

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Будівельна механіка

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр
освітньо-професійної програми Будівництво та експлуатація будівель і споруд
спеціальності **192** Будівництво та цивільна інженерія
(**G19** Будівництво та цивільна інженерія)
галузь знань **19** Архітектура і будівництво
(**G** Інженерія, виробництво та будівництво)
денної форми навчання

УДК 62 (07)
Ш 71

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу
Бібліотекар _____ Н.М. Корець

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»
протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників
будівельного профілю, будівництва та цивільної інженерії

протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Голова випускної циклової (методичної) комісії _____ Данилік С.М.

Укладач: _____ О.Ф. Шмаль, викладач вищої категорії

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Данилік С.М., викладач вищої категорії, голова випускної
циклової (методичної) комісії педпрацівників будівельного профілю, будівництва та цивільної
інженерії.

Будівельна механіка [Текст]: Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для
здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19
Архітектура і будівництво спеціальності (G Інженерія, виробництво та будівництво) 192
Будівництво та цивільна інженерія (G19 Будівництво та цивільна інженерія) освітньо-
професійної програми Будівництво та експлуатація будівель і споруд денної форми навчання /
уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівський технічний фаховий коледж Луцького
НТУ», 2025. – 15 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Будівельна механіка» з
метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить завдання до тем, питання та
перелік рекомендованої літератури.

©Шмаль О.Ф., 2025

Зміст

1. Вступ.....	4
2. Контрольна робота №1.....	5
3. Контрольна робота №2.....	10
4. Контрольна робота №3.....	12
5. Література.....	14

Вступ

Дисципліна будівельної механіки належить до фундаментальних дисциплін. Вона базується на попередньому розгляді таких дисциплін як теоретична механіка, опір матеріалів, теорія пружності, обчислювальна техніка та програмування, практикум з обчислювальної техніки, вища математика і інших. Основна задача будівельної механіки – розробка та вдосконалення методів розрахунку споруд на міцність, жорсткість і стійкість в умовах дії постійних та тимчасових навантажень. Студент, оволодівши основами дисципліни, повинен вміти за допомогою сучасних ЕОМ визначати напружений та деформований стан систем. Будівельна механіка – теоретична дисципліна яка опирається на закони Ньютона та експерименти на моделях і натурних об'єктах. Сучасна будівельна механіка базується на новітніх моделях математики – варіаційному численні, теорії диференціальних рівнянь, диференційної геометрії. В першій половині 20 століття механіка отримала новий потужний спосіб дослідження - швидкодіючі ЕОМ, сучасні числові методи (метод скінченних елементів, метод граничних елементів), з'явилися числові експерименти, які на теперішній час є основним засобом розв'язання реальних нелінійних задач.

Під час засвоєння курсу «Будівельна механіка» найбільш ефективним методом є самостійне виконання студентами вправ та контрольних завдань.

Методичні вказівки призначені для самостійної роботи студентів за такими розділами:

- Дослідження геометричної незмінності плоских стержневих систем.
- Багатопрольотні статично визначені (шарнірні) балки.
- Статично визначені плоскі рами.
- Тришарнірні арки.
- Статично визначені плоскі ферми.
- Основи розрахунку статично невизначених систем методом сил.
- Нерозрізні балки.
- Підпірні стіни.

Вони містять теоретичні положення та завдання до контрольної роботи і вказівки до її виконання.

Кожна контрольна робота складається з умови задачі і 10 різних варіантів до неї.

Вказівки до виконання та оформлення контрольної роботи

1. Організаційна частина.

Час на видачу завдання – 5 хв.

2. Виконання завдань.

Час виконання контрольної роботи – 60 хв.

3. Контрольна робота виконується ампулами синього кольору у зошитах для контрольних робіт, в яких наведені поля.
4. Контрольна робота виконується за схемою: завдання – відповіді.
5. Пояснюючі рисунки виконуються за допомогою олівця і лінійки.
6. виправлення, скорочення слів, вставлення, закреслення та використання аббревіатур під час виконання роботи не допускаються.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1

Включає:

Тема 1. Дослідження геометричної незмінності плоских стержневих систем.

Тема 2. Багатопрольотні статично визначені (шарнірні) балки.

Під час підготовки до контрольної роботи з даного розділу студент може використати такі літературні джерела:

- конспект лекцій «Будівельна механіка»;
- власний конспект.

ЗАДАЧА № 1

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ СХЕМ СПОРУД

Для схем споруд (рис.1, 2, 3) потрібно:

1. Вказати, чи є задана схема рухомою, нерухомою, змінною, миттєво змінною, з зайвими в'язями чи без зайвих в'язей.
2. Вказати, чи є дана схема балочною розпірною, безрозпірною системою, фермою, рамою чи комбінованою системою.
3. Дати приклад порядку (хід міркувань або обґрунтування) відповідей на питання 1 і 2.

Якщо система змінна, рухома або миттєво змінна, то слід вказати степінь рухомості і можливе нове положення частин системи.

Для схем з зайвими в'язями необхідно вказати їх число.

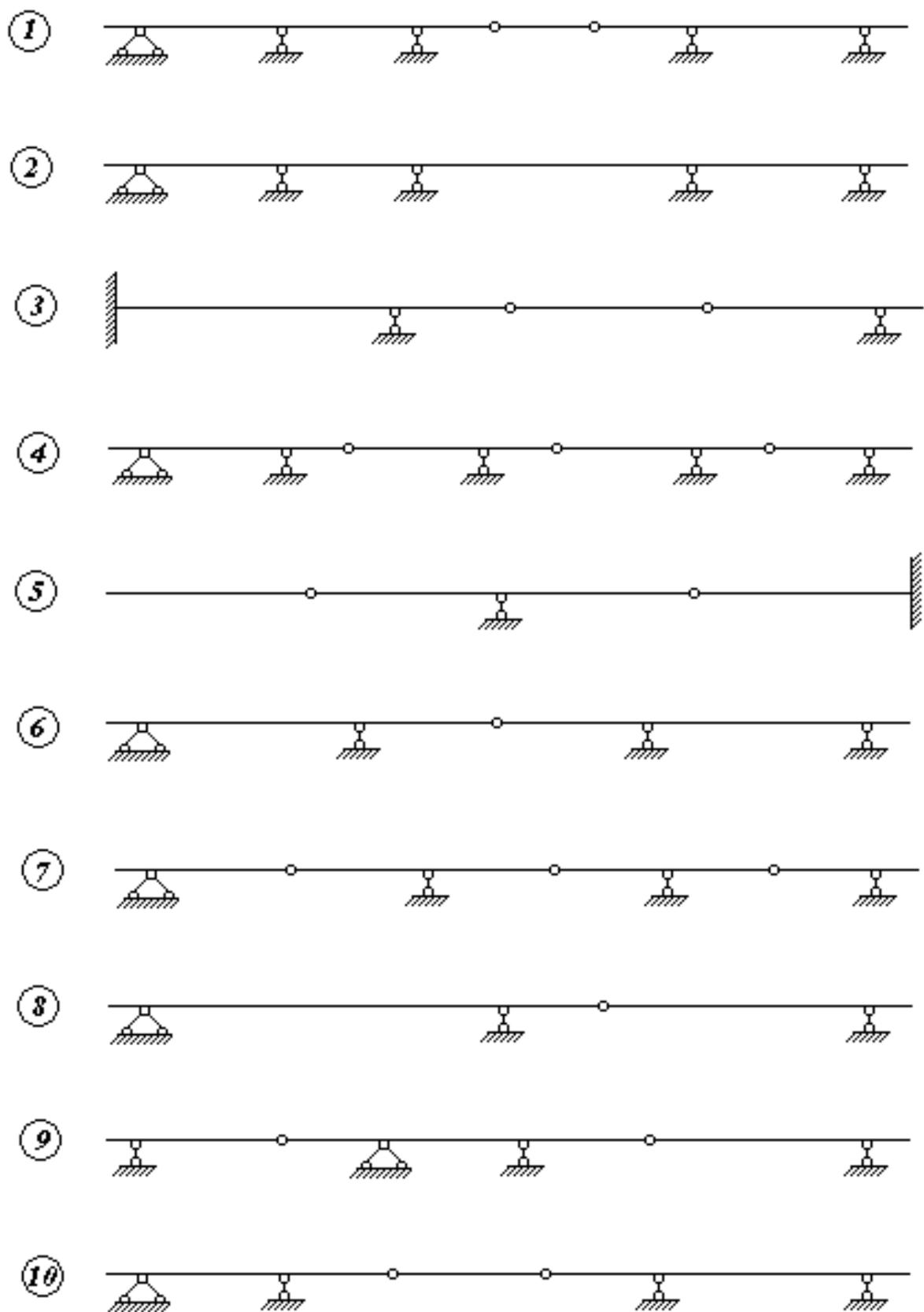
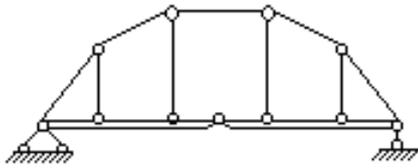
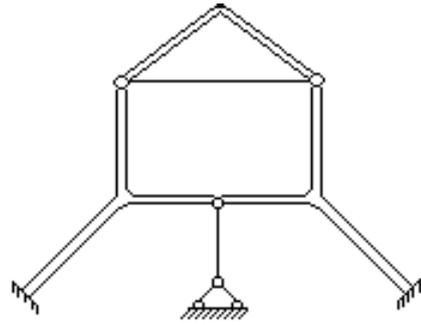


Рисунок 1

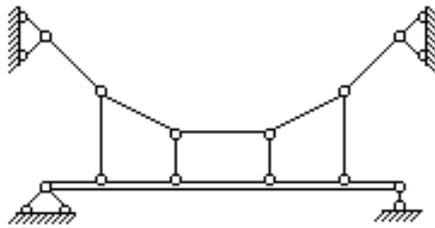
1



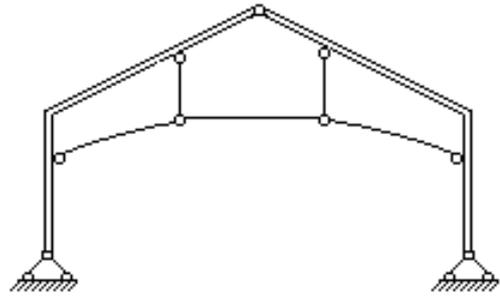
6



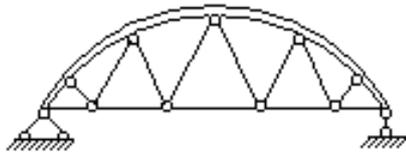
2



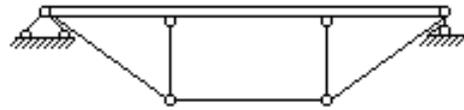
7



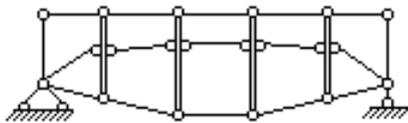
3



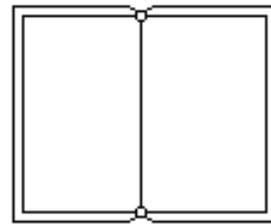
8



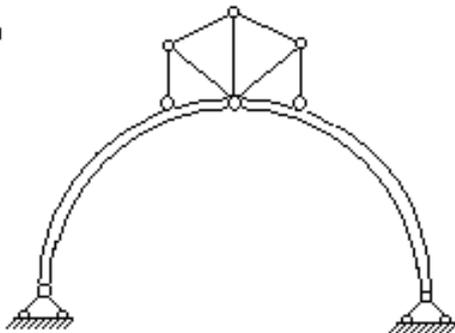
4



9



5



10

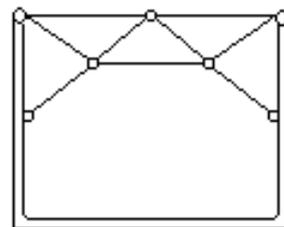


Рисунок 2

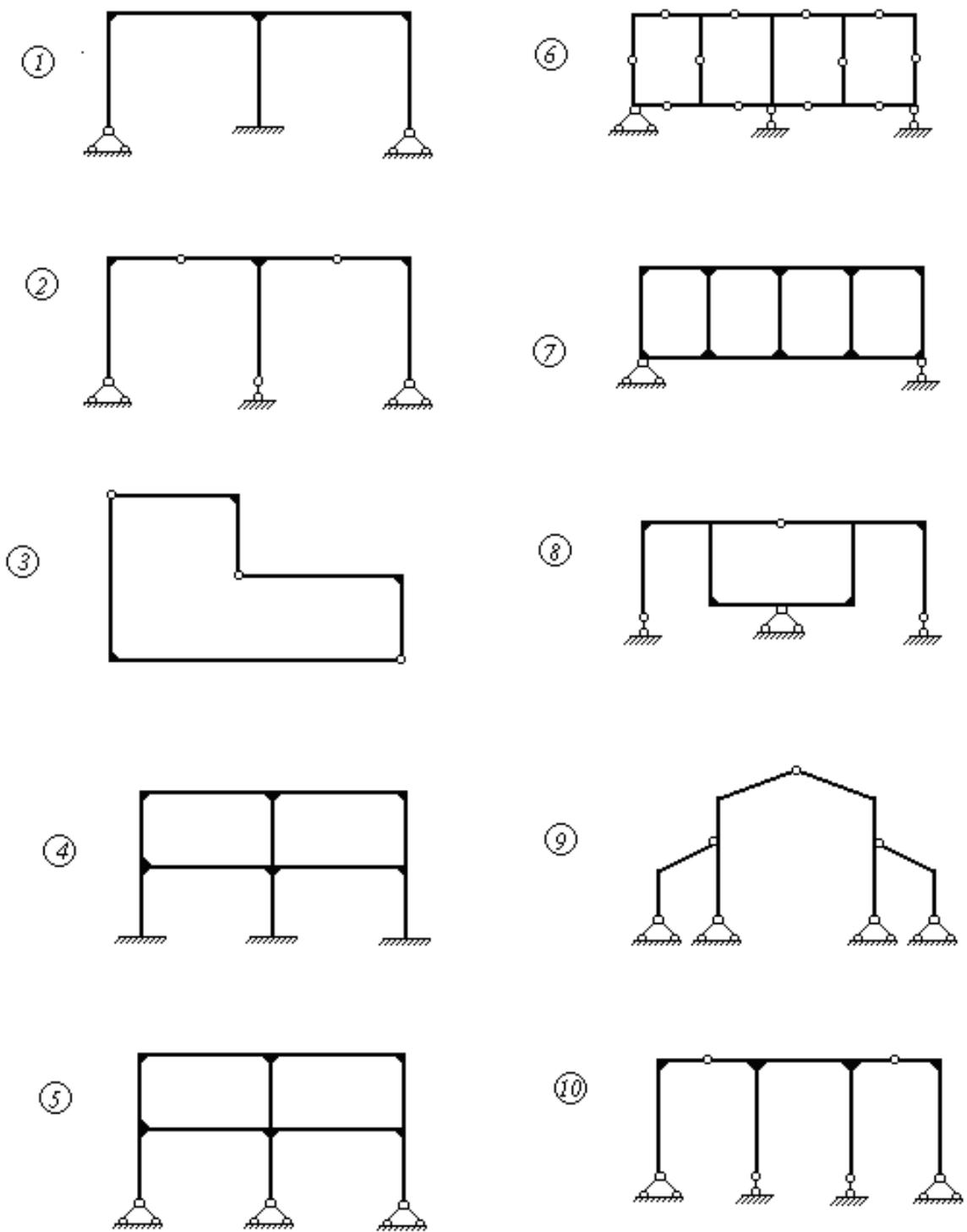


Рисунок 3

Вихідні дані взяти з таблиці 1.

Таблиця 1

Номер рядка	Номери схем		
	Рис. 1	Рис. 2	Рис.3
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЗАДАЧІ № 1

Степінем свободи або нерухомості W називається число незалежних геометричних параметрів, що визначають положення всіх складових системи тіл. Тобто, рухомість можна визначити як число різних рухів системи.

Диск обмежених розмірів (незмінна плоска фігура, складові якої не можуть рухатися відносно одна одної) має на площині два степеня свободи; диск досить великих розмірів у порівнянні із спорудою (Земля) має рухомість рівну нулю.

Будь-який пристрій, що видаляє один степінь свободи, накладає на систему одну геометричну в'язь. Прикладом може служити стержень із шарнірами на кінцях, що з'єднують два тіла. Можуть бути більш складні випадки, коли пристрій видаляє декілька степенів свободи. Наприклад, простий шарнір, що з'єднує два диски, накладає на систему дві геометричні в'язі, що виключають рух двома осями координат; один подвійний шарнір, що з'єднує три диски, накладає на систему чотири в'язі і т.д.

Прикладом ізольованої точки може бути вузол (шарнір) плоскої ферми; тоді кожний стержень, що підходить до вузла, слід вважати однією в'яззю, що накладається на цю точку.

Системи, в яких рухомість дорівнює нулю ($W=0$), називаються системами з повним числом в'язей (без зайвих в'язей). Якщо рухомість від'ємна ($W<0$), то система має зайве число в'язей і називається системою з зайвими в'язями. Якщо рухомість додатня ($W>0$), то система рухома; при $W = +1$ система є механізмом.

Однак, аналіз структури системи цим не вичерпується. Значення W лише формальне свідчення про кількість в'язей у системі. Потрібно ще в'яснити правильність розташування в'язей у системі. Може статися так, що в одній частині

системи є надлишок в'язей, а в іншій її частині їх нестатись. Може, нарешті, статися так, що за повної і навіть за надлишкової кількості в'язей система залишається рухомою, якщо деякі із в'язей взаємозалежні. В подібних випадках для більш глибокого аналізу структури потрібно послідовно, крок за кроком простежити спосіб утворення системи.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

Включає:

Тема 1. Статично визначені плоскі рами.

Тема 2. Тришарнірні арки.

Тема 3. Статично визначені плоскі ферми.

Під час підготовки до контрольної роботи з даного розділу студент може використати такі літературні джерела:

-конспект лекцій «Будівельна механіка»;

-власний конспект.

ЗАДАЧА № 2

РОЗРАХУНОК ТРИШАРНІРНОЇ АРКИ

Для параболічної арки (рис. 4) потрібно:

1. Побудувати лінії впливу згинаючого моменту, поперечного і поздовжнього зусиль в перерізі “К”.
2. Керуючись лінією впливу згинаючого моменту, прикласти на арку рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю q найбільш небезпечним чином і визначити M_{\max} і M_{\min} .
3. Визначити аналітично реакції при одному із завантажень по п. 2.
4. Визначити згинаючий момент, поперечне і поздовжнє зусилля під час навантаження згідно з п. 3 і порівняти їх значення із визначеними по лініях впливу.

Таблиця 2

Номер рядка	d , м	f/l	X_k/d	q , Н/м
1	2,0	0,20	2,0	7
2	2,2	0,30	2,5	7,5
3	2,4	0,40	3,0	8,0
4	2,6	0,50	3,5	8,5
5	2,8	0,60	4,0	9,0

6	3,0	0,20	8,0	10
7	3,2	0,30	8,5	11
8	3,4	0,40	9,0	11,5
9	3,6	0,50	9,5	12,0
10	3,8	0,60	10,0	12,5
	a	b	г	e

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЗАДАЧІ № 2

Рівняння осі арки в осях “x-y” з початком координат у лівій п’яті арки має вигляд:

$$y = \frac{4f}{l^2} x(l-x).$$

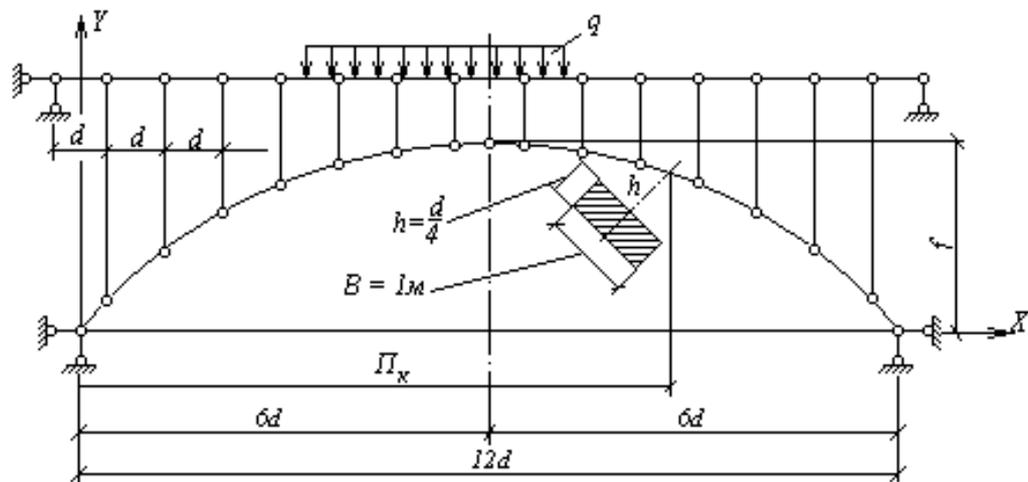


Рисунок 4

1. Під час виконання завдання слід побудувати вісь арки в масштабі згідно з заданим її рівнянням, визначивши ординати y_k при значеннях $x_k = kd$ ($k=0, 1, \dots, 12$).

2. Під час виконання п. 2 завдання слід звернути увагу на те, що лінія впливу M_k , зазвичай, розпадається по довжині прольоту на дві ділянки: з додатними і від’ємними ординатами.

3. Розташувавши навантаження q по всій довжині додатньої ділянки, отримаємо M_{\max}^k , як добуток інтенсивності навантаження q на площу додатньої ділянки лінії впливу, розташувавши навантаження q над від’ємною ділянкою лінії впливу M_k , отримаємо M_{\min}^k .

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №3

Включає:

Тема 1. Основи розрахунку статично невизначених систем методом сил.

Тема 2. Нерозрізні балки.

Тема 3. Підпирні стіни.

Під час підготовки до контрольної роботи з даного розділу студент може використати такі літературні джерела:

-конспект лекцій «Будівельна механіка»;

-власний конспект.

ЗАДАЧА № 3

РОЗРАХУНОК РАМИ НА СТІЙКІСТЬ

Для симетричної замкнутої рами, що завантажена у вузлах двома однаковими вертикальними силами F (рис. 5):

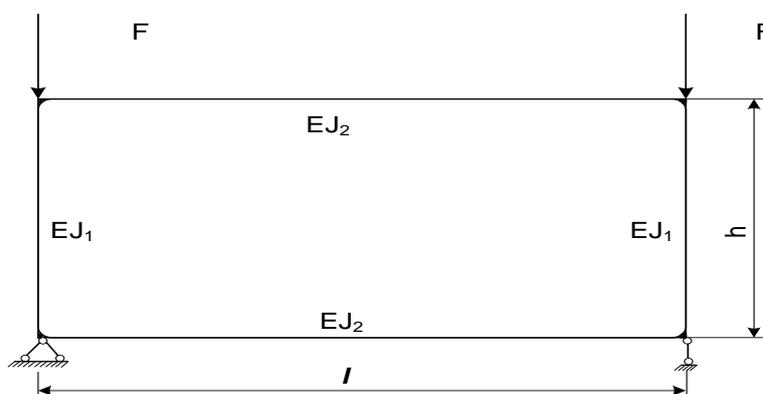


Рисунок 5

1. Показати можливі форми втрати стійкості і відмітити найбільш небезпечні.

2. Скласти характеристичне рівняння, що визначає критичне навантаження.

3. Визначити величину критичного навантаження.

Дані взяти із табл. 3.

Таблиця 3

Номер рядка	l , м	h , м	EJ_1 , кНм ²	EJ_2 , кНм ²
1	2,2	1,0	20	100
2	2,4	1,2	40	110
3	2,6	1,3	50	120

4	2,8	1,4	60	130
5	3,0	1,5	70	140
6	3,2	1,6	80	150
7	3,4	1,7	100	160
8	3,6	1,8	120	170
9	3,8	1,9	140	180
10	4,0	2,0	160	190
	а	б	д	е

Рекомендована література:

1. Рабинович И.М. Основы строительной механики стержневых систем.—М.: Госстройиздат, 1960.—519 с.
2. Дарков А.В., Кузнецов В.И. Строительная механика.—М.: Высшая школа, 1962.—743 с.
3. Строительная механика / Под. ред. Даркова А.В.—М.: Высшая школа. 1976.— 600 с.
4. Строительная механика / Под ред. Бутенко Ю.И.—К.: Вища школа.
5. Строительная механика. Руководство к практическим занятиям/ Под ред. Бутенко Ю.И.—К.: Вища школа, 1984.—325 с.
6. Строительная механика стержневых систем и оболочек/ Под ред. Бутенко Ю.И.—К., Вища школа, 1980.—488 с.

Будівельна механіка [Текст]: Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності (G Інженерія, виробництво та будівництво) 192 Будівництво та цивільна інженерія (G19 Будівництво та цивільна інженерія) освітньо-професійної програми Будівництво та експлуатація будівель і споруд денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівський технічний фаховий коледж Луцького НТУ», 2025. – 15 с.

Комп'ютерний набір і верстка :
Редактор:

О.Ф. Шмаль
О.Ф. Шмаль

Підп. до друку _____ 2025 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.