

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

В.Д. КРІПАК
В.М. КОЛЯКОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з освітньої компоненти
«Кам'яні та армокам'яні конструкції»

Київ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

В.Д. КРІПАК
В.М. КОЛЯКОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з освітньої компоненти
«Кам'яні та армокам'яні конструкції»

*для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
що навчаються по спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво»*

Київ 2024

УДК 624.012:454

Укладачі: В.Д. Кріпак, канд. техн. наук, професор;

В.М. Колякова, канд. техн. наук, доцент

Рецензент М.І. Доброхлоп, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск О.Д. Журавський, завідувач кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій, д.т.н., професор.

Затверджено на засіданні кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій, протокол № 14 від 29 лютого 2024 року.

В авторській редакції.

К32 Методичні вказівки до самостійної роботи з освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції» / уклад.

Кріпак В.Д., Колякова В.М.- Київ: Видавництво Ліра-К, 2024. 38 с.

ISBN 978-617-520-752-9

Методичні вказівки містять рекомендації щодо самостійної роботи з освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції».

Призначено для здобувачів, що навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво».

©В.Д.Кріпак, 2024

©В.М.Колякова, 2024

© КНУБА, 2024

© Видавництво Ліра-К

ISBN 978-617-520-752-9

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Мета і завдання освітньої компоненти.....	8
2. Основні теми освітньої компоненти.....	9
2.1. Матеріали для кам'яних та армокам'яних конструкцій.....	9
2.1.1. Камені і вироби для кладки.	9
2.1.2. Розчини для кам'яної кладки.....	9
2.1.3. Бетон і арматура для кам'яної кладки	10
2.1.4. Види кладок.	10
2.2. Фізико-механічні властивості кам'яної кладки.	11
2.2.1. Напружений стан каменів і розчину при центральному стиску.	11
2.2.2. Міцність кладки при різних силових впливах.	12
2.2.3. Початковий модуль деформацій і пружна характеристика кладки.....	12
2.3. Розрахунки кам'яної кладки за методом граничних станів.	13
2.3.1. Загальні положення.....	13
2.3.2. Стадії роботи кладки.....	14
2.3.3. Центрально і позацентрово стиснуті елементи.....	14
2.3.4. Місцевий стиск (зминання) кладки.....	16
2.3.5. Вигин, центральний розтяг, зріз.....	18
2.4. Армокам'яні конструкції.	19
2.4.1. Види армокам'яних конструкцій.	19
2.4.2. Розрахункова міцність кладки з сітчастим армуванням.	20
2.4.3. Розрахунок міцності кладки з поздовжнім армуванням.	21
2.4.4. Комплексні елементи.	22
2.5. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій за 2 групою граничних станів.	22
2.6. Розрахунки будівель і частин цегляних будівель.	23
2.6.1. Загальні вказівки.	23

2.6.2. Будівлі з жорсткою конструктивною схемою.....	24
2.6.3. Будівлі з пружною конструктивною схемою.	24
2.6.4. Стіни підвалів.	25
2.6.5. Мінімальна товщина стін і колон.....	26
2.6.6. Анкерування стін і простінків в перекриттях	26
2.6.7. Перемички, висячі стіни.	26
3. Рекомендації до самостійної роботи	27
3.1. Теми для самостійної роботи	27
3.2. Запитання для самоконтролю.....	28
ЛІТЕРАТУРА	31
ДОДАТКИ	32
Додаток 1	33

Вступ

Першим будівельним матеріалом були каміння (V-VI тис років до н.е.). Кам'яні та армокам'яні конструкції використовують у різних галузях будівництва, включаючи житлове, сільсько-господарське, комерційне та інфраструктурне будівництво. Такі конструкції можуть бути використані для спорудження стін, фундаментів, арок, куполів та інших архітектурних елементів залежно від конкретних вимог.

Методичні вказівки розроблені для допомоги здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти що навчаються за спеціальністю: 192–Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво» КНУБА, при вивченні освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції», всіх форм навчання, яка викладається на кафедрі Залізобетонних та кам'яних конструкцій.

Метою видання методичних вказівок до організації самостійної роботи з освітньої компоненти "Кам'яні та армокам'яні конструкції" є надання здобувачам методичної допомоги в організації системної самостійної роботи з опануванням освітньої компоненти, з врахуванням дистанційної форми навчання.

Завданням методичних вказівок є допомога у самостійному опануванні програми освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції», акцентуючи увагу на ключових питаннях розрахунку та конструювання, спрямування на підготовку сучасних фахівців у галузі будівництва з опануванням компетентностей з розрахунку та конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій.

Самостійна робота студентів є невід'ємною складовою освітнього процесу, спрямованою на успішне засвоєння необхідних знань, вмінь та навичок для майбутньої професійної діяльності у будівельній галузі, передбачає виконання різноманітних завдань, таких як вивчення теоретичного матеріалу, підготовка до практичних занять, виконання індивідуальних завдань (РГР, курсова робота), підготовку до тестового контролю та заліків.

Здобувачі можуть виконувати науково-дослідні роботи та брати участь у конкурсах. Важливо також активно взаємодіяти з викладачем, питання, що виникають, можуть бути обговорені на консультаціях.

Застосування різних форм самостійної роботи, таких як вивчення літератури, виконання індивідуальних завдань, допомагає здобувачам краще засвоювати навчальний матеріал та розвивати практичні навички у галузі кам'яних та армокам'яних конструкцій.

Отже, правильно організована самостійна робота здобувача є ключовим чинником успішного навчання та подальшого професійного розвитку у галузі будівництва.

По завершенню курсу «Кам'яні та армокам'яні конструкції» здобувач отримує знання про сучасні матеріали та конструктивні елементи кам'яних конструкцій, а також теоретичні основи їх розрахунку та проектування. Здобувач повинен вміти працювати самостійно з нормативною та довідковою літературою документами, що стосуються проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій. Крім того, збирати навантаження на несучі конструкції кам'яних будівель і споруд, визначати внутрішні зусилля в розрахункових перерізах елементів таких конструкцій, виконувати підбір розмірів поперечних перерізів з урахуванням несучої здатності та нормальних умов експлуатації, а також проводити оцінку несучої здатності елементів за граничними станами.

Освітня компонента «Кам'яні та армокам'яні конструкції» включає лекційні, практичні заняття та самостійну роботу. Під час лекційних занять здобувач отримує нову інформацію, фіксує її у конспекті, а потім опрацьовує.

Практичні заняття включають в себе закріплення теоретичного матеріалу, виконання РГР або курсової роботи, вирішення задач та участь у дискусіях.

Методичні вказівки призначені для здобувачів всіх форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти що навчаються за спеціальністю: 192–Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво» та повністю відповідають робочій програмі освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції».

1. Мета і завдання освітньої компоненти

Мета освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції» полягає у забезпеченні здобувачів не лише теоретичними, але й практичними знаннями та навичками з розрахунку та проектування кам'яних і армокам'яних несучих конструкцій будівель і споруд, здатність до самостійної та кваліфікованої роботи з нормативною та довідниковою літературою.

Відповідно до [1], здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, при вивченні освітньої компоненти «Кам'яні та армокам'яні конструкції» повинен досягти наступних програмних результатів навчання:

- застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії;
- брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва;
- презентувати результати власної роботи та аргументувати свою позицію з професійних питань, фахівцям і нефахівцям, вільно спілкуючись державною та іноземною мовою;
- використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції;
- виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;
- раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення;
- проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці;

- мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації);
- розраховувати і конструювати залізобетонні, металеві, кам'яні та дерев'яні конструкції промислових і цивільних будівель та споруд, їх вузли і з'єднання, відповідно до чинних державних будівельних норм та стандартів, із використанням сучасного спеціалізованого програмного забезпечення.

2. Основні теми освітньої компоненти

2.1. Матеріали для кам'яних та армокам'яних конструкцій.

2.1.1. Камені і вироби для кладки.

Для кам'яних конструкцій використовують дрібноштучні камені і цеглу, великі блоки і панелі. Кам'яні матеріали, що використовуються для кладки, повинні володіти необхідною міцністю, морозостійкістю і водонепроникністю. За походженням камені бувають природними і штучними.

За структурою розрізняють: повнотілу цеглу і повнотілі природні камені; пустотілу цеглу та штучні камені з порожнинами різної форми (круглими і щілиноподібними).

Типи і характеристики каменів і цегли, які рекомендуються для проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій, вимоги до них викладені в розділах 8.1 [2, стор. 14] і розділах 5, 6 [3, стор. 13-16].

2.1.2. Розчини для кам'яної кладки.

Розчини для кам'яної кладки – це правильно підібрана суміш в'язучого, дрібного заповнювача, води і спеціальних добавок (можуть бути відсутні).

Розчини в кладці призначені для: – зв'язування окремих каменів між собою і створення монолітної кам'яної конструкції. Для передачі зусиль з одного каменя на інший розчини рівномірно розподіляють по шару каменів для заповнення швів між ними. Надійне заповнення швів

захищає кладку від проникнення вологи і продування, підвищує її морозостійкість.

За видом в'язучого розчини бувають: цементними, вапняними, гіпсовими і змішаними.

Згідно з нормативними документами [2] і [3] будівельні розчини класифікують за їх міцністю на стиск, що виражається літерою М, яка стоїть перед величиною міцності на стиск, вираженої в Н/мм², наприклад, М5. Розчини за рецептурним складом додатково до класу міцності М описуються об'ємним змістом своїх компонентів, наприклад: 1:1:5 цемент : вапно : пісок.

Детальніше про будівельні розчини викладено в розділі 8.2 [2] і розділі 6.18 [3].

2.1.3. Бетон і арматура для кам'яної кладки

В комплексних кам'яних конструкціях рекомендується використовувати, відповідно до розділу 8.3 [2, стор.17], бетон з класами міцності С12/15...С25/30 згідно з визначень у ДСТУ Б В 2.6-156:2010 [2].

Для армування кам'яних конструкцій, згідно з розділами 8.3 [2, стор.17] і 6.17 [3, стор.17], застосовують сталеву арматуру, що відповідає вимогам ДСТУ 3760-2019 [4] для сітчастого армування – арматуру класів А240С і Вр–І; для поздовжньої і поперечної арматури, анкерів та в'язів – арматуру класів А240С, А400С, А500С, В500 і Вр–І.

2.1.4. Види кладок.

Кладка повинна бути міцною, стійкою, щільною і мати низьку теплопровідність. Щільність кладки надає конструкції вогнестійкість і стійкість до атмосферних впливів. Міцність і стійкість кладки залежать від міцності каменю, розчину, товщини горизонтальних швів, розташування каменю в кладці.

При зведенні будівель з кам'яних конструкцій використовуються в основному суцільна кладка з цегли і каменів і різні типи полегшеної кладки. У полегшеній кладці частина основного несучого матеріалу

замінюється повітряним прошарком, теплоізоляційними плитами, каменями з легких і ніздрюватих бетонів, мінеральними засипки і.т.п.

Рекомендовані типи кладки з цегли та блоків, суцільної і різних типів полегшеної, та вимоги до них наведені в розділі 11.8 [3, стор. 117].

2.2. Фізико-механічні властивості кам'яної кладки.

2.2.1. Напружений стан каменів і розчину при центральному стиску.

При стиску кам'яної кладки осьові деформації в напрямку дії сили завжди супроводжуються деформаціями поперечного розширення. Більш жорсткі матеріали – камені стримують поперечні деформації менш жорстких матеріалів – розчинів. Поперечне розширення цегли при стиску в 10 разів менше, ніж поперечне розширення розчину (рис. 1, а). В результаті більш жорсткі матеріали (камені) розтягуються, а менш жорсткі (розчини) стискаються (рис. 1, б). Це являється однією з причин руйнування кладки

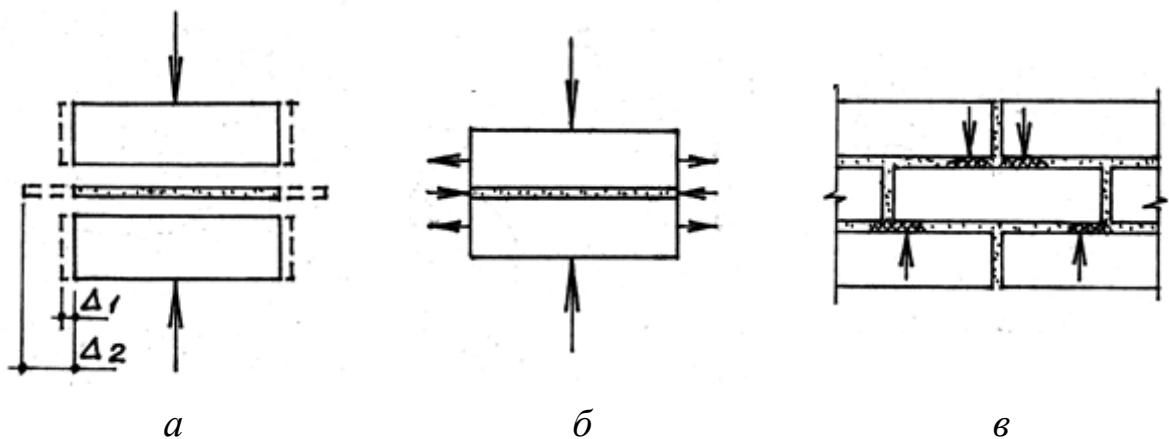


Рис.1. Напруження та деформації у цеглі при стиску

Крім того навіть при рівномірному розподілі навантаження по всьому поперечному перерізу стисненого елемента, як показали експерименти, камінь і розчин в кладці знаходяться в складному напруженому стані. Вони одночасно піддаються позацентровому і місцевому стиску, згинанню, зсуву і розтягу (рис. 1, в). Це пов'язано з тим, що щільність і жорсткість розчину по довжині і ширині шва, в силу різних факторів, неоднорідні.

2.2.2. Міцність кладки при різних силових впливах.

Нормативні документи в розділі 8.6 [2, стор. 18] і розділі 7 [3, стор. 19] регламентують характеристичні опори кам'яної кладки при стиску, зсуві, осьовому розтягу і розтягу при вигині. Для цих характеристик розрізняють випадки опору при вигині неперев'язаних (горизонтальних швів) і перев'язаних перетинів. Ці характеристики наведені в таблицях 9 і 10 додатку Р ДБН В.2.6-162:2010 [2, стор. 93, 94].

На міцність кладки при стиску впливають такі чинники: міцність каменю; розміри каменю; правильність форми каменю; наявність порожнин у пустотілих каменях; міцність розчину; легкоукладальність (рухливість) розчину; пружно-пластичні властивості (деформативність) затверділого розчину; якість кладки; перев'язка кладки; зчеплення розчину з каменем, ступінь заповнення розчином вертикальних швів кладки.

Міцність каменю і розчину, розміри і форма каменю мають вирішальне значення для міцності кладки.

2.2.3. Початковий модуль деформацій і пружна характеристика кладки.

Пружні характеристики кладки з сітчастим і поздовжнім армуванням приймають згідно з додатком Р ДБН В.2.6-162:2010 [3, стор. 89].

Відповідно до [3, п. 7.5.7, стор. 25], залежність між напруженнями та деформаціями криволінійна, модуль деформацій не є постійною величиною (рис.2).

Існує:

E_0 - початковий модуль деформацій (модуль пружності) кладки, при малих напруженнях ($\sigma < 0,3f_u$).

Для визначення величини E_0 використовують формулу:

$$E_0 = \alpha f_u;$$

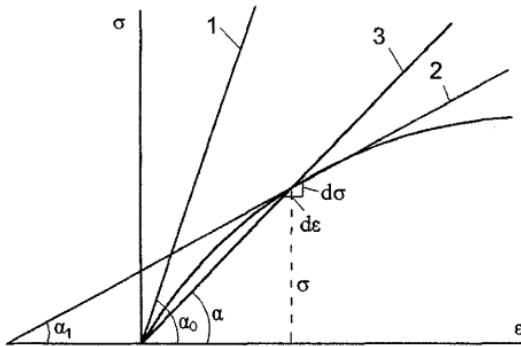
- дотичний модуль деформацій:

$$E_{tan} = \frac{d\sigma}{d\varepsilon};$$

- середній (січний) модуль деформації:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon};$$

Рис.2. Модуль деформацій [3].



1 – початковий модуль деформацій (модуль пружності) $E_0 = tg\alpha_0$;

2 – дотичний модуль деформацій

$$E_{tan} = tg\alpha_1 = \frac{d\sigma}{d\varepsilon};$$

3 – середній (січний) модуль деформацій $E = tg\alpha = \sigma/\varepsilon$.

2.3. Розрахунки кам'яної кладки за методом граничних станів.

2.3.1. Загальні положення.

Кам'яні конструкції розраховують за двома групами граничних станів. Граничний стан – це стан, при якому конструкція вже втрачає здатність чинити опір зовнішнім навантаженням і впливам, або отримує неприпустимі деформації або локальні пошкодження.

При розрахунках за першою групою граничних станів кам'яні конструкції повинні відповідати вимогам міцності, стійкості і витривалості.

Розрахунки за другою групою виконується для конструкцій де не допускають тріщини або необхідно обмежити їх розкриття (позацентровано стиснуті елементи з великими ексцентриситетами), обмежують деформації, зумовлені умовами спільної експлуатації суміжних конструкцій (стінові заповнення рам).

При проектуванні та розрахунку кам'яних конструкцій необхідно забезпечити, щоб розрахункове зусилля, визначене комбінацією величини розрахункових навантажень M , Q , N , було менше граничної несучої здатності елемента: $M_{Ed}(N_{Ed}, Q_{Ed}) \leq M_{Red}(N_{Red}, Q_{Red})$.

Метою розрахунку конструкції є підбір поперечних перерізів елементів або перевірка несучої здатності існуючих перерізів.

2.3.2. Стадії роботи кладки.

На підставі численних експериментальних досліджень виділяють чотири характерні стадії роботи кладки при стиску в залежності від величини діючих напружень. Перший етап відповідає нормальній експлуатації кладки, коли сили, що виникають в кладці під навантаженням, не викликають видимих пошкоджень. Перехід кладки на другий етап робіт характеризується появою дрібних тріщин в окремих цеглинах. На цьому етапі кладка ще несе навантаження (її величина становить 60-80% від руйнівної), і подальший розвиток тріщин при постійному навантаженні не спостерігається. При збільшенні навантаження після появи перших тріщин кладка переходить в третю стадію. Відбувається як розвиток існуючих тріщин, так і виникнення і розвиток нових тріщин, які з'єднуються між собою, перетинаючи значну частину кладки у вертикальному напрямку і поступово розширюючи її на окремі гілки, кожна з яких знаходиться в умовах позацентрового навантаження.

При тривалому впливі цього навантаження, навіть не збільшуючи його, буде поступово відбуватися розвиток тріщин, які будуть розширювати кладку на тонкі гнучкі стовпчики, і третя стадія перейде в четверту – стадію руйнування внаслідок втрати стійкості розширеної кладки.

2.3.3. Центральні і позацентрові стиснуті елементи.

Умова забезпечення міцності стиснутих елементів кам'яної кладки записується як:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd},$$

де N_{Ed} - діюче зусилля в перерізі;

N_{Rd} - несуча здатність перерізу;

Тут слід зазначити, що нормативні документи [2] і [3] несучу здатність перерізів стиснутих елементів рекомендують визначати за формулами, які дещо відрізняються між собою.

Згідно з ДБН В.2.6-162 [2, п.11, стор. 41] розрахункова несуча здатність кладки представляється наступною формулою

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d \cdot b$$

де

Φ – коефіцієнт зменшення несучої здатності N_{Rd} стіни, у відповідних випадках Φ_i зверху або знизу стіни, або Φ_m всередині стіни, в залежності від гнучкості та ексцентриситету;

t – товщина стіни;

b – товщина простінка, або 1 погонний метр стіни.

Коефіцієнт зменшення несучої здатності Φ розраховують так: зверху або знизу стіни $\Phi_i = 1 - 2 \cdot e_i / t$,

Згідно з ДСТУ Б В.2.6-207:2015 [3, п. 8.1.3.1, стор 28] несучу здатність кладки розраховують при центральному стиску як:

$$\gamma_n N \leq m_g \varphi f_d A,$$

де

N - розрахункова поздовжня сила;

f_d - розрахунковий опір кладки;

φ - коефіцієнт поздовжнього вигину приймають за даними табл. 8.1 [2, стор.29] в залежності від гнучкості λ_h або λ_i і α .

$$\lambda_h = l_0 / h,$$

$$\lambda_i = l_0 / i$$

α - приймають згідно з додатком П, табл. 15 [2] в залежності від виду каменів і міцності розчину, $\alpha = 200 - 1500$.

$$m_g = 1 - \eta \cdot N_d / N (1 + 1,2e_0 / h_c)$$

де

N_d і N - відповідно тривале і повне поздовжнє зусилля.

Якщо $h \geq 30$ см або $i \geq 8,7$ то $m_g = 1,0$.

При позацентровому стиску [2, п.8.1.3.4, стор. 30] міцність кладки визначають як:

$$\gamma_M N \leq m_g \cdot \varphi_1 \cdot f_d \cdot A_c \cdot \omega$$

$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h_c}\right)$ - площа стиснутої частини перерізу;

m_g – коефіцієнт, який враховує вплив тривалого навантаження;

f_d - розрахунковий опір кладки;

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2};$$

e_0 - ексцентриситет сили N_{Ed} відносно центра ваги перерізу;

φ та φ_c – коефіцієнти поздовжнього вигину для всього перерізу та стиснутої зони перерізу.

φ_c -визначають по λ_{hc} а φ по λ_h .

$$\omega = 1 + e_0 / h_c \leq 1,45.$$

h_c - висота стиснутої зони перерізу,

$$h_c = h - 2 e_0.$$

Розрахункову довжину елемента приймають в залежності від умов його обпирання.

2.3.4. Місцевий стиск (зминання) кладки.

Місцевий стиск (зминання) кладки відбувається тоді, коли стискуючі навантаження передаються не по всій площі перерізу, а тільки по її частині (рис. 3).

Міцність завантаженої частини кладки при місцевому компресії, як показали експериментальні дослідження, вище, ніж міцність кладки при рівномірному стиску і вона тим вища, чим менша площа зминання A_c в порівнянні з розрахунковою площею перерізу A .

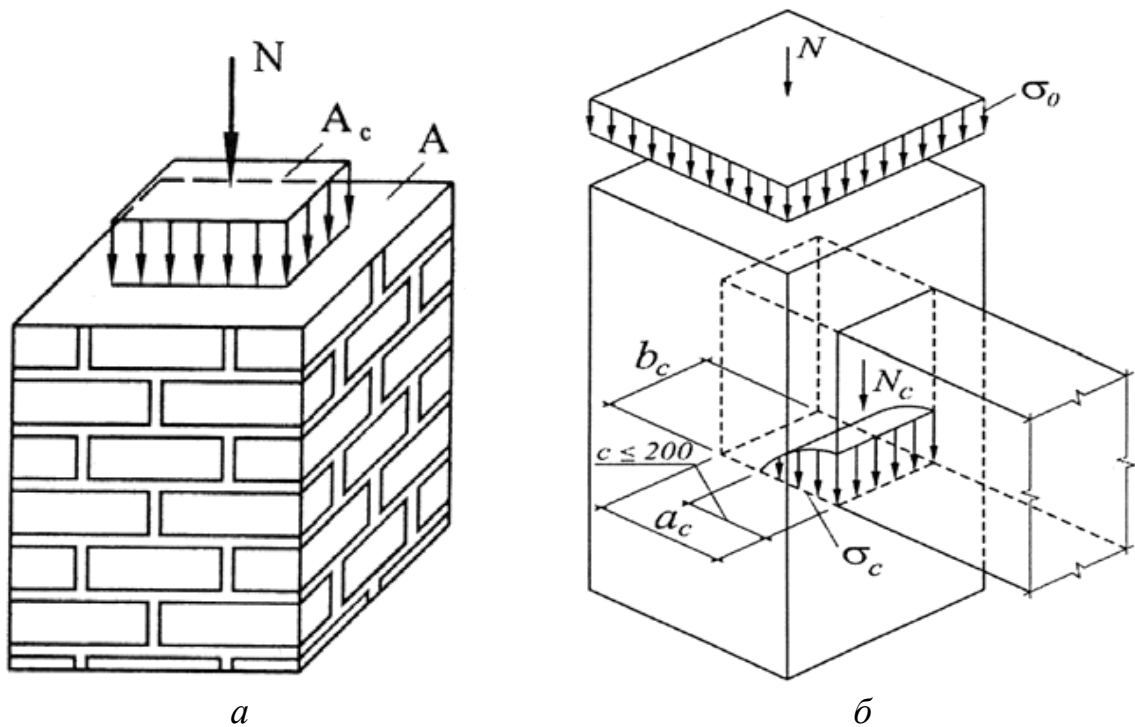


Рис. 3. Місцевий стиск кладки:
 а – завантажена тільки частина перерізу;
 б – одночасна дія основного N і місцевого навантаження N_c .

Розрахунок перерізів при зминанні (місцевому стиску) проводять на навантаження, прикладені до частини площі перерізу (при обпиранні на кладку ферм, балок, прогонів, перемичок, панелей перекриттів, колон тощо).

Міцність кладки при зминанні вища ніж при рівномірному стисненню тому, що ненавантажена частина кладки, що примикає до ділянки що зминається, стримує поперечні деформації навантаження і створює ефект об'ємного стиснення (ефект об'єми), при якому міцність будь-якого матеріалу вище, ніж при одновісному стиску. Кладку розраховують окремо на дію місцевого навантаження і на одночасну дію місцевого і основного навантаження.

При однакових загальних підходах по оцінці міцності кладки при зосереджених навантаженнях (місцевому стиску) нормативні документи [2] і [3] дещо по різному визначають несучу здатність перерізу кладки.

Згідно з ДБН В.2.6-162:2010 [2] – $N_{Ed} \leq N_{Rdc} = \beta \cdot A \cdot f_d$, а згідно з ДСТУ Б В.2.6-207:2015 [3] – $N_{Ed} \leq N_{Rdc} = \psi d f_{cd} A_c$.

У [3] розрахунковий опір кладки при місцевому стиску f_{cd} залежить від співвідношення площ зминання A і умовної об'єми A_c і визначається як:

$$f_{cd} = \xi f_d$$

де $\xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \leq \xi_1$

Параметри ψ , d , ξ і β залежать від типу кладки, характеру прикладання зосередженого навантаження, особливостей перерізу, що розраховується.

Детальніше про розрахунок кам'яної кладки при місцевому стиску згідно з ДСТУ Б В.2.6-207:2015 див. розділ 8.4 [3, стор. 34] та згідно з ДБН В.2.6-162:2010 див. Розділ 11.3 [2, стор. 46].

2.3.5. Вигин, центральний розтяг, зріз.

Проектування кам'яних конструкцій, які працюють на згин, допускається тільки для кладки, що працює по перев'язаному шву. Це підпірні стінки з вертикальними контрфорсами; стіни багатопверхових будівель (будинків) при дії вітру.

Розрахунки поперечних перерізів виконують на дію згинального моменту M і сили зсуву $V_{Ed}(Q)$ (розділ 8.5 [3, стор. 48]).

Розрахунок неармованих елементів при згині проводять в припущенні пружної роботи кладки, використовуючи формули опору матеріалу:

$$M \leq f_{xd2} \cdot W,$$
$$V_{Ed}(Q) \leq f_{tw} \cdot bz,$$

де

M і $V_{Ed}(Q)$ - розрахунковий згинальний момент і розрахункова сила зсуву від зовнішніх навантажень;

W – момент опору перерізу кладки при пружній її роботі;

f_{xd2} - розрахунковий опір кладки розтягу при вигині по перев'язаному перерізі;

f_{tw} - розрахунковий опір кладки головним розтягуючим напруженням при вигині;

b – ширина перерізу;

z – плече пари сил, для прямокутного перерізу,

$$z = 2/3 h.$$

Стінки круглих резервуарів, силосів та інших круглих конструкцій розраховують, виходячи з міцності кладки по перев'язаному перерізу на центральний розтяг.

Розрахунок елементів неармованих кам'яних конструкцій на міцність при осьовому розтягу проводять за формулою:

$$N \leq f_{xkl} A_{ef},$$

де

N – розрахункова осьова сила при розтягу;

f_{xkl} – розрахунковий опір кладки розтягу;

A_{ef} – розрахункова площа перерізу нетто.

Розрахунок кладки на зріз по перев'язаному перерізу (по цеглі або каменю) виконують згідно з формулою[3, п.8.5.3, стор. 48]:

$$V_{Ed}(Q) \leq (f_{vd} + 0,8 n \mu \sigma_0)A,$$

2.4. Армокам'яні конструкції.

2.4.1. Види армокам'яних конструкцій.

Армокам'яні конструкції - це частини будівель або споруд, які підсилені сталеною арматурою. В залежності від способу армування поділяють на три типи: з поперечним, поздовжнім та комплексним армуванням. Поперечне армування передбачає вкладення арматури у горизонтальні шви цегляної кладки.

Рекомендовано для армокам'яних конструкцій використовувати цеглу всіх видів, керамічні та силікатні порожнисті камені, природні і штучні камені, що задовольняють вимогам державних стандартів.

Відповідно до ДСТУ [3, п. 9.1.2, стор. 63] рекомендовано приймати марку цегли, не нижче ніж М75, каменю - нижче ніж М35 і розчину - нижче ніж М5.

Для армування кам'яних конструкцій рекомендовано застосовувати [3, п.9.1.5, стор. 63]:

- для сітчастого армування - сталь класу А240С і Вр-І;
- для поздовжнього армування, анкерів та в'язів - арматуру класів А240 і Вр-І;
- для конструкцій, підсилених сталевими обоймами, допускають використання листової і фасонної сталі, що задовольняє вимогам, встановленим до подібних елементів сталевих і залізобетонних конструкцій відповідними нормативними документами [3, п.9.1.5, стор. 63].

2.4.2. Розрахункова міцність кладки з сітчастим армуванням.

Важливо зрозуміти, що сітчасте армування з розташуванням арматури в горизонтальних швах кам'яної кладки перешкоджає розвитку поперечних деформацій, сприймає силу розтягу і тим самим розвантажує відповідні компоненти кладки, і може збільшити її міцність в 2,0 рази.

Сітчасту арматуру слід використовувати в тих випадках, коли збільшення міцності цегли, каменів і будівельних розчинів не забезпечують необхідної міцності кладку а площу поперечного перерізу елемента не можна збільшити з конструктивних чи планувальних міркувань.

Необхідно знати, що використання сітчастого армування ефективно при ексцентриситетах, які не виходять за межі ядра поперечного перерізу, і якщо гнучкість не перевищує певної межі ($\lambda_h > 15$ або $\lambda_i > 53$).

Необхідно знати, як розраховують об'ємний відсоток армування і його максимальні і мінімально допустимі значення, які встановлені правилами проектування і викладені в п.9.2 [3, стор.65].

2.4.3. Розрахунок міцності кладки з поздовжнім армуванням.

Поздовжнє армування кам'яних конструкцій застосовують з метою підвищення опору кладки розтягуючим зусиллям і забезпечення монолітності і стійкості окремих частин і всієї споруди в цілому.

При поздовжньому армуванні кам'яних конструкцій арматуру укладають зовні під шаром цементного розчину або в штробі кладки із заповненням штроби розчином (рис. 4).

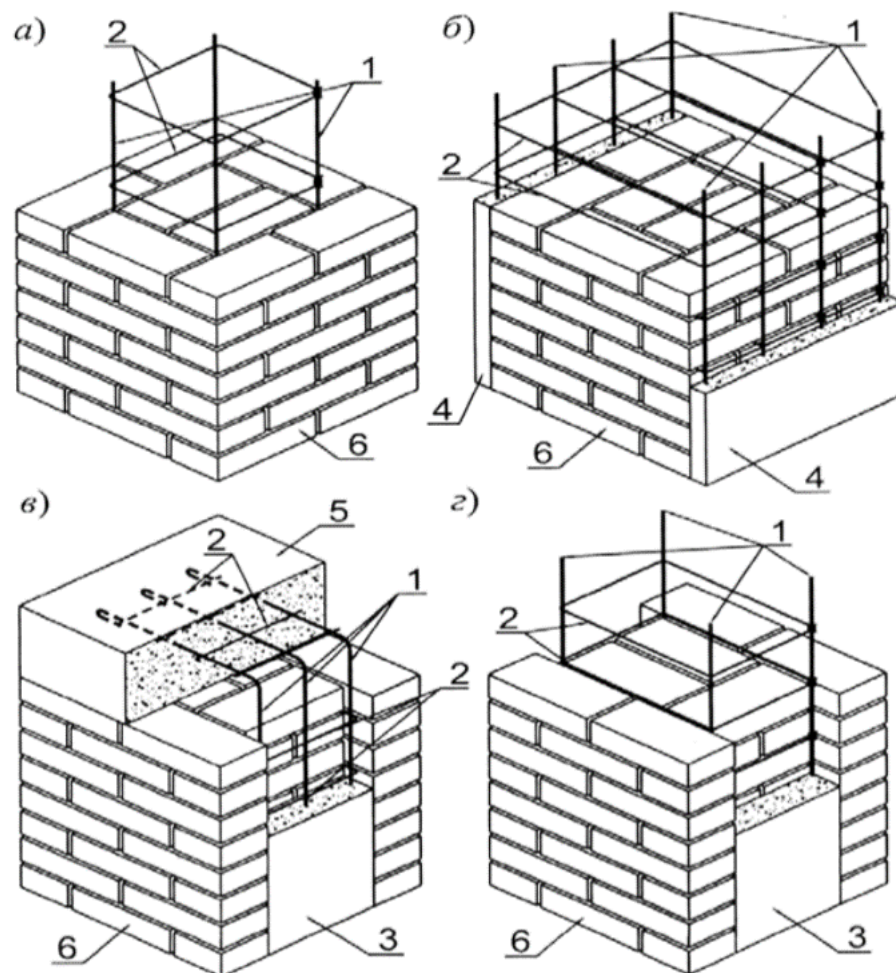


Рис. 4. Поздовжнє армування кам'яних конструкцій:
а – внутрішнє розташування арматури; *б* – зовнішнє розташування арматури; *в* – армування з розташуванням арматури в односторонній штробі; *г* – то же, в двосторонній штробі; *1* – поздовжня арматура; *2* – хомути; *3* – цементний розчин; *4* – штукатурка з цементного розчину; *5* – залізобетонна плита; *6* – цегляна кладка.

Для поздовжнього армування використовують арматуру класів А240С та А400С. Для забезпечення спільної роботи арматури і кладки встановлюють хомути з арматури класів А240 або Вр-І.

Крок хомутів в стиснутих елементах призначають не більшим $15d$ при зовнішньому розташуванні арматури, і не більшим $20d$ – при внутрішньому,

де d – діаметр поздовжньої арматури.

Площа поздовжньої стиснутої арматури приймається $A_{s,min} \geq 0,1 \%$, а розтягнутої арматури $A_{s,min} \geq 0,05 \%$ від площі поперечного перерізу елемента.

Розрахункові залежності для визначення несучої здатності і необхідного армування стиснутих елементів прямокутного та довільного профілей наведені в розділі 9.3 [3, стор. 69] та таблицях Додатку Е [3, стор.222].

2.4.4. Комплексні елементи.

Комплексними називають елементи кам'яної кладки з включенням в них залізобетону, що працює разом з кладкою. При цьому залізобетон рекомендовано розташовувати з зовнішньої сторони кладки, що є більш раціональним при позацентровому стиску, поздовжньому згині і вигині конструкції.

При проектуванні комплексних конструкцій площа поперечного перерізу всієї загальної поздовжньої арматури не повинна перевищувати $1,5\%$ площі поперечного перерізу бетону. Арматурні каркаси використовують, як правило, в'язані. Кладку ведуть ярусами висотою до $1,2$ м. Використовують бетон класу не нижче С15.

Рівняння для розрахунків стиснутих і згинальних комплексних елементів наведені в розділі 9.4 [3, стор. 73].

2.5. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій за 2 групою граничних станів.

По виникненню і розкриттю тріщин (швів кладки) і за деформаціями розраховують:

- а) позацентрово стиснуті неармовані елементи при $e_0 > 0,7 y$;
- б) суміжні, що працюють спільно, конструктивні елементи кладки з матеріалів різної деформативності (з різними модулями пружності, повзучістю, усадкою) або при значній різниці в напруженнях, що виникають в цих елементах;
- в) ненесучі стіни, зв'язані з каркасами і працюють на поперечний вигин, якщо несуча здатність стін недостатня для самостійного (без каркасу) сприйняття навантажень;
- г) стінові заповнення каркасів – на перекіс у площині стін;
- д) подовжньо армовані згинальні, позацентрово стиснуті і розтягнуті елементи, що експлуатують в умовах агресивного середовища для арматури;
- е) подовжньо армовані ємкості при наявності вимог непроникності штукатурних або плиткових ізоляційних покриттів;
- є) інші елементи будівель і споруд, в яких утворення тріщин не допускають або ж розкриття тріщин повинне бути обмежене за умовами експлуатації.

Розрахунки за другою групою граничних станів виконують згідно з вимогами п.10 [3, стор 83].

2.6. Розрахунки будівель і частин цегляних будівель.

2.6.1. Загальні вказівки.

Проектування конструкцій з цегляної кладки виконують відповідно до вказівок, наведених в розділі 7 [2, стор. 13] (ДБН В.2.6-162) і в розділі 11 [3, стор. 87].

Вертикальні і горизонтальні конструкції будівлі (стіни, стовпи, рами каркасів, перекриття, покриття тощо) утворюють просторову систему, елементи якої сприймають діючі на будівлю навантаження.

Розподіл зусиль між елементами будівлі залежить від жорсткості перекриття (матеріалу, конструкції і довжини ділянок перекриття між поперечними вертикальними конструкціями), товщини і висоти стін і наявності в них отворів, матеріалів кладки, а також від з'єднань між конструктивними елементами будівлі.

2.6.2. Будівлі з жорсткою конструктивною схемою.

Важливо розуміти, що при розрахунку на горизонтальні навантаження, приймають позацентрово та центрально навантажені кам'яні стіни та стовпи як такі, що спираються в горизонтальному напрямку на міжповерхові перекриття, покриття і поперечні стіни, а самі ці опори поділяються на жорсткі і пружні.

Здобувач повинен засвоїти основи розрахунків несучих стін будівель з жорсткою і пружною конструктивною схемою. Слід зрозуміти, що в багатоповерхових будівлях з жорсткою конструктивною схемою, поздовжні стіни і простінки розглядають як вертикальні, нерозрізні, багатопрольотні балки, що спираються на нерухомі опори – перекриття.

З метою спрощення допускається розгляд поздовжньої стіни або стовпа поділені по висоті на однопрогонові балки з розташуванням опорних шарнірів врівні низу плит перекриття або балок. Навантаження на стіну або стовп кожного поверху, складається з навантаження верхніх перекриттів і навантаження від перекриття, що спирається безпосередньо на стіну або стовп поверху, про який йде мова.

Поперечні стіни в будівлях з жорсткою конструктивною схемою проєктують у вигляді консолей, защемлених у фундаменті, і мають форму поперечного перерізу у вигляді двотавра, тавра або швелера

Будівлі з жорсткою конструктивною схемою проєктують відповідно до вказівок, наведених в розділі 11.3 [3, стор.88].

2.6.3. Будівлі з пружною конструктивною схемою.

Елементи будівлі з пружною конструктивною схемою розглядають як конструкції каркасної рамної системи, стійками якої є стіни і стовпи, а ригелями – перекриття і покриття, які розглядають як жорсткі розпірки, шарнірно зв'язані зі стінами. При пружних опорах приймають, що стійки закладені в ґрунт в рівні підлоги будинку.

У будинках з пружною конструктивною схемою жорсткість стін або стовпів, виконаних з цегляної або кам'яної кладки, при статичному розрахунку рами визначають, беручи модуль пружності кладки $E = 0,8E_0$.

Кожну поперечну раму, що складається з вертикальних і горизонтальних елементів, розташованих на одній осі, розраховують, як правило, незалежно від інших рам, якщо немає спеціальних умов, при яких можлива істотна перевантаження будь-якої рами при завантаженні інших прольотів.

Будівлі з пружною конструктивною схемою проектують відповідно до вказівок, наведених в розділі 11.4 [3, стор.96].

2.6.4. Стіни підвалів.

Стіни підвалу працюють на позacentровий стиск. Вони сприймають вертикальне навантаження від вище розташованих стін і перекриття та горизонтальне навантаження від бічного тиску насипного ґрунту (рис. 5).

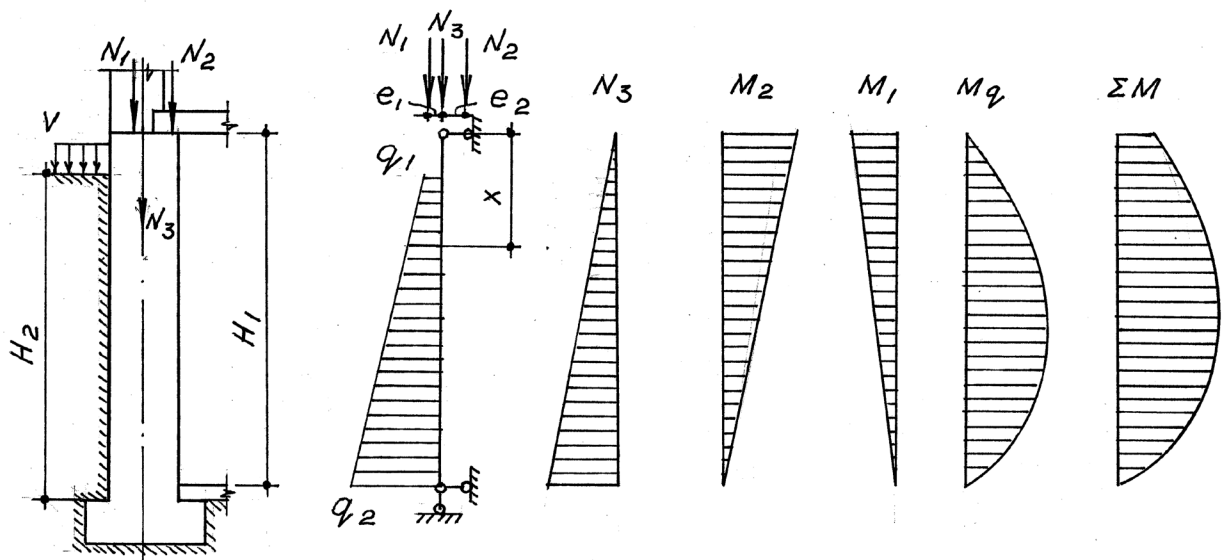


Рис.5. Схема навантажень на стіну підвалу і епюри моментів [5, п. 11.20.8, рис. 11.40]

Вертикальні навантаження викликають поздовжні сили, і якщо вони прикладені з ексцентриситетом, то – і моменти. В статичному відношенні стіни являють один (найнижчий) прольот багатопрольотної нерозрізної балки, горизонтальними опорами якої є перекриття (покриття) і фундамент, у якому стіни жорстко защемлені. Для спрощення розрахунку і в запас несучої здатності, стіну підвалу розглядають як однопрольотну балку з шарнірно-нерухомими опорами.

Приклад розрахунку стіни підвалу наведено в п.11.21[3, стор. 179].

2.6.5. Мінімальна товщина стін і колон.

Товщину стін і стовпів визначають розрахунком несучої здатності, але вона не повинна бути менше допустимої величини, яка залежить від висоти стіни або стовпа, міцності розчину, групи кладки і ряду інших характеристик.

Таблиці впливу всіх основних параметрів на товщину кам'яної кладки наведені в п.11.7 [3, стор. 101].

2.6.6. Анкерування стін і простінків в перекриттях

Перекриття в багатоповерхових будинках і покрівлі в одноповерхових будівлях являють собою горизонтальні опори стін і стовпів. У цих опорах в залежності від характеру навантаження на стіни можуть виникати реакції як зі знаком мінус, так і зі знаком плюс. Для того, щоб забезпечити роботи перекриття на розтяг, їх з'єднують зі стінами за допомогою анкерів.

Кам'яні стіни і стовпи рекомендовано кріпити до перекриттів і покривів анкерами перерізом не менше ніж $0,5 \text{ см}^2$.

Ненесучі стіни в каркасних будівлях з'єднують з колонами гнучкими зв'язками, що допускають можливість незалежних вертикальних деформацій стін і колон. Зв'язки, встановлені по висоті колон, забезпечують стійкість стін, а також передачу діючого на них вітрового навантаження на колони каркасу.

Розрахунок анкерів здійснюють відповідно до вимог п.11.19 [3, стор 174].

2.6.7. Перемички, висячі стіни.

Для перекриття прорізів в будівлях з цегляними стінами використовують залізобетонні перемички. Їх розраховують на навантаження від перекриття і на тиск від свіжеукладеної, незатверділої кладки, еквівалентну вазі пояса кладки висотою рівною $0,33$ прольоту

для кладки в літніх умовах та цілому прольоту для кладки в зимових умовах (у стадії відтаювання).

При відсутності залізобетонних перемичок допускають застосування кам'яних (рядових, клинчастих і арочних), проектування яких здійснюють згідно з вказівками п.11.17 [3, стор. 162].

Норми [3] регламентують прольоти і конструктивну висоту кам'яних перемичок в прив'язці до типу перемичок, марки розчину і виду каменів.

Кладку висячих стін, підтримуваних рандбалками, перевіряють на міцність при зминанні в зоні над опорами рандбалок. Перевіряють також міцність кладки при зминанні під опорами рандбалок. Довжину епюри розподілу тиску в площині контакту стіни і рандбалки визначають в залежності від жорсткості кладки і рандбалки. При цьому рандбалку замінюють еквівалентним по жорсткості умовним поясом кладки. Розрахунки і проектування рандбалок і висячих стін виконують згідно вказівок п.11.18 [3, стор. 165].

3. Рекомендації до самостійної роботи

Метою самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти є систематичне та послідовне освоєння навчального матеріалу з обраної освітньої компоненти та розвиток навичок самостійності у процесі навчання, що дозволить їм успішно застосовувати отримані знання, навички та компетентності в майбутній професійній діяльності.

При виконанні самостійної роботи, відповідно до положення про навчальний процес, здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на підготовку до аудиторних занять витрачають 0,25 годин на 1 заняття (лекції, практичні заняття); на виконання РГР – 12 год, на курсову роботу – 30 год., на підготовку до заліку 6 год.

3.1. Теми для самостійної роботи

Ці, додаткові до основного курсу, теми для самостійної роботи нададуть здобувачам можливість поглибити розуміння експеримен-

тально-теоретичних основ проектування та розрахунку кам'яних конструкцій та розвинути навички у цій галузі.

Тема 1. Ознайомлення з методикою проектування та розрахунку фундаментів для кам'яних будівель.

Розглянути аспекти, які впливають на вибір типу та розмірів фундаментів для кам'яних споруд.

Тема 2. Освоїти розрахунок стін кам'яних будівель.

Вивчити методи та алгоритми розрахунку міцності та стійкості кам'яних стін у залежності від їх типу та матеріалу.

Тема 3. Проектування кам'яних арок. Дослідження принципів проектування кам'яних арок з урахуванням їхньої форми, розміру та способу закріплення.

Тема 4. Розрахунок та дослідження кам'яних колон. Вивчити методи розрахунку міцності та стійкості кам'яних колон при різних умовах навантаження.

Тема 5. Аналіз кам'яних мостів.

Освоїти принципи проектування та розрахунку кам'яних мостів у відповідності до навантажень та геометричних параметрів.

Тема 6. Методи підсилення кам'яних конструкцій.

Ознайомлення з дослідженнями різних методів підсилення та реконструкції кам'яних конструкцій для підвищення їх міцності та довговічності.

Тема 7. Використання комп'ютерних програм для розрахунку кам'яних конструкцій. Виконати огляд сучасних програмних комплексів для моделювання, аналізу та розрахунку кам'яних конструкцій. Навести приклад розрахунку в ПК.

3.2. Запитання для самоконтролю

1. Кам'яні та армовані кам'яні конструкції. Переваги та недоліки.
2. Властивості матеріалів для кам'яної кладки?
3. Які показники враховують при підборі матеріалів для кладки?
4. Вплив умов середовища на міцність кладки?

5. Особливості вибору матеріалів для кам'яної кладки в будівлях із вологими приміщеннями
6. Навести приклади впливу вологості приміщення на вибір марки каменю за морозостійкістю
7. Які розчини використовують для мурування стін?
8. Розчини для кам'яної та армокам'яної кладки.
9. Для чого в склад розчину вводять пластифікатори?
10. Від яких показників залежить вибір марки розчину?
з яких міркувань приймають товщину цегляної стіни?
11. Пояснити графічну залежність між напруженнями та деформаціями кладки на стиск.
12. Які чинники впливають на деформації кладки?
13. Що таке модуль пружності кладки?
14. Як визначити модуль деформації кладки?
15. Від чого залежить пружна характеристика кладки?
16. Поясніть характер руйнування кам'яних конструкцій.
17. Принципи розрахунку кам'яних конструкцій за граничними станами.
18. Розрахунок конструкцій з кам'яної кладки за граничними станами першої групи.
19. Які умови забезпечення надійності будівель і споруд з кам'яної кладки?
20. Як формуються сполучення навантажень?
21. Що таке коефіцієнт сполучення навантаження і як його приймають для основних і аварійних сполучень?
22. Як працює переріз кам'яної конструкції при центральному стиску?
23. Як визначити характеристику гнучкості елемента?
24. Як розрахувати міцність кам'яної кладки при центральному стиску відповідно до ДБН В 2.6-162:2010
25. Теж саме відповідно до ДСТУ Б В.2.6-207:2015.
26. В чому полягають принципові відмінності розрахунку кам'яних конструкцій відповідно до ДБН В 2.6-162:2010 та ДСТУ Б В.2.6-207:2015.
27. Алгоритм розрахунку центрально-стиснутого цегляного елемента.
28. Теж саме при позацентровому стиску.

29. Які випадки можливі при роботі конструкції на позацентровий стиск?
30. Навести алгоритм розрахунку кам'яної конструкції при згині.
31. Теж саме при розтягу.
33. Які види армування кладки відомі?
34. В яких випадках використовують сітчасте армування?
35. Які конструктивні вимоги пред'являють до кладки із сітчастим армуванням?
33. Як визначити розрахунковий опір армованої кладки при центральному стиску?
34. Як визначити пружну характеристику армокам'яної кладки?
35. Назвіть конструктивні схеми кам'яних будівель. Від чого залежить тип конструктивної схеми?
36. Чим забезпечують жорсткість будівлі?
37. Яка відстань між деформаційними швами, та яким чином їх влаштовують?
38. З якою метою встановлюють вертикальну арматуру?
39. Яка розрахункова схема стіни підвалу?
40. В яких перерізах необхідно перевірити міцність стіни підвалу?
41. Як розраховують анкери, та для чого передбачають анкерування стін та стовпів?
42. Як визначити згинальний момент від бічного тиску ґрунту?
43. Особливості проектування кам'яних конструкцій в зимовий період.

ЛІТЕРАТУРА

1. ОПП «Промислове і цивільне будівництво» .-К.:КНУБА, 2022. 22 с.
2. ДБН В 2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд України. Київ, 2011. – чинний з 01.09.2011.
3. ДСТУ Б В.2.6-207:2015 Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд. Мінрегіонбуд України. Київ, 2016. – чинний з 01.04.2016.
4. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови [Чинний від 01.08.2019].– К: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 29с.
5. Бабич В. Є. Проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій : навч. посіб. / В. Є. Бабич, В. В. Караван, М. С. Зінчук ; за ред. д.т.н., проф. Є. М. Бабича. – Рівне : НУВГП, 2010. - 196 с.
6. Павліков А.М. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Практичні задачі: Навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. – 277 с.
7. Постернак О.М., Постернак М.М. Методичні вказівки для проведення практичних занять з курсу «Кам'яні та армокам'яні конструкції».-К.:КНУБА, 2023.-62 с. ISBN 978-617-520-691-1.
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту № 1, практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Залізобетонні конструкції». Розділ 3. Кам'яні конструкції (для студентів 3; 4 курсів денної та заочної форм навчання, а також слухачів другої вищої освіти спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. Н. О. Псурцева, О. М. Шаповалов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 20 с.

ДОДАТКИ

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць,
скорочень і термінів [2, 3]**

Кам'яні та армокам'яні конструкції [2, 3]

<i>Латинські літери</i>	
a_1	Відстань від кінця стіни до найближчого краю навантаженої ділянки
a_x	Відстань від грані опори до даного перерізу
A	Площа бруто горизонтального перерізу стіни, що знаходиться під навантаженням
A_{ef}	Ефективна площа опори
A_s	Площа поперечного перерізу сталевий арматури
A_{sw}	Площа поперечного перерізу армування, що забезпечує міцність на зсув
b	Ширина поперечного перерізу
b_c	Ширина стиснутої зони між опорами
b_{ef}	Ефективна ширина
$b_{ef,l}$	Ефективна ширина елемента конструкції
$b_{ef,t}$	Ефективна товщина елемента поясу
c_{nom}	Номінальне бетонне покриття;
d	Ефективна висота балки
d_a	Відхилення арки під впливом розрахункового горизонтального навантаження
d_c	Найбільший розмір поперечного перерізу ядра в площі вигину
e_c	Додатковий ексцентриситет
e_{he}	Ексцентриситет зверху і знизу стіни при дії горизонтальних навантажень
e_{hm}	Ексцентриситет всередині стіни при дії горизонтальних навантажень
e_i	Початковий ексцентриситет зверху і знизу стіни
e_{init}	Початковий ексцентриситет
e_k	Ексцентриситет внаслідок повзучості
e_m	Ексцентриситет у результаті навантажень

Продовження таблиці 1

e_{mk}	Ексцентриситет у середині стіни
E	Короткочасний січний модуль пружності кам'яної кладки
$E_{longterm}$	Довготривалий модуль пружності кладки
E_n	Модуль пружності елемента n
f_b	Нормована величина міцності на стиск цегли
f_{bod}	Розрахункова міцність зчеплення сталеві арматури
f_{bok}	Характеристична міцність зчеплення сталеві арматури
f_{ck}	Характеристична міцність на стиск бетону заповнення
f_{cvk}	Характеристична міцність на зсув бетону заповнення
f_d	Розрахункова міцність кладки на стиск у напрямі навантаження
f_k	Характеристична міцність кладки на стиск
f_m	Міцність розчину кладки на стиск
f_{vd}	Розрахункова міцність кладки на зсув
f_{vk}	Характеристична міцність кладки на зсув
f_{vko}	Характеристична початкова міцність кладки на зсув за відсутності навантаження на стиск
f_{vlt}	Граничне значення величини f_{vk}
f_{xd}	Розрахункова міцність на вигин у площині вигинання
f_{xd1}	Розрахункова міцність кладки на вигин, площа руйнування якої паралельна горизонтальним швам кладки
$f_{xd1, app}$	Умовна розрахункова міцність кладки на вигин, площа руйнування якої паралельна горизонтальним швам кладки
f_{xk1}	Характеристична міцність кладки на вигин, площа руйнування якої паралельна горизонтальним швам кладки
f_{xk2}	Розрахункова міцність кладки на вигин, площина руйнування якої перпендикулярна до горизонтальних швів кладки
$f_{xk2, app}$	Умовна розрахункова міцність кладки на вигин, площина руйнування якої перпендикулярна до горизонтальних швів кладки
f_{xk2}	Характеристична міцність кладки на вигин, площина руйнування якої перпендикулярна до горизонтальних швів кладки
f_{yd}	Розрахункова міцність сталеві арматури

Продовження таблиці 1

f_{yk}	Характеристична міцність сталевих арматур
F_d	Розрахункова міцність анкерного елемента стіни на стиск або розтяг
g	Сумарна ширина всіх швів будівельного розчину
G	Модуль зсуву кам'яної кладки
h	Габаритна висота цегляної стіни
h_i	Габаритна висота цегляної стіни i
h_{ef}	Ефективна висота стіни
h_{tot}	Загальна висота конструкції (стіни або ядра)
h_c	Висота стіни до рівня прикладання навантаження
I_j	Момент інерції площі поперечного перерізу елемента j
k	Відношення гранично - допустимої величини поперечного навантаження на вертикально перекриваючу стіну до гранично - допустимої величини поперечного навантаження на дійсну площу стіни, узяті з урахуванням можливих затискань по краю
k_m	Відношення жорсткості плити до жорсткості стіни
k_r	Крутильна жорсткість заземлення
K	Константа при розрахунку міцності кладки на стиск
l	Довжина стіни (між іншими стінами, між стіною і отвором або між отворами)
l_b	Довжина анкерування арматури
l_c	Довжина стиснутої частини перерізу стіни
l_{cl}	Довжина провітрю між опорами
l_{ef}	Ефективна довжина обпирання будівельної конструкції
l_{efm}	Ефективна довжина опори на середині висоти стіни
l_r	Відстань між опорами (провітрю)
l_a	Довжина або висота стіни між опорами, що сприймають розпір арки
M_{ad}	Додатковий розрахунковий момент
M_d	Розрахунковий момент вигину
M_i	Момент у вузловому елементі i
M_{id}	Розрахункова величина моменту вигину у верхньому краї або знизу стіни

Продовження таблиці 1

M_{md}	Розрахункова величина моменту вигину в середині висоти стіни
M_{Rd}	Розрахункова величина моменту, що сприймається
M_{Ed}	Розрахункова величина діючого моменту
M_{Edu}	Розрахункова величина моменту над перекриттям
M_{Edf}	Розрахункова величина моменту під перекриттям
n	Кількість поверхів
n_i	Коефіцієнт жорсткості елементів конструкції
n_t	Кількість анкерних елементів стіни або елементів з'єднання на квадратний метр площі стіни
n_{tmin}	Мінімальна кількість анкерних елементів стіни або елементів з'єднання на квадратний метр площі стіни
N	Сума розрахункових вертикальних дій на будівлю
N_{ad}	Максимальний розрахунковий розпір арки на одиницю висоти стіни
N_{id}	Розрахункова величина вертикального навантаження зверху або знизу стіни або колони
N_{md}	Розрахункова величина вертикального навантаження на середині висоти стіни або колони
N_{Rd}	Розрахункова величина вертикального опору цегляної стіни або колони
N_{Rdc}	Розрахункова величина опору стіни вертикальному зосередженому навантаженню
N_{Ed}	Розрахункова величина вертикального навантаження
N_{Edf}	Розрахункова величина навантаження під перекриттям
N_{Edu}	Розрахункова величина навантаження над перекриттям
N_{El}	Навантаження з боку підлоги
N_{Edc}	Розрахункова величина вертикального зосередженого навантаження
$q_{lat,d}$	Розрахункова міцність у поперечному напрямі на одиницю площі стіни
Q_d	Розрахункова величина сумарного вертикального навантаження в той частині будівлі, яка стабілізується ядром
R	Підйом арки

Продовження таблиці 1

R_e	Межа текучості сталі
s	Інтервал укладання арматури, що працює проти зсуву
E_d	Розрахункова величина навантаження, прикладеного до елемента армованої кам'яної конструкції
t	Товщина стіни
$t_{ch,V}$	Найбільша висота перерізу отвору по товщині стіни, яка приймається без розрахунку
$t_{ch,h}$	Максимальна висота перерізу горизонтального або похилого каналу
t_i	Товщина стіни i
t_{min}	Мінімальна товщина стіни
t_{ef}	Ефективна товщина стіни
t_f	Товщина полиці перерізу
t_{ri}	Товщина полиці i
V_{Ed}	Розрахункова величина навантаження зсуву
V_{Rd}	Розрахункова величина несучої здатності на зсув
w_i	Рівномірно розподілене розрахункове навантаження i
W_{Ed}	Розрахункове поперечне навантаження на одиницю площі
x	Відстань до нейтральної осі
z	Плече важеля
Z	Пружний момент опору перерізу на одиницю висоти або довжина стіни
<i>Грецькі літери</i>	
α	Кут закладання арматури, що працює проти зсуву, до осі балки
α_t	Коефіцієнт теплового розширення кам'яної кладки
$\alpha_{1,2}$	Коефіцієнти моменту вигину
β	Коефіцієнт збільшення зосереджених навантажень
χ	Коефіцієнт збільшення несучої здатності стін
δ	Коефіцієнт, який використовується для визначення приведеної середньої міцності на стиск елементів кам'яної кладки
$\varepsilon_{c\infty}$	Гранична деформація повзучості кам'яної кладки
ε_{el}	Пружна деформація кам'яної кладки

Продовження таблиці 1

ε_{tu}	Гранична деформація стиску кам'яної кладки
ε_{sy}	Пластична деформація арматури
φ	Ефективна величина діаметра сталеві арматури
φ_{∞}	Граничне значення повзучості кам'яної кладки
Φ	Коефіцієнт зменшення
Φ_{fl}	Коефіцієнт зменшення з урахуванням міцності на вигин
Φ_i	Коефіцієнт зменшення зверху або знизу стіни
Φ_m	Коефіцієнт зменшення в середині висоти стіни
γ_M	Коефіцієнти надійності за матеріалами, включаючи невизначеності, що вносяться геометричним чинником і моделюванням
η	Коефіцієнт, який використовуються при розрахунках позаплощинного ексцентриситету навантажень, прикладених до стін
λ_x	Глибина зони стиску в балці при використанні блока напруги прямокутної форми
λ_c	Величина коефіцієнта гнучкості, до якої ексцентриситетом, викликаним повзучістю, можна нехтувати
μ	Коефіцієнт поперечної деформації кам'яної кладки при вигині
ξ	Коефіцієнт збільшення жорсткості защемлення елемента конструкції, що розглядається
ρ_c	Щільність сухого матеріалу
ρ_n	Коефіцієнт, який застосовується при розрахунках стійкості
ρ_t	Коефіцієнт жорсткості при визначенні дійсної товщини стіни
σ_d	Розрахункове напруження на стиск
ν	Кут нахилу до вертикалі конструкції

Навчальне видання

Володимир КРІПАК
Віра КОЛЯКОВА

Методичні вказівки
до самостійної роботи з освітньої компоненти
«Кам'яні та армокам'яні конструкції»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
що навчаються по спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне
будівництво»

Підписано до друку 29.02.2024 Формат 60x84 ^{1/16}.
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк на різнографі.
Ум. друк. арк. _____. Облік.-вид. арк. _____.
Тираж 50 прим.

Видавець:
Київського національного університету будівництва і
архітектури

03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31,

Виготовлювач:
«Видавництво Ліра-К» Свідоцтво №3981, серія ДК.
03142, м. Київ, вул. В. Стуса, 22/1
Тел./факс (044) 247-93-37; 228-81-12
Сайт: lira-k.com.ua, редакція: zv_lira@ukr.net