центру тяжіння.
20. Способи завдання руху точки.

21. Координатний спосіб завдання руху точки.
22. Природний спосіб завдання руху точки.
23. Зв'язок між векторним та координатним способами завдання руху точки.
24. Зв'язок між координатним та природним способами завдання руху точки.
25. Визначення швидкості точки при координатному способі завдання руху.
26. Визначення прискорення точки при координатному способі завдання руху.
27. Визначення швидкості точки при векторному способі завдання руху.
28. Визначення прискорення точки при векторному способі завдання руху.
29. Визначення швидкості точки при природному способі завдання руху.
30. Визначення прискорення точки при природному способі завдання руху.

4.2.2. Перелік типових завдань до 2 модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Поступальний рух. Теорема про швидкість та прискорення точок тіла при поступальному русі.
2. Поступальний рух. Рівняння рівномірного та рівноприскореного руху.
3. Обертальний рух. Рівняння рівномірного та рівноприскореного обертання.
4. Обертальний рух. Кутова швидкість та кутове прискорення.
5. Обчислення швидкостей точок твердого тіла при обертальному русі.
6. Обчислення прискорень точок твердого тіла при обертальному русі.
7. Плоскопаралельний рух. Рівняння плоскопаралельного руху.
8. Обчислення швидкостей точок твердого тіла при плоскопаралельному русі.
9. Обчислення швидкостей точок тіла за допомогою МЦШ.
10. Теорема про швидкості точок тіла при плоскому русі.
11. Теорема про прискорення точок тіла при плоскому русі.
12. Складний рух точки. Абсолютна швидкість точки при складному русі.
13. Сформулюйте 1-й та 2-ий закони Галілея-Ньютона.
14. Отримати ДР руху матеріальної точки в прямокутних декартових координатах.
15. Отримати ДР руху матеріальної точки в натуральній формі (рівняння Ейлера).
16. Сформулюйте дві задачі динаміки.
17. Постановка та розв'язок прямої задачі динаміки.
18. Постановка та розв'язок оберненої задачі динаміки.
19. Поняття маси та ваги тіла.
20. Інтегрування диференціальних рівнянь руху точки при дії сталих сил.
21. Імпульс сили та його обчислення.
22. Теорема про зміну кількості руху точки.
23. Теорема про зміну та збереження моменту кількості руху точки.
24. Робота сили та її обчислення.
25. Обчислення роботи сили тяжіння.
26. Обчислення роботи сили пружності.
27. Теорема про зміну кінетичної енергії точки.

28. Центр мас механічної системи та його визначення.
29. Рівняння руху механічної системи.
30. Теорема про рух та збереження руху центра мас механічної системи.

4.2.4. Перелік типових завдань до іспиту

До семестрового контролю-іспиту винесені питання 1 і 2 модульно-рейтингового контролю знань.

4.3. Семестр 3

4.3.1. Перелік типових завдань до 1 модульного контролю знань студентів

1. Задачі науки «Опір матеріалів».
2. Об'єкти, вивчаємі в опорі матеріалів.
3. Основні гіпотези науки про опір матеріалів.
4. Навантаження та розрахункові схеми.
5. Внутрішні сили. Метод перерізів.
6. Напруження і зв'язок з внутрішніми силами.
7. Поздовжня та поперечна деформації при розтяганні-стисканні.
8. Коефіцієнт Пуассона. Закон Гука при розтяганні-стисканні, жорсткість та податливість.
9. Напруження при розтяганні-стисканні, принцип Сен-Венана.
10. Епюри поздовжніх сил, нормальних напружень і переміщень при розтяганні-стисканні. Диф. залежності.
11. Діаграма розтягання-стискання.
12. Основні характеристики пластичності, пружності та міцності матеріалу.
13. Геометричні характеристики поперечних перерізів.
14. Визначення центру ваги плоского перерізу. Статичні моменти перерізу.
15. Осьовий, центр обіжний, полярний моменти інерції перерізу.
16. Знаходження осьових, центробіжного моментів інерції простих перерізів.
17. Головні моменти інерції перерізу.
18. Радіуси інерції, моменти опору.
19. Розрахунки на міцність та жорсткість при розтяганні-стисканні.

4.3.2. Перелік типових завдань до 2 модульного контролю знань студентів

1. Деформація згинання. Визначення.
2. Балки та опори.
3. Згинальні моменти та поперечні сили при згинанні.
4. Епюри поперечних сил та згинальних моментів при згинанні. Правила знаків.
5. Диференційні залежності при згинанні.
6. Особливості побудови епюр по характерним точкам.
7. Нормальні напруження при згинанні.
8. Дотичні напруження при згинанні. Формула Журавського.
9. Визначення переміщень при згинанні по способу Верещагіна.
10. Розрахунок на міцність та жорсткість.
11. Раціональна форма поперечного перерізу при згинанні.
12. Деформація зсуву.
13. Чистий зсув.
14. Закон Гука при чистому зсуві.
15. Залежність між модулями пружності E , G та коефіцієнтом Пуассона μ .
16. Практичні розрахунки при зсуві.
17. Епюри крутних моментів.
18. Напруження та деформація при крученні валу круглого поперечного перерізу.
19. Розрахунки на міцність при крученні.
20. Розрахунки на жорсткість при крученні.
21. Складний опір. Дві групи складного опору.
22. Розрахунок на міцність при складному опорі.
23. Стійкість стиснутих стержнів. Основні визначення.
24. Формула Ейлера. Критична сила, критичні напруження.
25. Вплив способів закріплення кінців стержня на величину критичної сили.
26. Розрахунки на стійкість стиснутих стержнів.

4.3.3. Перелік типових завдань до іспиту

До семестрового контролю-іспиту винесені питання 1 і 2 поточного контролю знань.

5 ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ І НАВЧАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

5.1. Основна та додаткова література

Основна:

1. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. Учеб. для вузов. – М.: "Наука", 1987. (і наступні видання)
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для вузов / Яблонский А.А., Норейко С. С., Вольфсон С. А. и др.; Под ред. А. А. Яблонского. – М.: Высш. Шк. 1985.
3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учеб. пособие – 35-е изд. перераб. / Под ред. Н. В. Бутенина, А. И. Лурье, Д. Р. Меркина, И. Б. Челпанова. – М.: "Наука" 1975. (і наступні видання).
4. Ердеди А.А. и др. Техническая механика. М.: В.ш., 1971 (і наступні видання).
5. Аркуша А.И. Техническая механика. М.: В.ш, 1983(і наступні видання).
6. Ицкович Г.М. Соппротивление материалов. М.: В.ш., 1986 (і наступні видання).

Додаткова:

1. Сборник коротких задач по теоретической механике: Учеб. пособие для вузов / О.Э. Кепе, Я.А. Виба, О.П. Грапис и др.; Под ред. О.Э. Кепе. – М.: Высш. Шк., 1989. – 368с.: ил.
2. Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. / Под ред.. Д. Р. Меркина. Т. I. Статика и кинематика. – М.: "Наука", 1984.
3. Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. / Под ред.. Д. Р. Меркина. Т. II. Динамика. – М.: "Наука", 1985.
4. Ободовский Б.А. и др. Соппротивление материалов в примерах и задачах. Харьков: В.ш., 1981 (і наступні видання).
5. Смирнов А.Ф. и др. Соппротивление материалов. М.: В.ш., 1975 (і наст. видання).
6. М/в з дисципліни "Опір матеріалів" до виконання РПР. Горлівка, 2002, 2003.

5.2. Плакати.

За обраними темами.

Конспект лекцій

Міністерство освіти і науки молоді і спорту України
Автомобільно-дорожній інститут
Донецького державного національного технічного університету

Чальцев М.Н., Васильченко В.Ф., Хникин Л.М.

Технічна механіка
Конспект лекцій
(розділ «Опір матеріалів»)
Навчальний посібник

Горловка 2011

УДК 624.04.

М.Н.Чальцев, В.Ф. Васильченко, Л.М. Хникин

Технічна механіка, Конспект лекцій

(розділ «Опір матеріалів»).

Навчальний посібник – Горловка, 2011 г -165 с.

У даному виданні викладені основні розділи курсу технічної механіки (розділ опір матеріалів): загальні відомості, геометричні характеристики поперечних перетинів, розтягування, зрушення, кручення, вигин, методи переміщення, складний опір і динамічна дія навантажень. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу дані приклади з рішеннями.

Допомога призначена для студентів автотранспортних спеціальностей очного і заочного навчання, а також може бути корисним інженерам при проведенні практичних розрахунків на міцність, жорсткість неосних і просторових конструкцій, а також інженерних споруд.

В додатках подається мінімум довідкового матеріалу.

ПЕРЕДМОВА

Курс технічної механіки “(розділ – “Опір матеріалів”)” вивчається студентами транспортних технологій (О.Д.Д. і ін.) за скороченою програмою, розрахованої на 80 – 120 годин. При такій програмі доцільно мати короткий конспект лекцій, де містився б основний матеріал дисципліни, що вивчалася.

Справжній курс, складений відповідно до програми для вказаних спеціальностей, має мету заповнити недолік в короткому посібнику технічної механіки.

Основні питання курсу ілюстровані прикладами, приведені стисло теоретичні викладення і приклади вирішення завдань для практичного застосування.

Працюючи над конспектом лекцій автори переслідували головну мету – полегшити студентам засвоєння основних розділів опір матеріалів при самостійній роботі.

Зміст

Передмова

1 Загальні відомості. Поняття і визначення.

- 1.1 Досліджувані об'єкти.
- 1.2 Допущення, гіпотези, принципи.
- 1.3 Навантаження.
- 1.4 Реальний об'єкт і розрахункова схема.
- 1.5 Внутрішні сили.
- 1.6 Метод перерізів.
- 1.7 Визначення і знаки внутрішніх сил.
- 1.8 Стрижні і опори.
- 1.9 Епюри внутрішніх сил.
- 1.10 Напруга.
- 1.11 Деформація.

2 Геометричні характеристики плоских перерізів.

- 2.1 Площа.
- 2.2 Статичні моменти площі.
- 2.3 Моменти інерції площі.
- 2.4 Моменти інерції щодо паралельних осей.
- 2.5 Моменти інерції при повороті координатних осей.
- 2.6 Головні центральні осі. Головні моменти центральні інерцією.
- 2.7 Радіуси інерції.
- 2.8 Моменти опору перетину.
- 2.9 Розрахунок геометричних характеристик складного перетину.

3 Розтягування (стиснення).

- 3.1 Напруга і деформація.
- 3.2 Епюри поздовжніх сил, нормальних напруг і переміщень.
- 3.3 Випробування матеріалів на розтяг.
- 3.4 Види розрахунку на міцність і жорсткість при розтягуванні (стисненні).
- 3.5 Статично визначні і статично неопределимы пруті та системи.

4 Зрушення.

- 4.1 Напруга і деформація.
- 4.2 Зминання.
- 4.3 Розрахунки при зрушенні.
- 4.4 З'єднання, що працює на зсув (зріз).

5 Крутяться.

- 5.1 Напруга і деформація.
- 5.2 Розрахунок на міцність і жорсткість при крутяться.
- 5.3 Порядок розрахунку круглого валу.
- 5.4 Статично неопределимые завдання при крутяться.

6 Вигин.

- 6.1 Нормальні напруги при вигині.
- 6.2 Дотичні напруги при вигині.
- 6.3 Основні умови міцності.
- 6.4 Раціональна форма розтину.

- 6.5 Деформація при вигині.
- 6.6 Деформаційні рівняння зігнутою осі (пружною лінією).
- 6.7 Методи визначення деформації при вигині (о.д.у.)
 - 6.7.1 Метод інтегрування о.д.у.
 - 6.7.2 Метод початкових параметрів.
 - 6.7.3 Метод Мору.
 - 6.7.3.1 Правило Верещагіна для обчислення інтегралів Мору.
- 7 Складні опору.
 - 7.1 Порядок розрахунку.
 - 7.2 Складний вигин.
 - 7.3 Вигин з розтягуванням (стисненням).
 - 7.3.1 Внецентренне розтягування (стиснення).
 - 7.3.2 Ядро перетину.
 - 7.4 Вигин з крутяться.
 - 7.5 Крутяться з розтягування (стисненням).
 - 7.6 Загальний випадок складного опору.
- 8 Динамічна дія навантажень.
 - 8.1 Розрахунок на міцність з урахуванням впливу сил інерції.
 - 8.2 Коливання пружних систем.
 - 8.2.1 Вільні коливання з одним ступенем волі.
 - 8.2.2 Змушені коливання пружною системи з одним ступенем волі.
 - 8.2.3 Загасаючі коливання.
 - 8.2.4 Параметричні коливання.
 - 8.2.5 Автоколивання.
 - 8.3 Розрахунок на міцність при ударному дії навантажень.
 - 8.3.1 Теорема удару.
 - 8.3.2 Поздовжній удар.
 - 8.3.3 Поперечний удар.
 - 8.3.4 Крутний удар.
 - 8.3.5 Внецентренний удар.
 - 8.3.6 Удар з урахуванням маси конструкції, розподіленої по довжині балки.

Список літератури

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ПОНЯТТЯ І ВИЗНАЧЕННЯ.

Опір матеріалів – наука, що вивчає інженерні методи розрахунку конструкцій, їх елементів на міцність, жорсткість, стійкість.

Міцність – це здатність конструкцій витримувати навантаження не руйнуючись.

Конструкція – це склад і взаємне розташування матеріальних частин і елементів пристроїв, споруд, машин.

Навантаження – зовнішні сили, що діють на конструкцію під час її експлуатації.

Жорсткість – здатність конструкції чинити опір деформації під дією навантажень.

Деформація – це зміна форми і розмірів під дією навантажень.

Стійкість – здатність конструкції зберігати первинну форму пружної рівноваги.

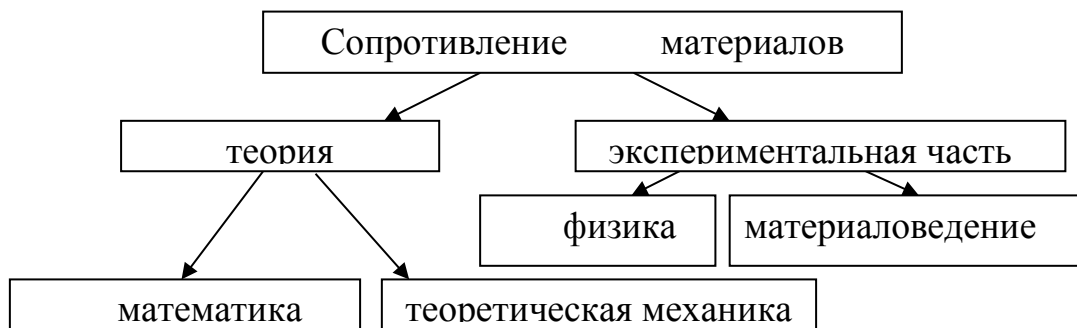


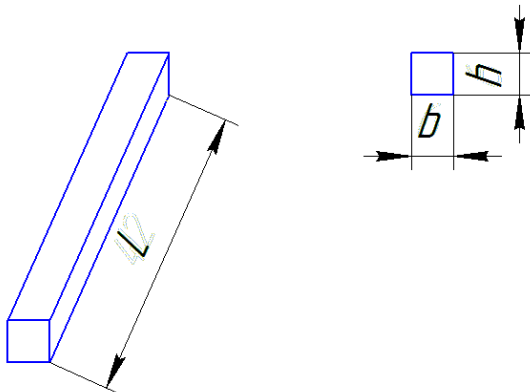
Рисунок - 1.1 Схема зв'язку між науками

1.1 Об'єкти, що вивчаються

Об'єкти розрахунку – це основні форми:

1. Стрижень
2. Оболонка (пластина)
3. Масив

Стрижень – це тіло, що має один розмір (довжина) значно більше інших. Інші розміри – це поперечні.



$$L \gg (b, h)$$

Рисунок 1.2. – Стрижень

Стрижень – балка, колону, вал, брус, стійка.

Стрижень характеризується подовжньою віссю і поперечним перетином.

Подовжня вісь – геометричне місце точок центрів тяжіння поперечних перетинів.

Поперечний перетин перпендикулярний подовжній осі.

За формою подовжньої осі стрижні бувають:

1. Прямі
2. Криві

За формою поперечного перетину стрижні бувають:

1. Круглі
2. Прямокутні та інші.

Стрижні можуть бути суцільні і порожнисті.

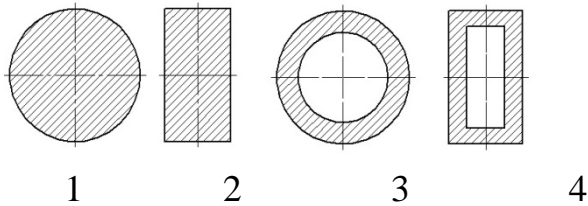


Рисунок - 1.3 Форми поперечних перетинів (1-кругле суцільне, 2 – прямокутне суцільне, 3 – кільце, 4- коробчате)

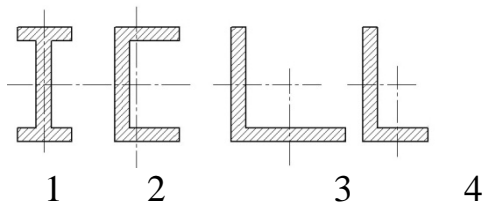


Рисунок - 1.4 Стандартних профілів (1 – двутавр; 2 – швелер; 3 – куточок равнополочный; 4 – куточок неравнополочный)

Стрижні можуть бути суцільні і порожнисті і виконуються з конструкційних матеріалів (наприклад, із сталі).

Сталь – сплав вуглецю із залізом.

Стрижні бувають постійного перетину і змінного.

Оболонка – тіло, утворене двома близько розташованими поверхнями.



Рисунок - 1.5 Оболонка

За формою серединної поверхні оболонки розрізняють:

1. Циліндрова
2. Конічна
3. Кульова та інші

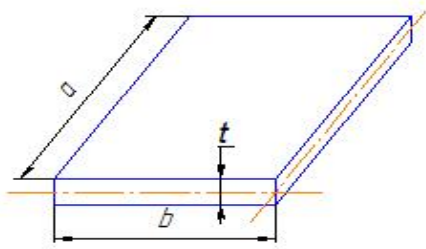


Рисунок -.1.6 Пластина

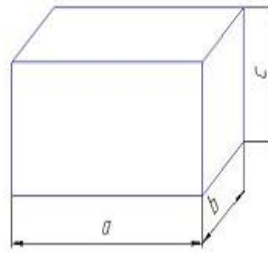


Рисунок -. 1.7 Масив

Пластина – оболонка з плоскою серединною поверхнею.
Масив – тіло, що має всі розміри одного порядку.

1.2 Допущення, гіпотези, принципи

1. Матеріал – суцільний.
2. Матеріал однорідний (ізотропний), його фізико-механические властивості на всіх напрямках однакові.
Дерево – анізотропно (неоднорідний).
3. Матеріал – пружний.

Пружність – властивість матеріалу відновлювати свою форму і розміри після деформації.

Пластичність – властивість матеріалу не відновлювати повністю або частково свою форму і розміри після деформації.

4. Лінійна залежність між навантаженнями і деформацією
5. Величина деформації мала в порівнянні з первинними розмірами
6. Принцип незалежності дії сил:

(Результат дії системи навантажень дорівнює сумі результатів дії від кожного навантаження окремо.)

7. Гіпотеза плоских перерізів. Перетини плоскі і нормальні до подовжньої осі залишаються плоскими і нормальними до подовжньої осі деформації і після деформації.

1.3 Навантаження

Навантаження класифікується на:

1. Силі взаємодії:
 - зосереджені;
 - розподілені: по довжині, за площею, за об'ємом.
2. Моменти:
 - зосереджені;
 - розподілені: по довжині, за площею, за об'ємом.

Зосереджені сили:

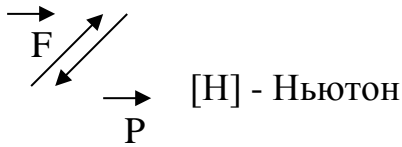


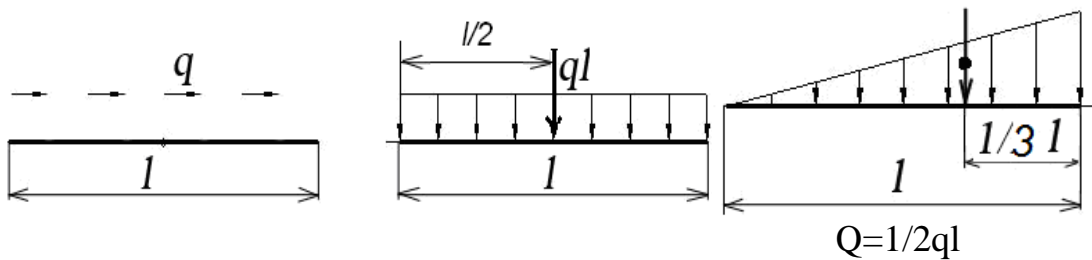
Рисунок - 1.8 Зосереджені сили

Позначаються векторами і мають розмірність:

- Ньютон [Н];
- килоНьютон [кН]= 10^3 Н;
- МегаНьютон [МН]= 10^6 Н.

Розподілені сили:

- по довжині – погонне навантаження $\left[\frac{H}{M} \right]$

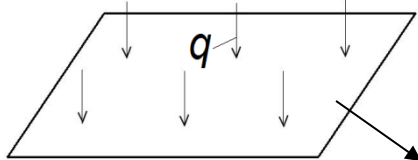


равнодействующая

q – інтенсивність $\left[\frac{H}{M} \right]$ $q = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta l}$

Рисунок - 1.9 Погонне навантаження

- навантаження за площею $\left[\frac{H}{M^2} \right]$



А-площадь $[M^2]$ $\left[\frac{H}{M^2} \right] = \text{Па}$ (Паскаль), 10^6

$\text{Па} = 1 \text{МПа}$ (мегапаскаль) $\left[\frac{H}{M^2} \right] = \text{Па}$

Рисунок - 1.10 Навантаження, розподілене за площею

$$q = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} - \text{інтенсивність} \left[\frac{\text{МН}}{\text{м}^2} \right] = \text{МПа} \quad 10^6 = \text{МПа}$$

- навантаження за об'ємом $\left[\frac{\text{Н}}{\text{М}^3} \right]$

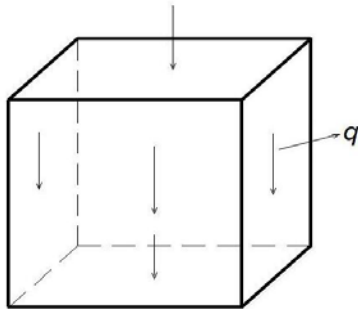


Рисунок - 1.11 Навантаження, розподілене за об'ємом.

$$q = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta V}, \quad \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}^3} \right]$$

Моменти зосереджені:

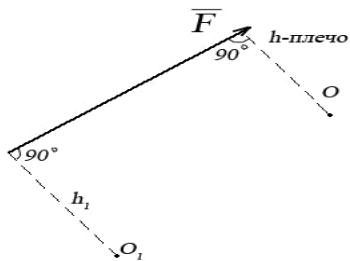
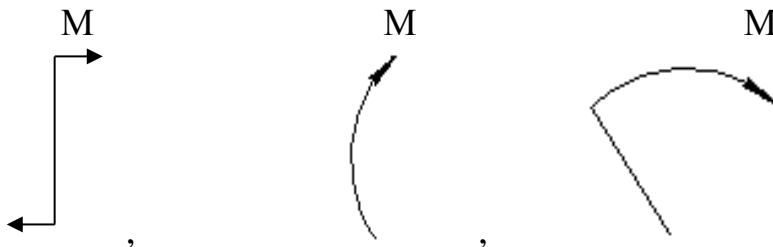


Рисунок - 1.12 Позначення і визначення зосереджених моментів.

$$\vec{M}_{O_1} = \vec{F} \cdot h_1 \text{ [Н} \cdot \text{м]}$$

$$\vec{M}_O = \vec{F} \cdot h \text{ [Н} \cdot \text{м]}$$

Моменти розподілені:

- по довжині

m – інтенсивність

$m = \text{const}$

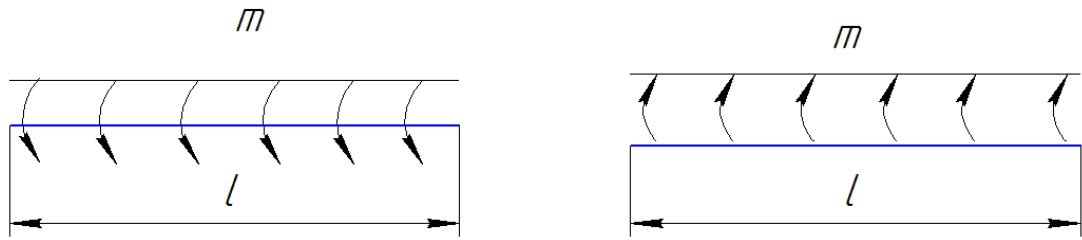


Рисунок -1.13 Розподілене моменту навантаження

$$m = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta l} \quad \left[\begin{array}{c} \text{Н} \cdot \text{М} \\ \text{М} \end{array} \right]$$

Навантаження розрізняють:

- по характеру дії:

1. статичні
2. динамічні

Статичне навантаження – що поволі змінюється від 0 до кінцевого значення.

Динамічне навантаження – навантаження, що швидко змінюється за часом дії:

1. постійне
2. тимчасове

Навантаження, що діє у весь час експлуатації, – постійна.

1.4 Реальний об'єкт і розрахункова схема.

Розрахункова схема – спрощене зображення конструкцій або їх елементів, що визначає її суть.

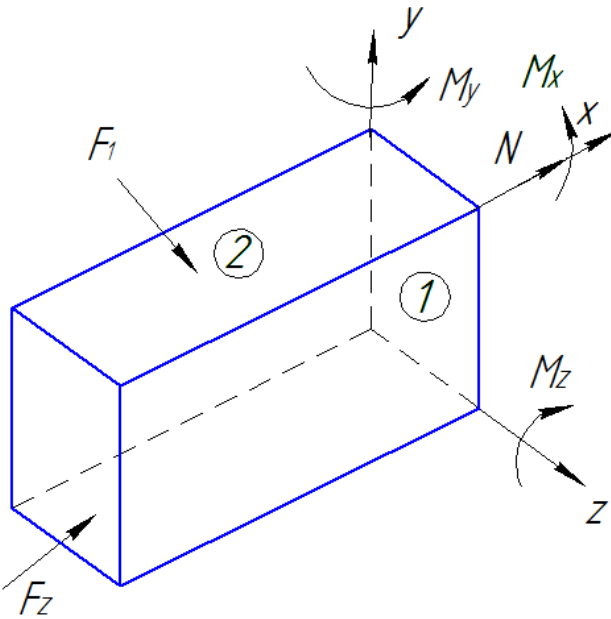
1.5 Внутрішні сили

- це сили, що виникають в поперечних перетинах стрижня під дією навантажень.

1. 6 Метод перетинів

Основний метод визначення внутрішніх сил – метод перетинів.

a)



б)

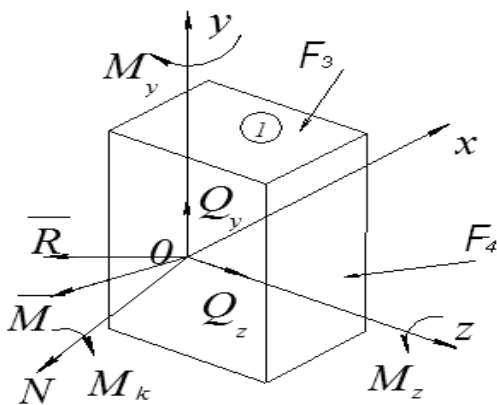


Рисунок - 1.14 Стрижень (а) і його частина, що залишилася (б)

$\bar{R} \left\{ \begin{array}{l} N - \text{продольна сила} \\ Q_y - \text{поперечна сила} \\ Q_z - \text{поперечна сила} \end{array} \right\}$ - головний вектор внутрішніх сил

$\bar{M} \left\{ \begin{array}{l} M - \text{момент, що крутить} \\ M_y, M_z - \text{момент, що згинає} \end{array} \right\}$ - головний вектор моменту

Рівняння статистичної рівноваги частини стрижня, що залишилася.

$$\bar{R} \begin{cases} N \rightarrow \sum F_x = 0 \rightarrow N + \sum F_x(o_x(o. = 0 \rightarrow N = \sum F_x(o_x(o. \\ Q_y \rightarrow \sum F_y = 0 \rightarrow Q_y + \sum F_y(o_y(o. = 0 \rightarrow Q_y = \sum F_y(o_y(o. \\ Q_z \rightarrow \sum F_z = 0 \rightarrow Q_z + \sum F_z(o_z(o. = 0 \rightarrow Q_z = \sum F_z(o_z(o. \end{cases}$$

$$\bar{M} \begin{cases} \sum M_x = 0 \rightarrow M_x + \sum M_{kx}(o.ч. = 0 \rightarrow M_x = \sum M_x(o_x(o. \\ \sum M_y = 0 \rightarrow M_y + \sum M_y(o_y(o. = 0 \rightarrow M_y = \sum M_y(o_y(o. \\ \sum M_z = 0 \rightarrow M_z + \sum M_z(o_z(o. = 0 \rightarrow M_z = \sum M_z(o_z(o. \end{cases}$$

Порядок визначення внутрішніх сил по методу перерізів:

1. Розтинаємо стрижень площиною, співпадаючою з поперечним перетином.
2. Залишаємо частину (ліву або праву) зі всіма силами, включаючи зв'язки.
3. Складаємо рівняння статичної рівноваги частини, що залишилася.
4. Вирішуємо рівняння і визначаємо внутрішні сили.

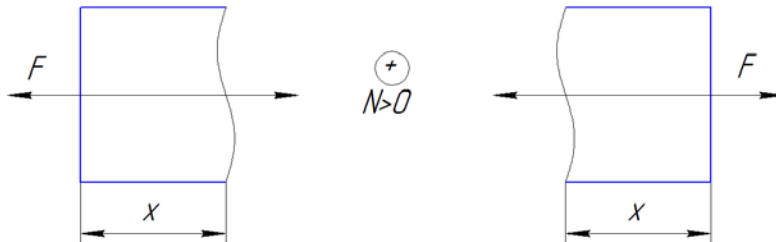
1.7 Визначення і знаки внутрішніх сил.

1. Подовжня сила – N

$$N = \sum F_x(o_x(o.$$

Правило знаків:

- а) Розтягування



- б) Стиснення

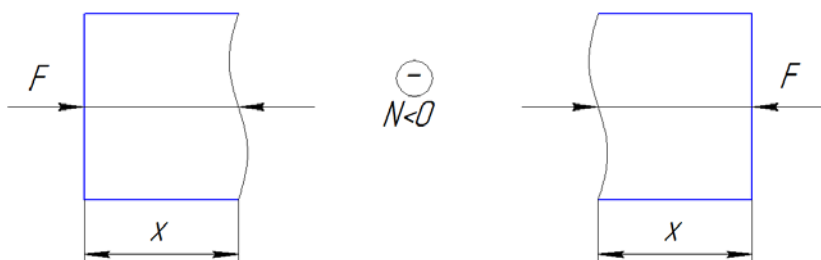
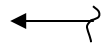


Рисунок -1.15 Знаків подовжньої сили – N

Подовжня сила $N > 0$, якщо вона або складова її F направлена від перетину.



2. Момент, що крутить

$$M_k = \sum Mx(\text{о.ч.})$$

Правило знаків:

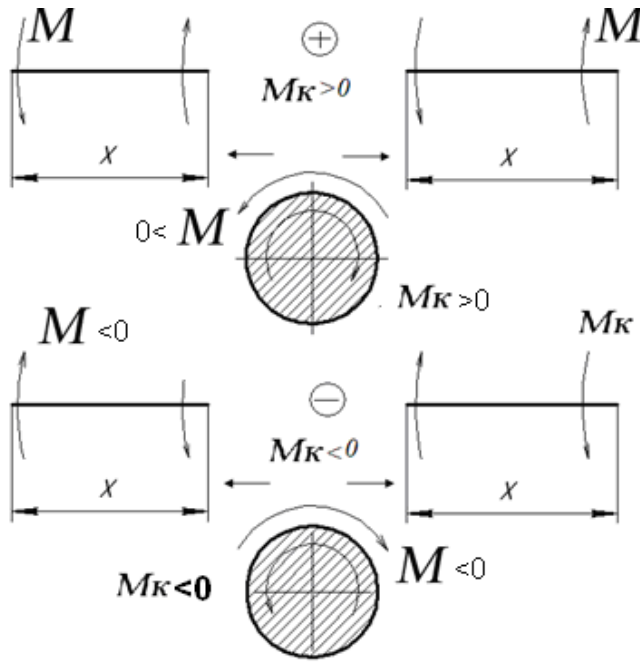


Рисунок -1.16 Знаків моменту, що крутить, – M_k

Момент, що крутить, в перерізі $M_k > 0$, якщо він обертає частину, що залишилася, за годинниковою стрілкою або момент зовнішньої сили, що становить його, обертає проти годинникової стрілки, якщо дивитися на частину, що залишилася, з боку перетину.

3. Поперечні сили Q_y , Q_z і моменти M_z , що вигинають, M_y

$$Q_y = \sum Fy(\text{о.ч.})$$

$$Q_z = \sum Fz(\text{о.ч.})$$

Поперечна сила – $Q > 0$, якщо вона або складова її сила F обертає частину, що залишилася, за годинниковою стрілкою.

Правило знаків:

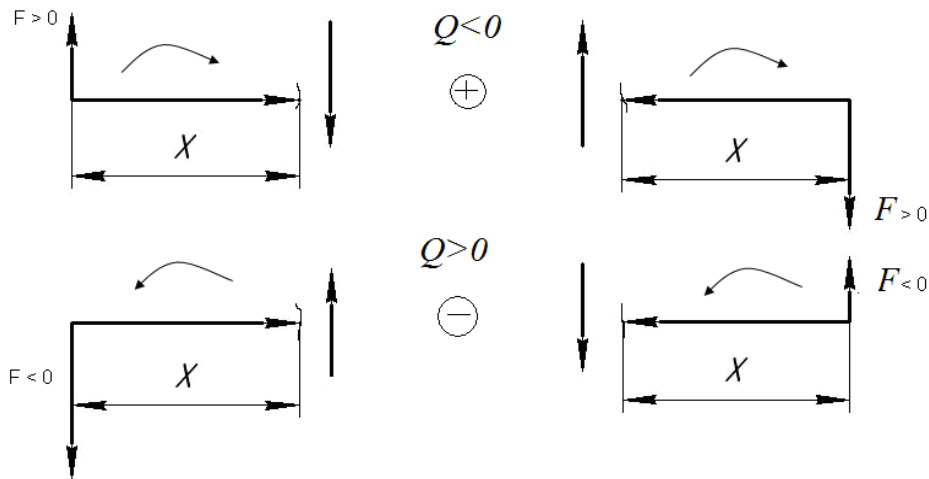


Рисунок -1.17 Знаків поперечної сили – Q

4. Момент, що вигинає M_z M_y

$$M_z = \sum M_z(\text{о.ч.})$$

$$M_y = \sum M_y(\text{о.ч.})$$

Правило знаків:

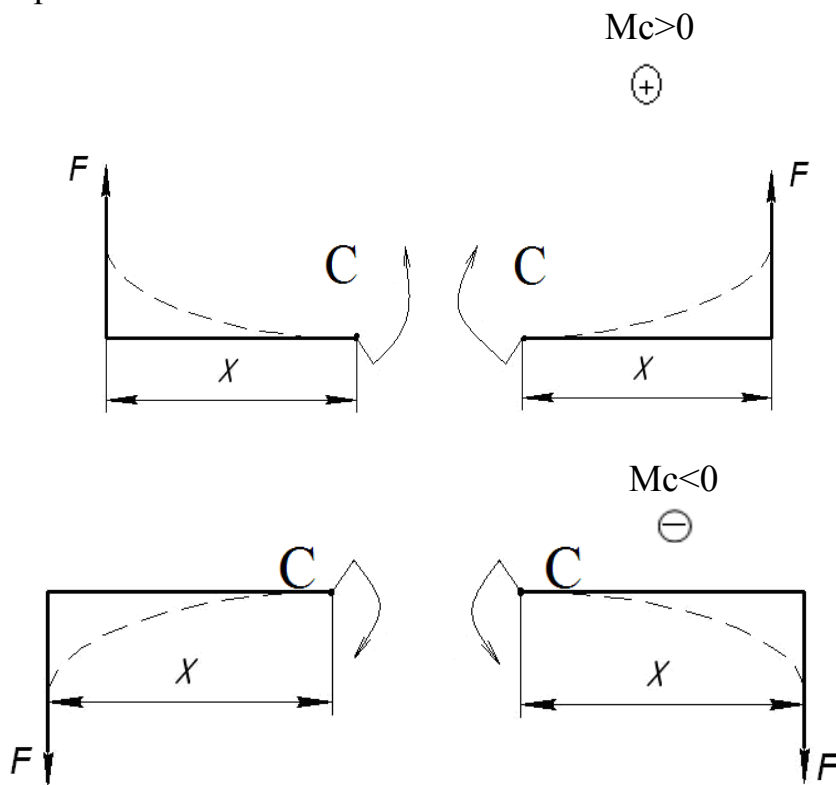


Рисунок - 1.18 Знаків моменту, що згинається, – M

Момент $M > 0$, що вигинає, якщо він або складові його моменти відносно т.С скривлюють подовжню вісь частини, що залишилася, опуклістю вниз, тобто розтягує її нижні волокна.

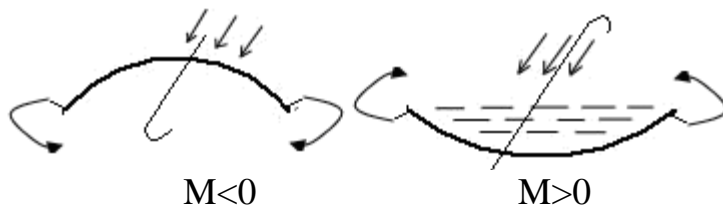


Рисунок.1.19 Знаки M (Правило «дощика» або «парасольки»)

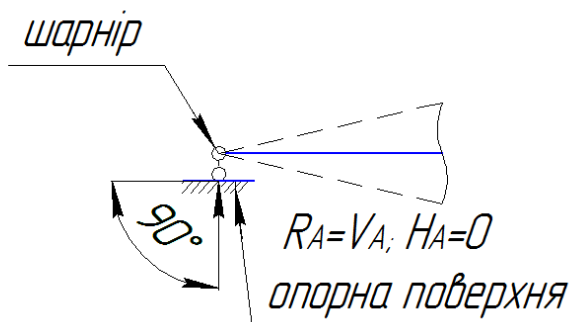
1.8 Стрижні і опори

1. Брус – прямий стрижень, що працює на розтягування (стиснення)
 2. Вал – прямий стрижень, що працює на кручення
 3. Балка – прямий стрижень, що працює на вигин
- Опора – пристрій закріплення стрижнів, що обмежує їх свободу.

Типи опор:

- шарнірно-рухомі
- шарнірно-нерухомі
- затискання (закладення)

Шарнірно-рухома опора



V_A - вертикальна складова R_A

H_A - горизонтальна складова R_A

Рисунок - 1.20 Реакції шарнірно-рухомої опори

Шарнірно-нерухома опора

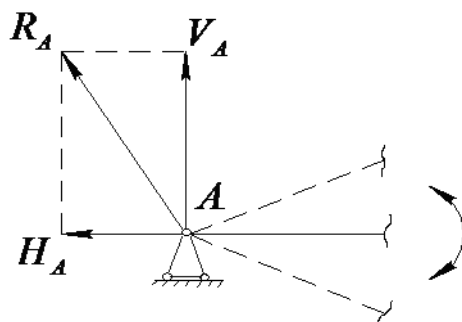


Рисунок - 1.21 Реакції шарнірно-нерухомої опори
Затискання

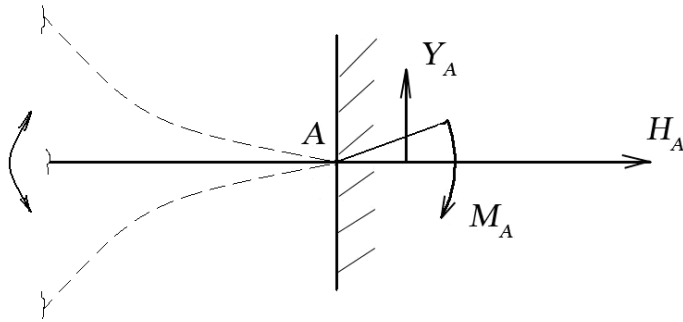


Рисунок - 1.22 Реакцій в затисканні

M_A - опорний момент

Y_A - вертикальна складова R_A

H_A - горизонтальна складова R_A

Порядок визначення опорних реакцій:

1. Складаємо розрахункову схему
2. Вводимо систему ХОУ
3. Позначаємо опори буквами А, В і тому подібне
4. Направляємо вектори реакцій залежно від типу опори
5. Замінюємо рівнодіючою розподілене навантаження на зосереджену
6. Складаємо рівняння статичної рівноваги стрижня

$$\begin{cases} \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \\ \sum F_x = 0 \end{cases} \quad \text{або} \quad \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_A = 0 \end{cases}$$

7. Перевірка: $\sum F_y = 0$ або $\sum M_B = 0$

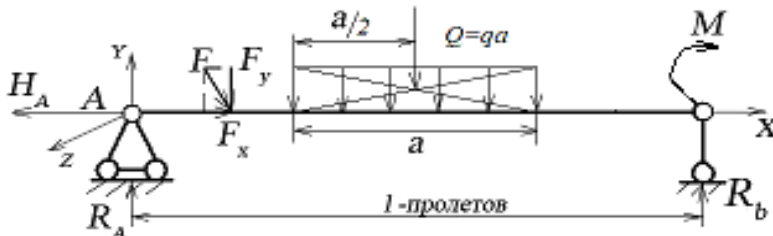


Рисунок - 1.23 Розрахункова схема два опорної (однопролітної) балки

$\delta \leq [1\%]$ похибки, що припускається.

1.9 Епюри внутрішніх сил

Епюра – графік зміни внутрішніх сил залежно від положення перерву.

1.9.1 Епюра подовжніх сил – N

Порядок визначення внутрішніх сил:

1. Визначаємо опорні реакції
2. Розбиваємо на ділянки і визначуємо N_i

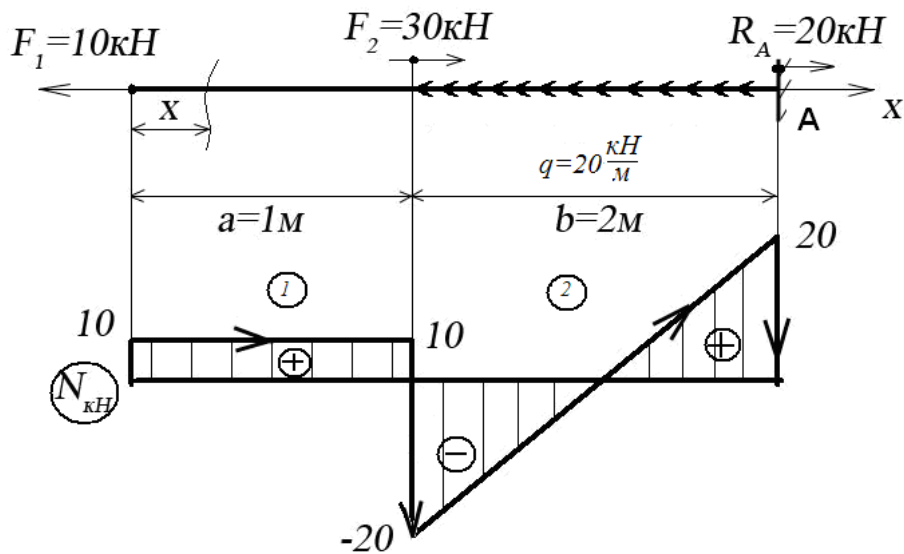


Рисунок 1.24 Розрахункова схема

$$1) \sum F_x = 0 \rightarrow -F_1 + F_2 - qb + R_A = 0$$

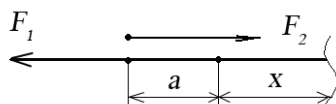
$$R_A = F_1 - F_2 + qb = 10 - 30 + 20 \cdot 2 = 20 \text{ кН}$$

2) Ділянка – частина стрижня між прикладеними навантаженнями

Уч.1

$$0 \leq x \leq a = 1 \text{ м}$$

$$N_1 = F_1 = 10 \text{ кН}$$



Уч.2 $0 \leq x \leq b = 2 \text{ м}$

$$N_2 = F_1 - F_2 + qx = 10 - 30 + 20x = -20 + 20x$$

$$N_2 (x = 0) = -20 \text{ кН}$$

$$N_2 (x = 2) = 20 \text{ кН}$$

Особливості побудови епюри N:

1. $q = 0$ – пряма \parallel нульовій лінії
2. $q = \text{const}$ – пряма похилої
3. Якщо зосереджена сила $F \rightarrow$ стрибок на F

1.9.2 Епюри моментів M_k , що крутять

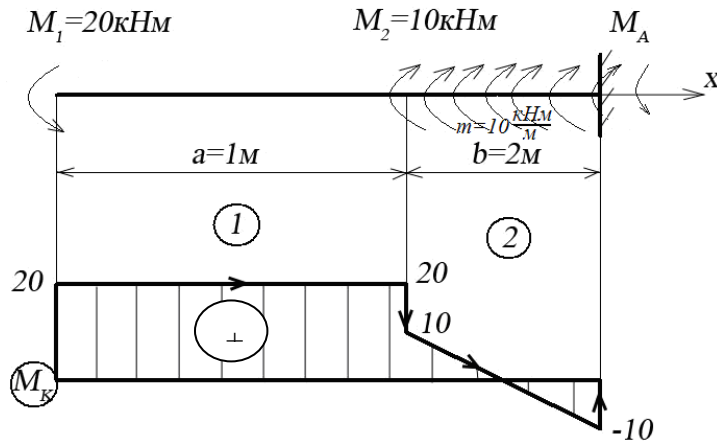


Рисунок -1.25 Розрахункова схема

1. Опорні реакції $\sum M_x = 0 \rightarrow M_1 = -M_2 + m \cdot b + M_A = 0$

$$M_A = -M_1 + M_2 - m \cdot b = -20 + 10 - 10 \cdot 2 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2. Розбиваємо на ділянки і визначаємо M_{ki}

Ділянка 1

$$0 \leq x \leq a = 1\text{м}$$

$$M_{k1} = M_1 = 20\text{к0}$$

Ділянка 2

$$0 \leq x \leq b = 2\text{м}$$

$$M_k = M_1 - M_2 - mx = 20 - 10 - 10x = 10 - 10x$$

$$M_2(x = 0) = 10\text{к0} \cdot \text{м}$$

$$M_2(x = 2) = -10\text{к0} \cdot \text{м}$$

Особливості побудови епюри M_k :

1. $m=0$ - пряма лінія паралельна нульовій лінії
2. $m=\text{const}$ - пряма лінія похилої
3. Якщо до балки прикладений зосереджений M , то на епюрі M стрибок на величину M

1.9.3 Епюри поперечних сил Q і моментів M , що вигинають

Для заданої балки (див. рис 1.26) побудувати епюри Q і M при заданих початкових даних

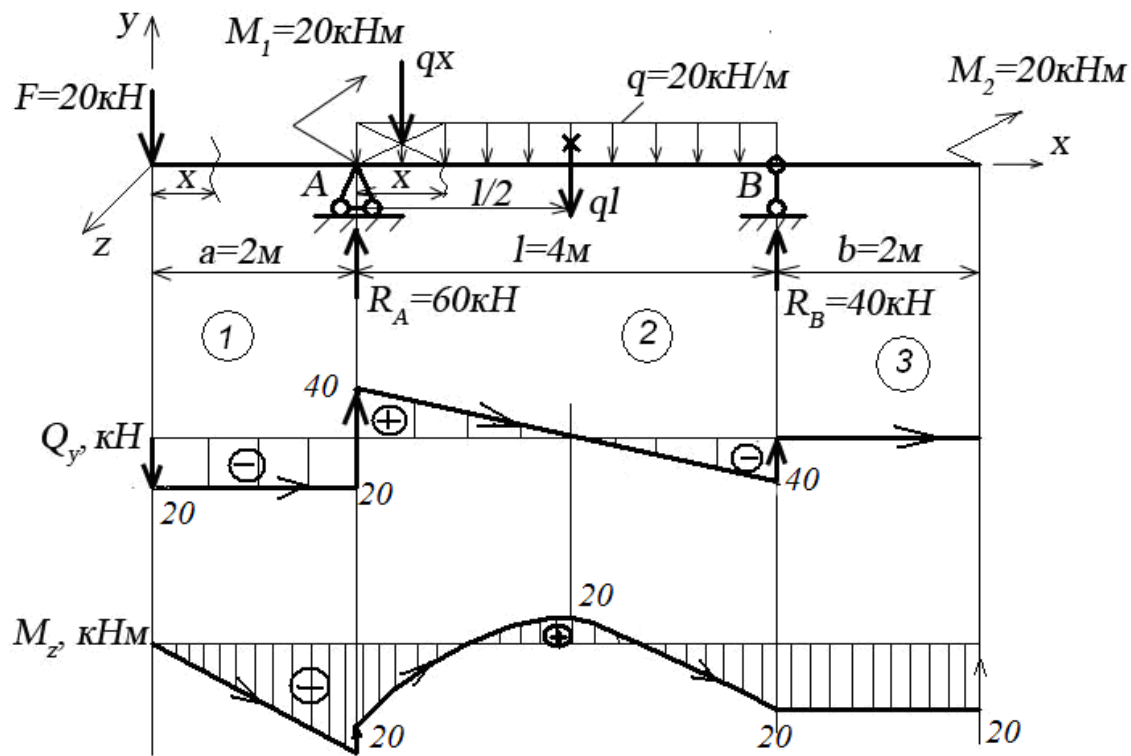


Рисунок -1.26 Розрахункова схема

1. Визначаємо опорні реакції

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \cdot a - M_1 - g \cdot l \cdot \frac{1}{2} + R_B \cdot l_1 - M_2 = 0$$

$$R_B = \frac{1}{l} \left[-F \cdot a + M_1 + \frac{g \cdot l^2}{2} + M_2 \right] =$$

$$= \frac{1}{4} \left[-20 \cdot 2 + 20 + \frac{20 \cdot 16}{2} + 20 \right] = 40 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow F(a + l) - R_A \cdot l - M_1 + g l \cdot \frac{1}{2} - M_2 = 0$$

$$R_A = \frac{1}{l} \left[F(a + l) - M_1 + \frac{q l^2}{2} - M_2 \right] =$$

$$= \frac{1}{4} \left[20(2 + 4) - 20 + \frac{20 \cdot 16}{2} - 20 \right] = 60 \text{ кН}$$

Перевірка:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F + R_A - q l + R_B = 0$$

$$- 20 + 60 - 80 + 40 = 0$$

2. Розбиваємо на ділянки і визначаємо Q_i і M_i

Ділянка 1

$$0 \leq x \leq a = 2 \text{ м}$$

$$Q_1 = F = -20 \text{ кН}$$

$$M_1 = -F \cdot x = -20 \cdot x \quad M_1|_{x=0} = 0 \quad M_1|_{x=2} = -40 \text{к0} \cdot \text{м}$$

Ділянка 2

$$0 \leq x \leq l = 4 \text{м}$$

$$Q_2 = -F + R_A - q \cdot x = -20 + 60 - 20x = 40 - 20x$$

$$Q_2|_{x=0} = 40 \text{к0} \quad Q_2|_{x=4} = -40 \text{к0}$$

Ділянка 3

$$0=2$$

$$Q_3 = 0; \quad M_3 = -M_2 = -20 \text{к0} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = -F(a+x) + M_1 + R_A \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2} = -20(2+x) + 60x - 10x \cdot 2 + 20$$

$$M_2|_{x=0} = -20 \text{к0} \cdot \text{м}$$

$$M_2|_{x=4} = -20 \cdot 6 + 60 \cdot 4 - 10 \cdot 16 + 20 = -20 \text{к0}$$

$$M_2|_{x=2} = -20 \cdot 4 + 60 \cdot 2 - 10 \cdot 4 + 20 = 20 \text{к0}$$

Особенности построения эпюр Q и M.

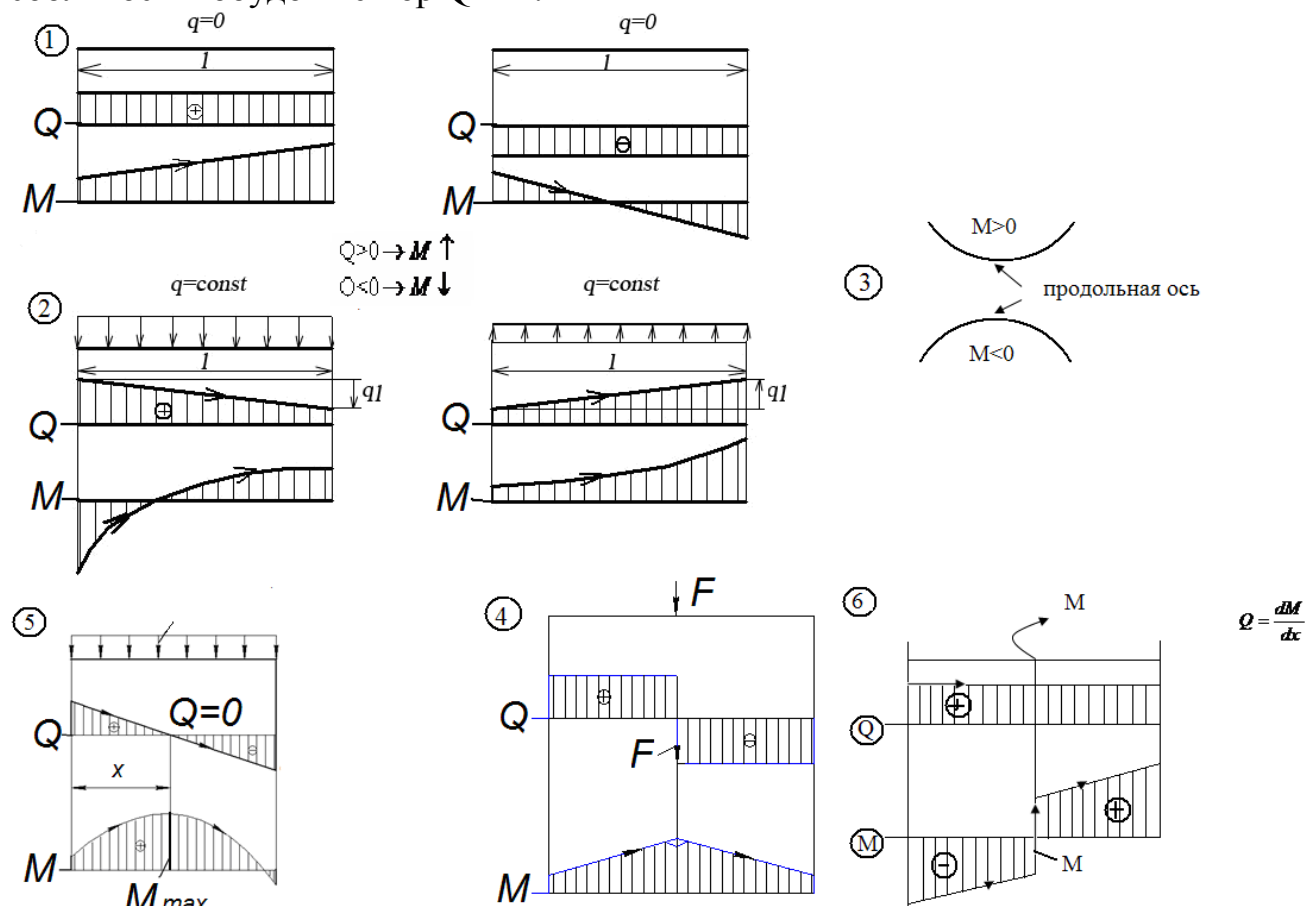


Рисунок - 1.27 Особенности эпюр Q и M

1.10 Напруження

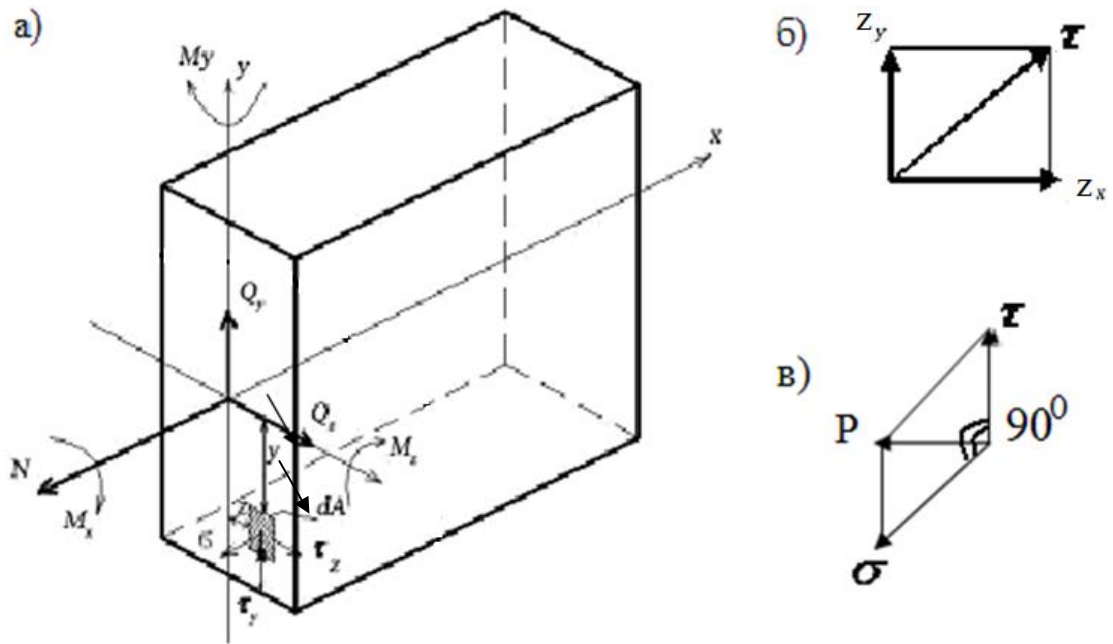


Рисунок - 1.28 Схема напруги (а – в поперечному перетині; б – дотична напруга; у – повна напруга)

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta N}{\Delta A} \text{ - нормальна напруга}$$

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta A} \text{ - дотична напруга}$$

$$dN = \sigma \cdot dA \quad \sigma = \frac{dN}{dA}$$

Розмірність $\left[\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right] = \text{Па}$

$$dQ = \tau \cdot dA \quad \tau = \frac{dQ}{dA}$$

$$\tau = \sqrt{\tau_y^2 + \tau_z^2}$$

$$p = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\sigma^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2} \text{ - повна напруга}$$

Від величини напруги залежить міцність.

1.11 Деформація

Розрізняють деформації:

- пружні;
- пластичні;

1. Упругие- розміри і форма відновлюються.
2. Пластичная- деф-ция, при якій первинні розміри і форма не відновлюються.

Види простих деформацій:

- 1.Розтягування (стиснення) -N
- 2.Зрушення (зріз) - Q_y , Q_z
- 3.Кручение- M_k
- 4.Изгиб- $M_z(Q_z)$
 $M_y(Q_y)$

Бувають деформації складні.

Чистий вигин викликається моментом M_z або M_y , що тільки вигинає.

Якщо вигин супроводжується поперечними силами Q_z або Q_y , то він називається поперечним.

Розтягування (стиснення) - вид деформації, що викликається подовжньою силою N , що діє в поперечному перетині.

Сдвіг- вид деф-ции, що викликається в поперечному перетині поперечною силою, - Q .

Кручение- вид деформації, що викликається крутить моментом M_k , що діє в поперечному перетині.

Изгиб- вид деформації, що викликається вигинає моментом, що діє в поперечному перетині, - M .

Розтягування (стиснення)

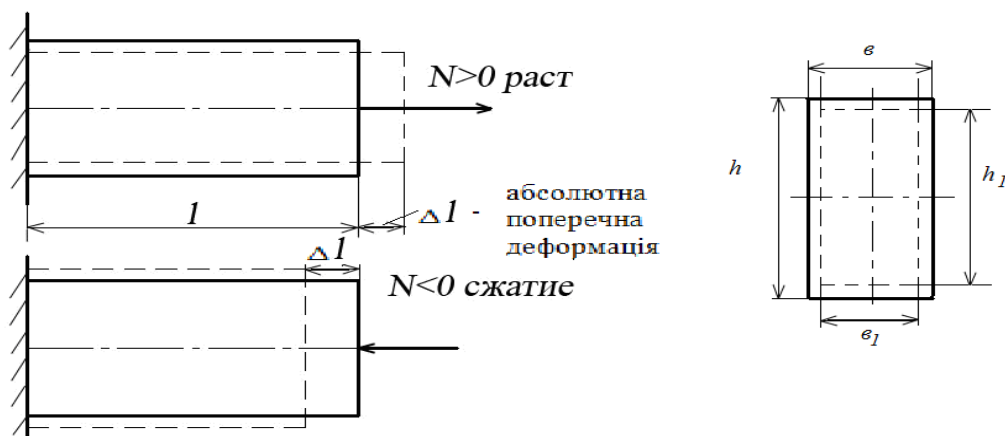


Рисунок - 1.29 Деформація розтягування (стиснення).

$\Delta b, \Delta h$ - абсолютна поперечна деформація

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ - відносна подовжня деформація [М]

$\varepsilon'_b = \frac{\Delta b}{b}$; $\varepsilon'_h = \frac{\Delta h}{h}$ - відносна поперечна деформація

Відносний зсув, [М]

Зсув (зріз)

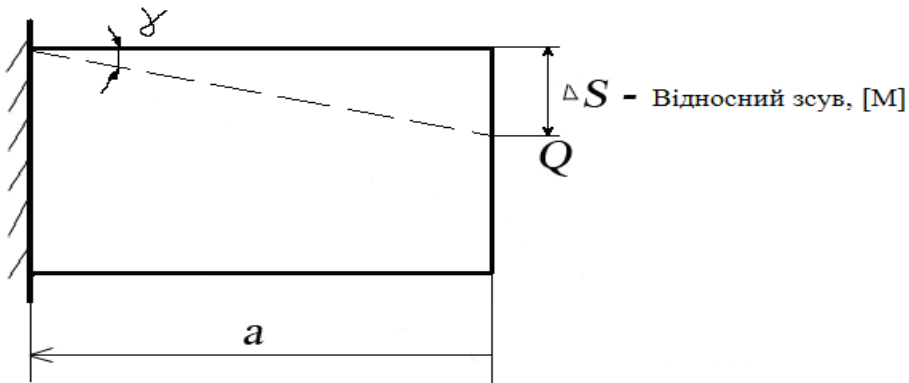


Рисунок - 1.30 Деформація зрушення (зрізу)

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta S}{a} \approx \gamma - \text{відносне зсув}$$

Кручення

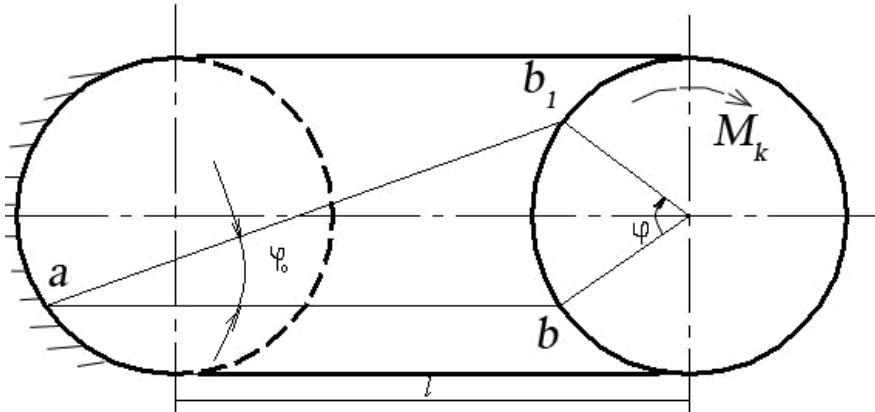


Рисунок - 1.31 Деформація кручення

φ – кут закручування перетину [рад], [град]

$$\varphi = \frac{\varphi}{l} - \text{відносний кут закручування} \left[\frac{\text{рад}}{\text{м}} \right], \left[\frac{\text{град}}{\text{м}} \right]$$

Згинання

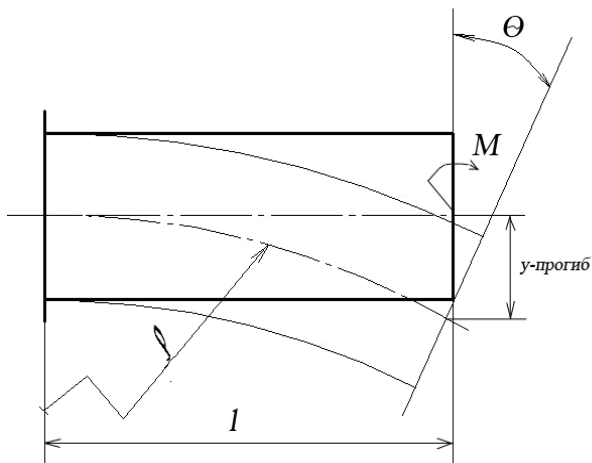


Рисунок - 1.32 Деформація згинання

θ - кут повороту перетину [радий] [град]
у – прогин, м
 ρ - радіус кривизни подовжньої осі
l- довжина бруса, м

Методические указания

1 М/у 10/38-2012-01 Методичні вказівки до самостійної роботи студентів при простих навантаженнях з дисципліни «Технічна механіка» (для студентів напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології»(Автомобільний транспорт), Горлівка 2012. Електронне методичне видання авт. Чальцев М.М., Хникін Л.М., Неклюдов М.В.

2 До практичних занять: 10\32-2011-01 Методичні вказівки «Розрахунок внутрішніх зусиль та побудова їх епюр» (спец. 6.070101) Горлівка 2011.Електронне методичне видання авт. Хникін Л.М.