

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР  
\_\_\_\_\_ Л. РОСЛАВЕЦЬ  
\_\_\_\_\_ 2018 р.

Методичне забезпечення проведення практичних занять  
з дисципліни Прикладна механіка для студентів III курсу  
спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

Уклав

А. САВЧУК

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії спеціальних механічних  
та загально-технічних дисциплін

Протокол № 1 від 31 08 2018 року

Голова циклової комісії

Т. СЕМЕРНЯ

## Інструкція для виконання практичної роботи №1

**Тема:** Розрахунок реакцій опор балочних систем

**1 Мета:**

**1.1** Набуття навиків розрахунку реакцій двохопорної балки

**1.2** Сформулювати чітке уявлення про послідовність розв'язку задачі і раціональність вибору рівнянь рівноваги для різних типів балочних систем

**2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

**2.1** Індивідуальне завдання (схема балки)

**2.2** Калькулятор

**3 Теоретичні відомості:**

В реальних умовах багато тіл знаходяться в рівновазі під дією системи сил, яка розташована довільно на площині. У такому випадку система сил може бути зведеної приведеною до Головного вектора, який прикладений до довільної точки  $O$  і пари сил, момент якої дорівнює Головному моменту. Відомо, що коли головний вектор і головний момент системи дорівнюють нулю, то така система знаходиться в рівновазі.

На основі цього можна скласти чотири рівняння рівноваги: два – суми проекцій всіх сил системи на дві координатні осі  $\sum F_{ix} = 0$  і  $\sum F_{iy} = 0$  та два – суми моментів всіх сил відносно двох точок:  $\sum M_A = 0$  і  $\sum M_B = 0$ . Для статично визначеної плоскої системи довільних сил слід враховувати раціональність вибору рівнянь рівноваги при визначенні опорних реакцій:

- для двохопорної балки, у якої невідомі реакції розташовані в двох точках, слід скласти такі рівняння:  $\sum M_A = 0$ ;  $\sum M_B = 0$ ;  $\sum F_{ix} = 0$ . Четверте рівняння – використовується для перевірки:  $\sum F_{iy} = 0$ ;
- для балки з жорстким закріпленням, де три невідомі реакції розташовані в одній точці, слід використовувати такі рівняння рівноваги:  $\sum F_{ix} = 0$ ;  $\sum F_{iy} = 0$ ;  $\sum M_A = 0$ . Рівняння, що не було використане при розв'язанні задачі – є перевірочним:  $\sum M_B = 0$ .

Дію в'язів на конструкція заміняють їх реакціями. Слід пам'ятати, що шарнірно-нерухома в'язь розкладається на дві силові складові  $R_x$ ,  $R_y$ , шарнірно-рухома – має одну реакцію, яка завжди перпендикулярна поверхні опори катків; для жорсткого закріплення розраховують три реакції – дві силові складові  $R_x$ ,  $R_y$  і реактивний момент  $M_R$ .

**4 Хід роботи:** Згідно з варіантом завдання (таблиця 1.1) виконати наступне:

**4.1** Визначити тіло, рівновагу якого слід визначити (таблиця 1.2)

**4.2** Звільнити тіло від в'язів, замінив їх відповідними реакціями

**4.3** Обрати осі координат і точки, відносно яких визначаються моменти сил

**4.4** Скласти рівняння рівноваги плоскої довільної системи сил.

**4.5** Визначити невідомі величини сил. Якщо в результаті розв'язання питома реакція отримана з від'ємним знаком – то напрямок реакції необхідно замінити на протилежний (модуль сили при цьому остається незмінним).

**4.6** Перевірку провести таким рівнянням рівноваги, яке не було використане при розв'язанні задачі.

## 5 Висновки

### 6. Контрольні питання:

- 6.1. Який елемент конструкції називається балкою?
- 6.2. Скільки рівнянь рівноваги складають для плоскої системи довільних сил?
- 6.3. Скільки опорних реакцій визначають для шарнірно-нерухомої опори?
- 6.4. Скільки опорних реакцій характерно для жорсткого закріплення?

### Література

- 1 М.С. Мовнин, А.Б. Рубашкин Техническая механика. Часть первая. Теоретическая механика: Учебник для техникумов.-Л.: "Судостроение", 1971, § 23-30
- 2 Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов: Учебник. –М.: Наука, 1988, § 30

## Інструкція для виконання практичної роботи №2

**Тема:** Розтягування-стискання

**1 Мета:** Набуття навиків виконання розрахунків на міцність бруса при розтягуванні-стисканні.

**2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

**2.1** Індивідуальне завдання (схема навантаження бруса)

**2.2** Калькулятор

**3 Теоретичні відомості**

Нормальна (повздожня) сила у будь якому поперечному перерізі бруса дорівнює алгебраїчній сумі проєкцій зовнішніх сил ось  $z$ :  $N = \sum F_{iz}$

Нормальні напруження при розтягуванні-стисканні розташовуються рівномірно по площини поперечного перерізу і визначаються за формулою:

$$\sigma = N/A,$$

де  $A$  – площа поперечного перерізу бруса.

**4 Хід роботи**

4.1 Застосовуючи метод перерізів, визначити нормальні сили та нормальні напруги і побудувати їх епюри.

4.2 Застосовуючи умову міцності при розтягуванні-стисканні, і враховуючі механічні характеристики матеріалу (пластичний або крихкий) перевірити міцність заданого бруса.

$\sigma \leq [\sigma]$  – умова міцності при розтягуванні-стисканні,

де  $\sigma$  – розрахункова напруга на ділянці бруса;  $[\sigma]$  - допустима напруга;

Для пластичних матеріалів прийняти  $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$ , для крихких:  $[\sigma_c] = 120 \text{ Н/мм}^2$  і  $[\sigma_p] = 50 \text{ Н/мм}^2$ .

4.3 Згідно з варіантом, перевірити міцність бруса для вказаного виду матеріалу. Вихідні дані і схему навантаження обрати згідно з варіантом з таблиць 1,2

## 5 Висновки

### 6 Контрольні питання:

6.1. Який вид деформації називається розтягом?

6.2. Що таке еюра ВСФ, які функції вона виконує?

6.3. Позитивна нормальна сила відповідає розтягу чи стиску?

### Література

1 Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. «Основы технической механики»: Л.-«Машиностроение», 1990, §32 – 34

## Інструкція для виконання практичної роботи №3

**Тема:** Проектний розрахунок балки при згинанні

**Мета:** Набуття навиків виконання розрахунків на міцність балки при згині

### 2. Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Індивідуальне завдання (схема навантаження балки)

2.2 Калькулятор

### 3. Теоретичні відомості

Поперечна сила  $Q_y$  в будь-якому перерізі балки дорівнює алгебраїчній сумі проєкцій сил, що діють на частину балки, яка розглядається.

$$Q_y = \sum F_{iy}$$

Згинаючий момент  $M_x$  є алгебраїчною сумою моментів сил, які діють на оставлену частину балки

$$M_x = \sum M_c(F_i)$$

### 4. Хід роботи

4.1. Для консольної балки реакції можна не визначати, але розрахунок треба вести з вільного кінця .

4.2. Застосовуючи метод перерізів, визначити поперечні сили та згинаючі моменти і побудувати їх епюри.

4.3. Для ділянки вала, в якій виникає найбільший згинаючий момент, визначити розміри поперечного перерізу із умови міцності:

$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$  – умова міцності,

$\sigma_{\max} = M_{x\max} / W_x$ , де  $W_x$  - осьовий момент опору балки при згині.

$W_x = \pi d^3 / 32$  - для круглого перерізу;

$W_x = bh^2/6$  - для прямокутного перерізу;

$W_x = a^3/6$  - для квадратного перерізу.

4.4. Розрахувати поперечні сили і згинаючі моменти, побудувати їх епюри. Підібрати з умови міцності на згин розміри поперечних перерізів заданої форми.

*Прийняти  $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$*

4.5. Дані для розрахунку обрати згідно з варіантом задачі з таблиці 1. Схеми навантаження – у таблиці 2.

## **5. Висновки:**

### **6 Контрольні питання:**

6.1 Скільки ВСФ виникає при деформації згину?

6.1 Якщо верхні волокна балки розтягнуті – який знак має згинаючий момент?

6.3 Яке напруження впливає на деформаційний стан балки при згині?

**Література:** М.С. Мовнин Основы технической механики, : Ленинград, «Машиностроение», 1990, § 47,48