

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія економіки, соціально-гуманітарних та
фундаментальних дисциплін**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

з навчальної дисципліни «Технічна механіка»

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт

(Оператор безпілотних літальних апаратів)

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024 №2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 17.01.2024 №6

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з гуманітарних та соціально-
економічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024 №2

Розглянуто на засіданні циклової комісії економіки, соціально-гуманітарних та фундаментальних дисциплін, протокол від 05.01.2024 №14

Розробник: викладач циклової комісії економіки, соціально-гуманітарних та фундаментальних дисциплін, викладач-методист Грибанова С.А.

Рецензенти:

1. Начальник відділу організації наукової роботи та гендерних питань, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.
2. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Черниш А.А

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр №1							
Тема №1 Основні поняття й аксіоми статyki.	16	2	-	-	-	14	
Тема №2 Система збіжних сил (СЗС).	14		-	2	-	12	
Тема №3 Моменти сил. Теорія пар сил.	14		-	2	-	12	
Тема №4 Довільна система сил (ДСС).	14		-	2	-	12	
Тема №5 Основні положення опору матеріалів. Метод перерізів.	16	2	-	-	-	14	
Тема №6 Теорія напруженого стану в околі точки	16	2		-		14	
Тема №7 Розтягнення і стискання.	16	2	-	-	-	14	
Тема №8 Кручення.	16	2	-	-	-	14	
Тема №9 Згинання.	14		-		-	14	
Тема №10 Кінематика точки.	14		-		-	14	
							Екзамен
Всього за семестр:	150	10		6		134	

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 2. Система збіжних сил (СЗС).

Практичне заняття Система збіжних сил (СЗС).

Навчальна мета заняття: поглибити і розширити знання здобувачів зі статyki, ознайомити їх із методикою розв'язання задач.

Кількість годин - 2.

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

Навчальні питання:

1. Визначення реакцій в'язів аналітичним способом.

Література: 1, 2, 3,4 (с. 5-20)

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Постановка задачі та обговорення методики її розв'язання за участю здобувачів, розв'язування задач.

Рішення кожної задачі можна умовно розділити на три етапи.

Перший етап. Відкидаємо зовнішні в'язі системи тіл, рівновага якої розглядається, і замінюємо їх дію реакціями. Необхідність цього викликана тим, що положення статyki можна застосовувати тільки відносно вільних від зовнішніх в'язів тіл або систем тіл.

Другий етап. Розділяємо систему тіл на окремі елементи. Це дає нам можливість визначити внутрішні сили (якщо це необхідно).

Третій етап. Складаємо умови рівноваги для кожного окремого елемента, з яких знаходимо визначувані нами невідомі величини і напрями сил або реакцій.

У залежності від методу рішення задач умови рівноваги використовуються у геометричній або аналітичній формі.

Приклад. Визначити реакцію опор A і B та зусилля у стержнях конструкції показаної на (рис. 1,а).

Розв'язок. Невідомі реакції і сили будемо визначати аналітичним методом.

Реакція шарнірно - рухомої опори B спрямована за нормаллю до горизонтальної площини. Реакцію шарнірно - нерухомої опори A замінімо двома складовими (\bar{R}_{AX} і \bar{R}_{AY}) (рис. 1,б).

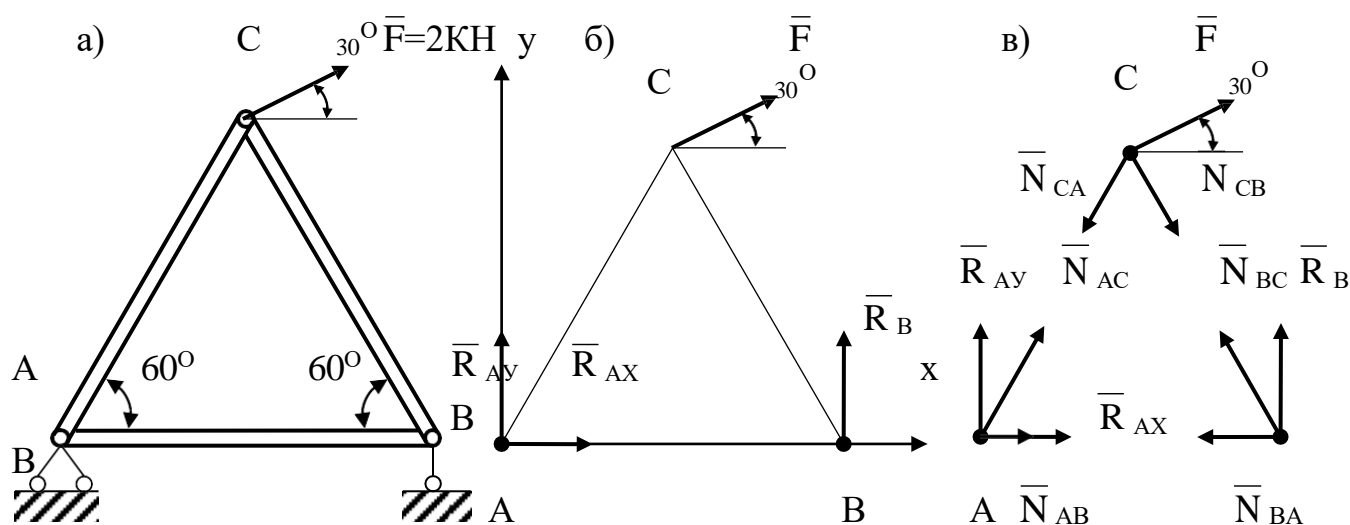


Рис. 1

Виділивши три вузли A, B і C (рис. 1, в), запишемо для них рівняння

рівноваги:

$$\text{а) вузол А: } \sum F_x = N_{AB} + R_{AX} + N_{AC} \cos 60^\circ = 0; \quad \sum F_y = R_{AY} + N_{AC} \sin 60^\circ = 0; \quad (\text{а})$$

$$\text{б) вузол В: } \sum F_x = -N_{BA} - N_{BC} \cos 60^\circ = 0; \quad \sum F_y = R_B + N_{BC} \sin 60^\circ = 0; \quad (\text{б})$$

$$\text{в) вузол С: } \sum F_x = -N_{CA} \cos 60^\circ + N_{CB} \cos 60^\circ + F \cos 30^\circ = 0; \quad (\text{в})$$

$$\sum F_y = F \sin 30^\circ - N_{CA} \sin 60^\circ - N_{CB} \sin 60^\circ = 0.$$

Одержана система шести рівнянь має шість невідомих:

$$N_{AC} = N_{CA}; N_{AB} = N_{BA}; R_{AX}; R_{AY}; R_B; N_{CB} = N_{BC}.$$

Розв'язуємо цю систему. З другого рівняння (в) одержимо

$$N_{CA} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} - N_{CB} = 2 \frac{0.5}{0.866} - N_{CB} = 1.15 - N_{CB}$$

Підставляючи знайдене значення N_{CA} у перше рівняння (в), маємо:

$$-(1.158 - N_{CB}) \cos 60^\circ + N_{CB} \cos 60^\circ + F \cos 30^\circ = 0,$$

$$\text{звідки } N_{CB} = -1.15 \text{ Н і } N_{CA} = 1.15 + 1.15 = 2.30 \text{ Н}.$$

З першого рівняння (б): $N_{BA} = -N_{BC} \cos 60^\circ = 1.5 \times 0.5 = 0.58 \text{ Н}$. Із другого рівняння (б): $R_B = -N_{BC} \sin 60^\circ = 1.15 \times 0.866 = 1 \text{ Н}$.

Далі, використовуючи відповідним чином рівняння (а), маємо:

$$R_{AY} = -N_{AC} \sin 60^\circ = -2.30 \times 0.866 = -1.99 \text{ Н}; \quad R_{AX} = -N_{AC} \cos 60^\circ - N_{AB} = -2.30 \times 0.5 - 0.58 = -1.73 \text{ Н}.$$

Відповідь: $R_{AX} = -1.73 \text{ Н}; R_{AY} = -1.99 \text{ Н}; R_B = 1 \text{ Н}; N_{AC} = N_{CA} = 2.30 \text{ Н}; N_{BC} = N_{CB} = -1.15 \text{ Н}; N_{AB} = N_{BA} = 0.58 \text{ Н}$. Знаки мінус, одержані при визначенні зусиль і реакцій, говорять про те, що їх напрями будуть протилежні тим, що ми припускали спочатку.

ІІІ. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здійснити перевірку і оцінювання виконаних завдань. Підвести підсумок практичного заняття звернувши увагу на основні помилки при його виконанні.

Тема № 3. Моменти сил. Теорія пар сил.

Практичне заняття: Моменти сил. Теорія пар сил.

Навчальна мета заняття: поглибити і розширити знання здобувачів із статyki, ознайомити їх із методикою розв'язання задач.

Кількість годин - 2.

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

Навчальні питання:

1. Визначення моментів сил, реакцій в'язів аналітичним способом.

Література: 1, 2, 3, 4 (с. 23-56)

План проведення заняття:

І. Порядок проведення вступу до заняття.

Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Постановка задачі та обговорення методики її розв'язання за участю здобувачів, розв'язування задач.

Більшість задач статyki зводиться до визначення реакцій зв'язків, зокрема, до визначення реакцій опор різного виду. На практиці найчастіше зустрічаються опори трьох видів: а) шарнірно - рухома опора; б) шарнірно - нерухома; в) нерухоме жорстке затиснення. Перші дві опори ми розглянули раніше.

У випадку жорсткого затиснення виключені будь - які переміщення балки, як лінійні, так і кутові. У цьому випадку на затиснений кінець балки зі сторони опорних площин діє деяка сукупність реакцій (рис. 2, а), яка являє собою довільну плоску систему сил. Використовуючи теорему Пуансо, замінимо цю систему однією силою - реакцією \bar{R}_B , рівною головному векторові, і парою з моментом M_B , рівним головному моменту цих сил відносно точки В (рис. 2 б).

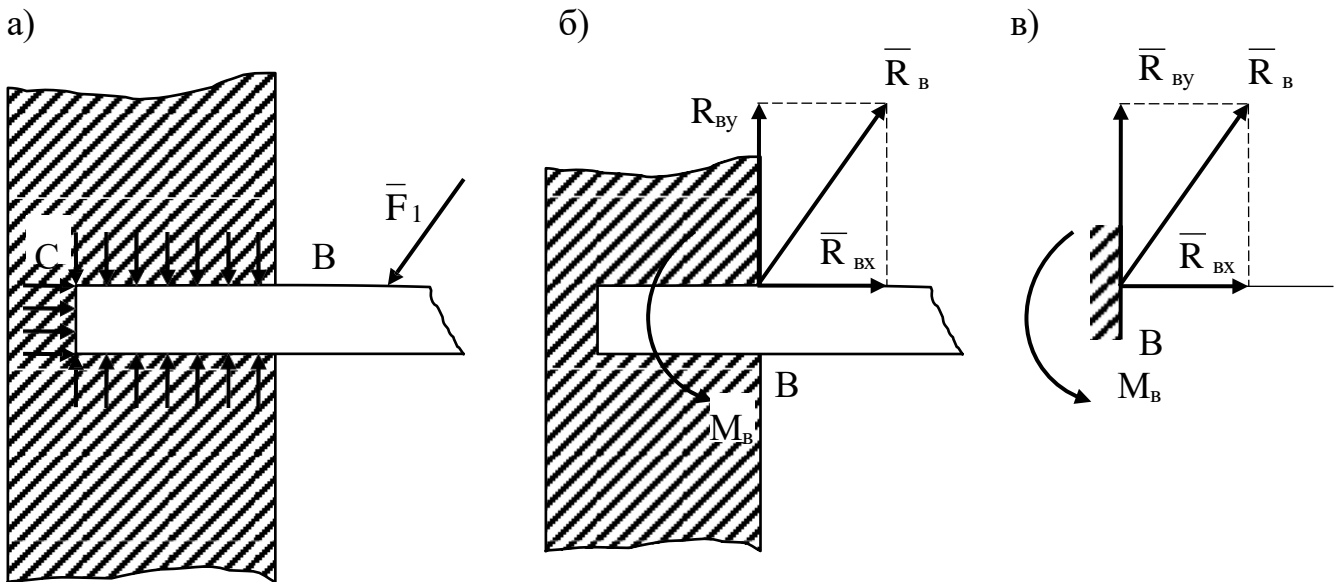


Рис. 2

Ця сукупність сили і пари являє собою реакцію затиснення. Знаходження невідомої по модулю і напрямку реакції \bar{R}_B можна замінити знаходженням її двох складових \bar{R}_{Bx} і \bar{R}_{By} . Таким чином, для знаходження реакції жорсткого затиснення необхідно визначити дві проекції сили \bar{R}_B : \bar{R}_{Bx} і \bar{R}_{By} і момент M_B (рис. 2, б). Умовне позначення жорсткого затиснення показано на рис. 2, в.

Усі аксіоми і положення статyki справедливі для зосереджених сил. На практиці ж часто приходить ся мати справу з паралельними силами, розташованими уздовж даної площини за деяким законом. Така система розподілених сил характеризується інтенсивністю q , яка дорівнює силі, що приходить ся на одиницю довжини навантаженої ділянки. Вимірюється інтенсивність у н'ютонах на метр (Н/м). При рішенні задач статyki таку систему сил необхідно попередньо замінити її рівнодіючою.

Якщо навантаження рівномірно розподілене уздовж осі конструкції (рис. 3, а), то у цьому випадку інтенсивність q є величиною сталою, і рівнодіюча \bar{F} такої системи по модулю дорівнює

$$F = ql.$$

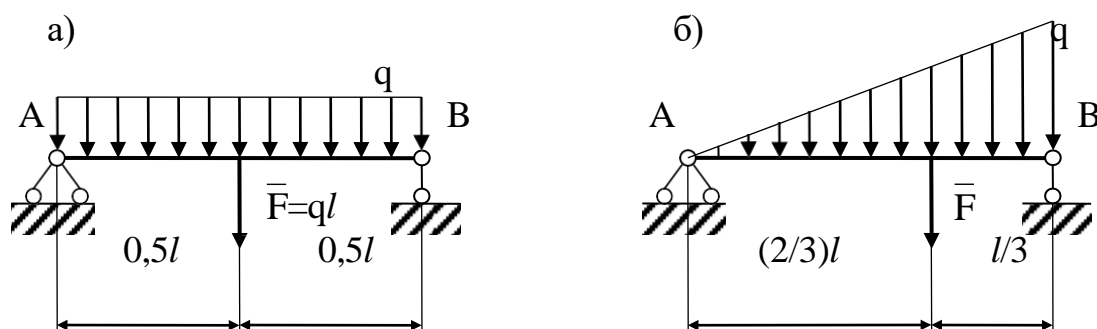


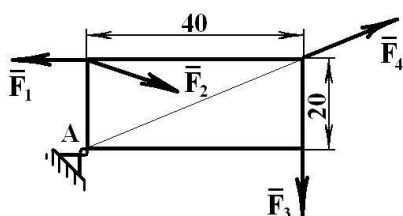
Рис. 3

Напрямок сили \bar{F} співпадає з напрямком сил, утворюючих систему, а точкою її прикладення є середина відрізка, уздовж якого діє дана система сил.

Якщо навантаження розподілене уздовж осі конструкції за лінійним законом (рис. 3, б), то для такої системи сил інтенсивність є величиною змінною, що змінюється від нуля до максимального значення q . Рівнодіюча такої системи сил дорівнює площі її інтенсивності і прикладена у центрі ваги трикутника ABC на відстані $\frac{2}{3}l$ від точки A :

$$F = \frac{1}{2} ql.$$

Завдання 1 Визначити моменти сил відносно точки A



$$F_1 = F_3 = 25 \text{ кН}, F_2 = F_4 = 25 \text{ кН},$$

сила \bar{F}_2 складає з горизонталлю гострий кут 30°

Завдання 2

Які із наведених нижче пар еквівалентні (Напрямок моменту всіх трьох пар однаковий)?

- а) сила пари 100 кН, плече 0,05 м;
- б) сила пари 20 кН, плече 2,5 м;
- в) сила пари 1000 кН, плече 0,05 м.

Завдання 3

Момент пари сил рівний 100 Нм, плече пари 0,2м. Визначити значення сил пари. Як зміниться значення сил пари, якщо плече збільшити в два рази при збереженні значення моменту?

Завдання 4

Знайти момент пари сил, еквівалентної системі трьох пар, що лежать в одній площині. Перша пара утворена силами $F_1 = F_1' = 2 \text{ кН}$, з плечем $h_1 = 1,25 \text{ м}$ і діє за годинниковою стрілкою. Друга пара утворена силами $F_2 = F_2' = 3 \text{ кН}$, з плечем $h_2 = 2 \text{ м}$ і діє проти годинникової стрілки. Третя пара утворена силами $F_3 = F_3' = 4,5 \text{ кН}$, з плечем $h_3 = 4,5 \text{ м}$ і діє за годинниковою стрілкою.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здійснити перевірку і оцінювання виконаних завдань. Підвести підсумок практичного заняття звернувши увагу на основні помилки при його виконанні.

Тема № 4. Довільна система сил (ДСС).

Практичне заняття: Довільна система сил (ДСС).

Навчальна мета заняття: поглибити і розширити знання здобувачів із статyki, ознайомити їх із методикою розв'язання задач.

Кількість годин - 2.

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

Навчальні питання:

1. Визначення моментів сил, реакцій в'язів аналітичним способом для довільної системи сил.

Література: 1, 2, 3, 4 (с. 23-56)

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів.

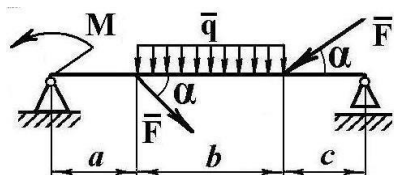
II. Порядок проведення основної частини заняття.

Постановка задачі та обговорення методики її розв'язання за участю здобувачів, розв'язування задач.

Більшість задач статyki зводиться до визначення реакцій зв'язків, зокрема, до визначення реакцій опор різного виду. На практиці найчастіше зустрічаються опори трьох видів: а) шарнірно - рухома опора; б) шарнірно - нерухома; в) нерухоме жорстке затиснення.

Завдання

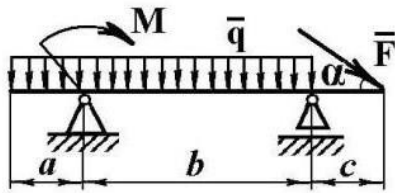
Для заданої схеми балки і заданого навантаження визначити реакції в'язів



$$F = 5 \text{ кН}; \quad M = 2 \text{ кНм}; \quad q = 1 \text{ кН/м}; \quad \alpha = 30^\circ; \\ a = 1 \text{ м}; \quad b = 2 \text{ м}; \quad c = 3 \text{ м}$$

Завдання 1

Для заданої схеми балки і заданого навантаження визначити реакції в'язів



$$F = 5 \text{ кН}; \quad M = 2 \text{ кНм}; \quad q = 1 \text{ кН/м}; \quad \alpha = 30^\circ;$$

$$a = 1 \text{ м}; \quad b = 2 \text{ м}; \quad c = 3 \text{ м}$$

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здійснити перевірку і оцінювання виконаних завдань. Підвести підсумок практичного заняття звернувши увагу на основні помилки при його виконанні.

3. Рекомендована література

Основна

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник.- К.: Техніка, 2002. – 512 с.
2. Федуліна А. І. Теоретична механіка: Навч. посіб.- К.: Вища шк., 2005. – 319 с.
3. Теоретична механіка: Збірник задач / О. С. Апостолук, В. М. Воробйов, Д.І. Ільчишин та ін.; За ред. М. А. Павловського. - К.: Техніка, 2007. – 400 с.
4. Цасюк В. В. Теоретична механіка: Підручник.- Львів: Афіша, 2003. – 402 с.
5. Головіна Н.П. Механіка гіроскопічних систем в авіації: Навчальний посібник. – Кременчук: КЛК НАУ, 2009. – 88с.
6. Гурняк Л.І., Гуцуляк Ю.В., Юзьків Т.Б. Опір матеріалів: Посібник для вивчення курсу при кредитно-модульній системі навчання. – Львів: “Новий світ – 2000”, 2006. – 364 с.
7. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів Підручник/Г.С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е.С.Уманський. За ред. Г.С. Писаренка – К.: Вища шк., 1993. – 655 с.
8. Корнілов О. А. Короткий курс опору матеріалів: Підручник.- Львів: Магнолія 2006, 2007. – 170 с.

Допоміжна

9. Токар А. М. Теоретична механіка. Кінематика. Методи і задачі: Навч. посіб.- К.: Либідь, 2001. – 339 с.
10. Токар А. М. Теоретична механіка. Динаміка. Методи і задачі: Навч. посіб.- К.: Либідь, 2006. – 314 с.