

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

В.А. Огородніков, О.В. Грушко, М.І. Побережний

ОПР МАТЕРІАЛІВ

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ З ПРИКЛАДАМИ РОЗРАХУНКІВ

Частина 1

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів всіх спеціальностей денної форми навчання. Протокол №9 від 24 квітня 2003 р.

Вінниця ВНТУ 2003

УДК 531: 620 (075)
О 39

Рецензенти:

П.С. Бернік, доктор технічних наук, професор
І.О. Сивак, доктор технічних наук, професор
В.О. Федотов, кандидат технічних наук, професор

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Огородніков В.А., Грушко О.В., Побережний М.І.
О 39 **Опір матеріалів. Розрахунково-графічні завдання з прикладами розрахунків. Частина 1.**
Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 158 с.
Посібник призначений для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання, що вивчають опір матеріалів.

УДК 531:620(075)

© В.А. Огородніков, О.В. Грушко, М.І. Побережний, 2003

ЗМІСТ

Передмова.....	5
Порядок та основні вимоги до виконання роботи.....	5
1 Епюри внутрішніх силових факторів.....	7
1.1 Короткі теоретичні відомості.....	7
1.1.1 Внутрішні сили. Метод перерізів.....	7
1.1.2 Епюри внутрішніх зусиль.....	9
1.1.3 Диференціальні залежності між q , Q та M	10
1.1.4 Побудова епюр Q і M для двоопорних балок	11
1.1.5 Побудова епюр Q і M для консольних балок	15
1.1.6 Побудова епюр внутрішніх зусиль для плоских рам.....	19
1.1.7 Побудова епюр для кривих стержнів.....	22
1.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	26
2 Розтяг (стиск). Статично невизначувані системи при розтягу (стиску)...	42
2.1 Короткі теоретичні відомості.....	42
2.1.1 Напруження при осьовому розтягу (стиску).....	42
2.1.2 Деформації при осьовому розтягу (стиску).....	42
2.1.3 Закон Гука при розтягу (стиску).....	43
2.1.4 Статично невизначувані задачі	44
2.1.5 Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями...	45
2.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	46
3 Напружено-деформований стан в точці.....	56
3.1 Короткі теоретичні відомості.....	56
3.1.1 Поняття про напружений стан.....	56
3.1.2 Плоский напружений стан.....	57
3.1.3 Головні площадки і головні напруження	58
3.1.4 Коло напружень.....	59
3.1.5 Узагальнений закон Гука.....	61
3.1.6 Потенціальна енергія деформації.....	62
3.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	64
4 Геометричні характеристики плоских перерізів.....	72
4.1 Короткі теоретичні відомості.....	72
4.1.1 Статичний момент площі. Центр ваги перерізу.....	72
4.1.2 Моменти інерції перерізу.....	73
4.1.3 Формули переходу до паралельних або повернутих осей...74	
4.1.4 Головні осі інерції та головні моменти інерції перерізу.....	75
4.1.5 Радіуси інерції. Моменти опору.....	77
4.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	78
5 Кручення.....	85
5.1 Короткі теоретичні відомості.....	85
5.1.1 Напруження і деформації при крученні стержнів круглого поперечного перерізу.....	85
5.1.2 Епюри крутних моментів.....	87

5.1.3 Розрахунки на міцність і жорсткість.....	88
5.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	90
6 Згин.....	98
6.1 Короткі теоретичні відомості.....	98
6.1.1 Основні поняття.....	98
6.1.2 Напруження при чистому згині.....	98
6.1.3 Поперечний згин. Дотичні напруження.....	102
6.1.4 Аналіз напруженого стану при згині. Розрахунки на міцність.....	103
6.1.5 Рівняння пружної лінії зігнутої балки.....	105
6.1.6 Визначення кутових та лінійних переміщень методом початкових параметрів.....	106
6.2 Завдання до розрахунково-графічної роботи	108
Література.....	121
Додаток А Оформлення розрахунково-графічної роботи.....	122
Додаток Б Інструкції до написання програм та приклади побудови епюр для балки та криволінійного стержня.....	124
Додаток В Інструкція до розрахунків геометричних характеристик перерізу в середовищі КОМПАС	131
Додаток Г Повний розрахунок балки на міцність та жорсткість в середовищі МATHCAD.....	134
Додаток Д Сортамент прокатної сталі.....	141
Додаток Е Програма мінімум до складання іспиту.....	153
Додаток Ж Механічні характеристики матеріалів.....	157

ПЕРЕДМОВА

Цей навчальний посібник написаний із врахуванням багаторічного досвіду викладання курсу опору матеріалів у Вінницькому державному технічному університеті. Він відрізняється від більшості посібників, виданих раніше іншими авторами конспективним викладенням матеріалу, наявністю 150 варіантів задач до кожного розділу із типовими розрахунками та застосуванням сучасної обчислювальної техніки.

Особливістю посібника є і те, що до деяких задач пропонуються інструкції до написання програм-документів із застосуванням пакетів програм “КОМПАС 5.X”, “Mathcad 200X” в середовищі “Windows 9X” та більш пізніх версій. Інструкції розраховані на студентів із початковим рівнем знань користувача названих програмних продуктів.

В посібнику розкриті такі важливі для студентів машинобудівних та будівельних вищих навчальних закладів розділи, як внутрішні зусилля, геометричні характеристики плоских перерізів, напружений стан в точці, прості види деформацій. Автори прагнули створити посібник максимально корисний студентам не тільки при вивченні дисципліни, але й в курсовому та дипломному проектуванні. Кожне із завдань ілюстроване детальним прикладом розрахунку із поясненнями при розв’язуванні задачі.

ПОРЯДОК ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

З дисципліни “Опір матеріалів” студенти виконують три розрахунково-графічні роботи (РГР). Їх зміст:

РГР№1 – Задачі 1, 2;

РГР№2 – Задачі 3, 4;

РГР№3 – Задачі 5, 6.

РГР мають бути оформлені у відповідності з діючими стандартами ЄСКД(2.105 і 2.106 для текстових конструкторських документів та 2.104 – для основних надписів). Розрахунково-графічні роботи виконуються на аркушах формату А4 (210×297мм) основним креслярським шрифтом (стандарт 2.304-68) з висотою літер не менше 2,5 мм, машинописним або на принтері ЕОМ (Times New Roman 14 пт, одинарний інтервал) на одній стороні аркуша. Перша сторінка протоколу оформляється у відповідності зі стандартом 2.105-95; на наступних сторінках повинен бути штамп у відповідності зі стандартом 2.104-68 (додаток А). На титульній сторінці вказують номер розрахунково-графічної роботи, назву дисципліни, прізвище та ініціали студента, варіант, факультет і групу.

Як виняток допускається текст роботи писати каліграфічним розбірливим почерком пастою або чорнилом синього чи чорного кольору.

При необхідності виправити помилку, неправильний символ закреслюють, а над ним пишуть виправлення. Допускається застосування коректору.

На одній сторінці допускається не більше трьох виправлень.

Розв'язання кожної задачі потрібно починати на новому аркуші так, щоб розрахункова схема та формули, складені за нею, знаходились поряд. На початку сторінки пишеться номер завдання, варіант і приводиться повна та коротка умова задачі (що відомо та що потрібно знайти). Розрахункові схеми (рисунок) виконують за допомогою креслярських приладів або відповідних графічних програм. Розрахунки необхідно супроводжувати короткими поясненнями.

Після зарахування усіх задач студент повинен до іспиту захистити роботу.

Вибір варіанта завдання здійснюється за двома останніми цифрами номера залікової книжки, які визначають номер рисунка розрахункової схеми (див. табл.), перша цифра з кінця – варіант чисельних даних в таблиці, приведеної в кожній задачі окремо.

Таблиця 1 – Вибір варіанта завдання

Схема	Останні дві цифри номера залікової книжки						
00	00	15	30	45	60	75	90
01	01	16	31	46	61	76	91
02	02	17	32	47	62	77	92
03	03	18	33	48	63	78	93
04	04	19	34	49	64	79	94
05	05	20	35	50	65	80	95
06	06	21	36	51	66	81	96
07	07	22	37	52	67	82	97
08	08	23	38	53	68	83	98
09	09	24	39	54	69	84	99
10	10	25	40	55	70	85	
11	11	26	41	56	71	86	
12	12	27	42	57	72	87	
13	13	28	43	58	73	88	
14	14	29	44	59	74	89	

Наприклад: номер залікової книжки ...23.

Номер схеми рисунка – 08. Варіант чисельних даних в таблиці – 3.

Шифр варіанта – 308.

Приклад шифру в основному надписі.

ОМ.1Б-01.31.208

Студенти, що не виконали або не захистили хоча б одну розрахунково-графічну роботу не допускаються до іспиту з дисципліни "Опір матеріалів". В додатку Е приведена конспективно програма-мінімум знань, якими студенти повинні обов'язково володіти для складання іспиту на позитивну оцінку.

1 ЕПЮРИ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ

1.1 Короткі теоретичні відомості

1.1.1 Внутрішні сили. Метод перерізів

У будь-якому тілі між його мікрочастинками завжди існують сили взаємодії, які зумовлюють існування тіла як єдиного цілого.

При дії на тіло зовнішніх сил у будь-якому його перерізі виникають додаткові, внутрішні сили взаємодії між частинками тіла (крім тих, що існували в цьому елементі, коли він був ненавантажений), які перешкоджають зміні відстаней між цими частинками і руйнуванню тіла. Ці сили часто називають внутрішніми силами пружності. Саме внутрішні сили і визначають для розрахунку на міцність та жорсткість бруса.

Для встановлення величини внутрішніх сил, що виникають у перерізі

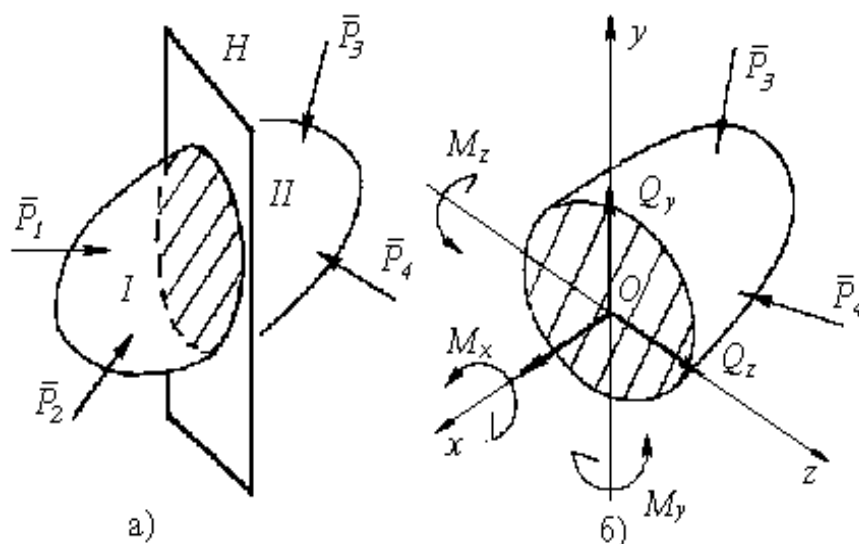


Рисунок 1.1

стержнів, які підлягають зовнішній силевій дії, використовується метод перерізів. Нехай є деяке пружне тіло (рисунок 1.1, а), що перебуває у рівновазі під дією системи зовнішніх сил $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \vec{P}_4$. Розділимо це тіло деякою площиною H на дві частини I і II . Відкинемо одну з частин, наприклад I і розглянемо умови рівноваги частини II (рисунок 1.1, б), що залишилася. Щоб ця частина була в рівновазі, як і у випадку, коли вона була частиною цілого тіла, треба, щоб крім зовнішніх сил, прикладених до неї, були збережені й раніше діючі на цю частину внутрішні сили взаємодії, що виникають між частинами I і II під впливом зовнішніх сил.

Згадані внутрішні сили, суцільно розподілені по зробленому перерізу, очевидно, можна звести до деякої системи сил, яка замінює вплив відкинutoї частини тіла на ту, що залишилася.

Якби ми розглядали рівновагу частини I , відкинувши частину II , то