

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Електронний аналог
друкованого видання

Дніпро 2022

УДК 691.421(076.5)

Укладачі:

О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва

Експерти:

канд. техн. наук, проф. *Микола Біляєв*

канд. техн. наук, доц. *Олена Громова*

Рекомендовано МКФ ПЦБ (протокол № 21 від 22.06.2021).

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 583 від 12.12.2022)

Технічні характеристики керамічної цегли : методичні рекомендації до лабораторних робіт / уклад. О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2022. – 14 с.

Методичні рекомендації призначені для використання студентами 2 курсу денної форми навчання, освітній ступень – бакалавр, спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; 273 «Залізничний транспорт»; 274 «Автомобільний транспорт»; 183 «Технології захисту навколишнього середовища» під час виконання лабораторних робіт освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектурне проектування будівель і споруд», «Водопостачання та водовідведення», «Мости і транспортні тунелі», «Захист довкілля та техногенна безпека», «Залізничні споруди та колійне господарство», «Автомобільні дороги та аеродроми».

Методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, методику проведення експерименту та обробки отриманих даних, контрольні питання.

Іл. 11. Табл. 4. Бібліогр.: 3 назв. Додат.: 2.

© Громова О. В. та ін., укладання, 2022

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022

Зміст

Витяги з інструкцій № 116.....	4
1. Загальні положення.....	4
2. Вимоги безпеки перед початком роботи	4
3. Вимоги безпеки під час роботи.....	4
4. Вимоги безпеки по закінченню роботи.....	5
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	5
Лабораторна робота № 1.....	6
Визначення якості керамічної цегли за зовнішнім оглядом, розмірами та формою.....	6
Лабораторна робота № 2.....	9
Визначення водопоглинання керамічної цегли.....	9
Лабораторна робота № 3.....	10
Виготовлення зразків та визначення марки керамічної цегли.....	10
Контрольні запитання.....	13
Додатки.....	14
Додаток 1.....	14
Додаток 2.....	14
Рекомендована література.....	15

ВИТЯГИ З ІНСТРУКЦІЙ № 116

1. Загальні вимоги:

Дійсні «Інструкція з охорони праці при проведенні лабораторних робіт в лабораторії будівельних матеріалів» (ауд. 348 та лабораторія, нульовий поверх) забезпечує безпечні умови праці при проведенні лабораторних робіт і є обов'язковою для усіх викладачів кафедри «Архітектурне проєктування, землеустрій та будівельні матеріали».

Викладачі кафедри АПЗБМ при виконанні лабораторних робіт, пов'язаних з обслуговуванням та експлуатацією електричних приладів, повинні мати кваліфікаційні групи з електробезпеки (2 група) та пройти інструктаж з охорони праці та інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці (2 рази на рік).

За невиконання даної інструкції викладач або студент несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи:

Викладачі кафедри «Управління проектами, будівлі та будівельні матеріали» повинні:

- бездоганно знати вимоги дійсної Інструкції;
- проводити інструктаж з охорони праці із студентами на початку семестру (на першому занятті з лабораторних робіт) з записом у контрольному листі інструктажу з охорони праці для студентів;
- вміти організувати безпечне проведення лабораторних робіт;
- не допускати до роботи студентів, що з'явилися на заняття в нетверезому вигляді і притягнути їх до відповідальності.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи:

Студенти під час виконання лабораторної роботи повинні:

- виконувати тільки ті роботи, що доручені викладачем;
- бережно відноситись до лабораторного посуду, приладів, інструментів, обладнання та меблів лабораторії;
- проявляти обережність при роботі з скляними приладами, хімічним посудом та випробувальними будівельними матеріалами;
- одягати при необхідності халати та резинові рукавички;
- слідкувати за порядком на робочому місці.

Студентам категорично забороняється:

- заносити до лабораторії їжу та напої;
- працювати на приладах без дозволу та присутності викладача;
- самовільно вмикати електроприлади, рубильники, кнопки, вимикачі, що знаходяться в лабораторії;
- підключати до електромережі підзарядки для мобільних телефонів;

- торкатися частин лабораторного обладнання, яке знаходиться під електричним струмом в момент роботи;
- використовувати хімічний посуд з тріщинами або надбитий скляний посуд;
- уламки розбитого скляного посуду збирати руками.

Викладачам категорично забороняється:

- залишати без догляду включені прилади та установки;
- будь-яке ремонтування та переноску електроприладів під час їхньої роботи.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Викладачі після закінчення роботи повинні:

- відключити електроприлади від електромережі;
- проконтролювати наявність відповідних приладів на робочому місці.

Студенти після закінчення роботи повинні:

- вимити прилади та посуд і укласти їх на місце;
- привести в порядок своє робоче місце;
- вимити руки миючими засобами;
- не залишати свої речі в лабораторії, за які викладач після закінчення заняття не несе відповідальності.

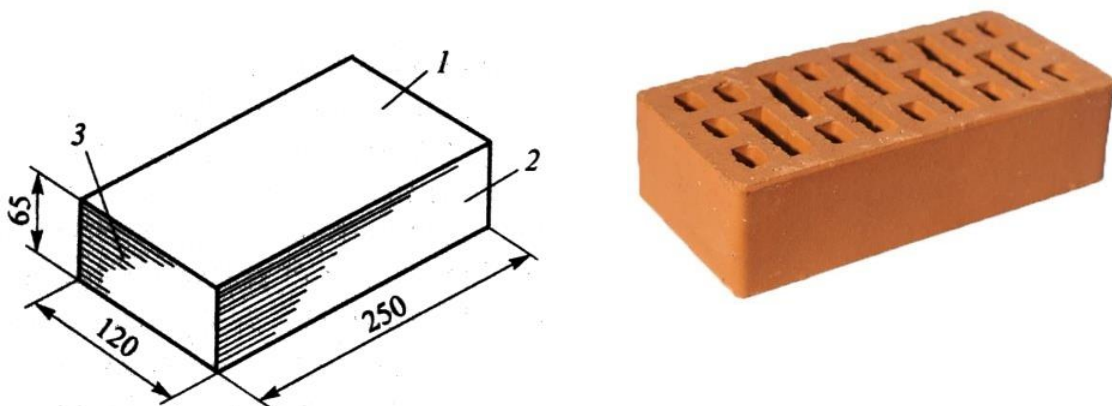
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

Ознакою аварійної ситуації може бути займання електропроводки або електроприладів, поява підвищеного шуму, диму або вогню. В цьому випадку треба негайно вимкнути рубильник, прийняти заходи для гасіння пожежі (вогнегасник, пісок). В разі потреби надати першу допомогу потерпілому, а при необхідності викликати «швидку допомогу» по тел. **103**.

Про кожну аварійну ситуацію або нещасний випадок викладач повинен повідомити завідувачу лабораторією або завідувача кафедрою.

БУДІВЕЛЬНА КЕРАМІКА

Для граней цегли і каменів прийняті наступні назви: нижня – **постіль** (1), велика бічна – **ложок** (2), менша бічна – **поперечник** (3).



Керамічну цеглу виготовляють двох типів: повнотілою (без порожнин або

з технологічними порожнинами, об'єм яких складає не більше 13 % від об'єму цегли) або порожнистою. Порожнини у виробках можуть розташовуватися як вертикально, так і горизонтально. Лицьову порожнисту керамічну цеглу виготовляють із порожнистістю не більше 48 %. Форма і розмір порожнин можуть бути різними.

Керамічна цегла нормального формату – одинарна – 250x120x65 мм;
– потовщена – 250x120x88 мм.

Цегла модульних розмірів одинарна – 288x138x65 мм;
– потовщена – 288x138x88 мм.

За середньою густиною і теплопровідністю у сухому стані цеглу і камені поділяють на групи:

1) високої ефективності – цегла середньою густиною менше 800 кг/м³, теплопровідність менше 0,24 Вт/мК;

2) збільшеної ефективності – цегла середньою густиною 801–1000 кг/м³, теплопровідність 0,24–0,36 Вт/мК;

3) ефективні – цегла середньою густиною 1001–1400 кг/м³, теплопровідність 0,36–0,46 Вт/мК;

4) умовно ефективні – цегла середньою густиною 1400–1600 кг/м³, теплопровідність 0,46–0,58 Вт/мК;

5) малоефективні – цегла середньою густиною більше 1600 кг/м³, теплопровідність більше 0,58 Вт/мК.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення якості керамічної цегли за зовнішнім оглядом, розмірами та формою

Мета роботи: візуально встановити ступінь випалу керамічної цегли за відповідними ознаками згідно ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN771-1:2003, NEQ) Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови, а також встановити граничні відхилення від нормальних розмірів та допустимі дефекти зовнішнього вигляду виробу, які потрібно занести до таблиці 1.

Прилади: еталонний зразок, сталевий косинець, сталева лінійка.

Сутність роботи: встановити відповідність визначених ознак керамічної цегли вимогам стандарту ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN771-1:2003, NEQ) Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови.

Методика випробування:

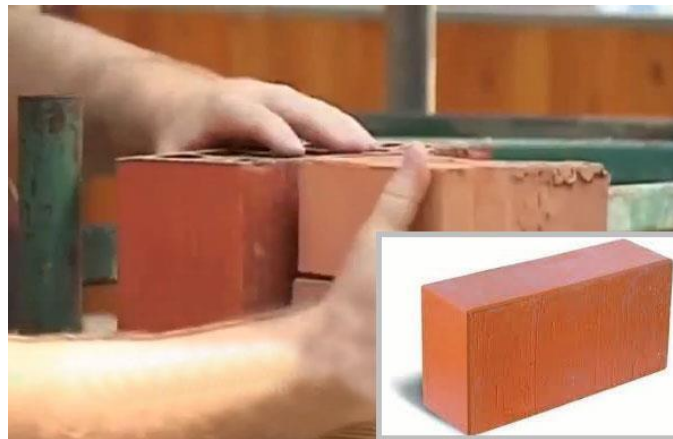
Зовнішнім оглядом встановлюють ступінь випалу цегли, тобто наявність недопалу або перепалу в контрольованій цеглині, для чого порівнюють відібрані зразки з еталоном (нормально обпаленою цеглою). Світліший вид цегли, чим у еталону («яскраво-червона» цегла), і глухий звук при ударі по цеглині молотком вказують на наявність недопалу виробу (рис. 1.1а). Перепалена цегла характеризується оплавленням і спученням, має бурий колір і, як правило, викривлена (рис. 1.1б). Недопалена та перепалена цегла є браком.

Для визначення розмірів цегли замірювання здійснюють у трьох місцях виробу: довжину і ширину – по ребрах і середині ложка, а товщину – по двох ребрах і середині поперечника. За результат вимірювань приймають середнє арифметичне значення результатів одиничних вимірювань.

Наявність та ширину тріщин визначають за допомогою вимірювальної лупи. Глибину відбитості кутів та ребер вимірюють за допомогою косинця і лінійки по перпендикуляру від вершини кута або ребра до пошкодженої поверхні.

Відхили від перпендикулярності граней визначають, прикладаючи косинець до суміжних граней виробу і вимірюючи металевою лінійкою найбільший

а)



б)

в)



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд цегли:

а) недопалена цегла та еталонний зразок; б) перепалена цегла; в) встановлення звуку при ударі по цеглині молотком

зазор між косинцем і гранню. За результат приймають найбільший із всіх отриманих результатів.

Відхил від площинності виробу визначають щупом або лінійкою, прикладаючи одну сторону металевого косинця до ребра виробу, а іншу – уздовж кожної діагоналі грані і вимірюючи найбільший зазор між поверхнею і ребром косинця з погрешністю до 1 мм згідно наведеної схеми на рисунку 1.2.

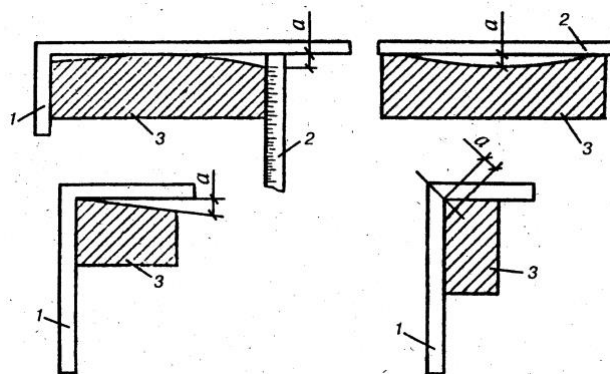


Рис. 1.2. Схема виміру викривлень поверхні та ребер цегли:

1 – сталевий косинець; 2 – сталева лінійка; 3 – цегла

За результат вимірювань приймають найбільший із всіх отриманих результатів. Граничні відхилення від номінальних розмірів і допустимі дефекти зовнішнього вигляду виробів не повинні перевищувати на одинарному виробі величин, наведених у таблиці 1.1. Отримані показники заносять у графу таблиці «Результати випробувань», які у подальшому порівнюють із вимогами стандарту і роблять висновок про якість виробу.

Для рядових виробів вапняні включення («дутики»), які викликають руйнування виробів або їх поверхонь, або відколки на їх поверхні розміром від 5 мм до 10 мм у кількості більше трьох на одному виробі, не допускаються.

Таблиця 1.1

Граничні відхилення від номінальних розмірів і допустимі дефекти

№ п/п	Найменування показника	Допустимі значення відхилів	Результати випробу- вання
1	Відхилення від розмірів, мм, не більше: – для цегли та каменю: за довжиною за шириною за товщиною	± 5 ± 4 ± 3	
2	Відхилення від прямолінійності ребер і площинності граней виробу, мм, не більше: – за постіллю – за ложком – за поперечником	3 4 –	
3	Відхилення від перпендикулярності суміжних граней, мм, не більше: – для цегли і каменю	3	
4	Відбитості кутів завглибшки більше 15 мм, шт.	2	
5	Відбитості кутів завглибшки від 3 до 15 мм, шт.	4	

6	Відбитості ребер завглибшки більше 3 мм і завдовжки більше 15 мм, шт.	2	
7	Відбитості ребер завглибшки не більше 3 мм і завдовжки від 3 мм до 15 мм, шт.	4	
8	Окремі посічки сумарною довжиною, мм — для цегли	не нормується	
9	Тріщини завширшки більше 0,5 мм, протяжністю до 30 мм за постіллю повнотілої цегли і порожнистих виробів не більше ніж до першого ряду пустот (завглибшки на всю товщину цегли чи $\frac{1}{2}$ товщини поперечної чи ложкової грані каменів), шт., не більше:	2	
10	Висоли	—	

Примітка 1. Тріщини між порожнинами не є дефектом.

Примітка 2. Відбитості кутів менше 3 мм і відбитості ребер завглибшки менше мм не є дефектом.

Примітка 3. Для рядових виробів допускається чорна середина та контактні плями на поверхні.

Примітка 4. Тріщини завширшки менше 0,5 мм не є дефектами.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення водопоглинання керамічної цегли

Водопоглинання – це здатність матеріалу вбирати та утримувати в собі воду. Його визначають за масою або об'ємом. Водопоглинання повнотілої керамічної цегли повинне бути не менше 8 %; для порожнистих виробів – не менше 6 %, що забезпечує краще зчеплення цегли з розчином кладки.

Мета роботи: експериментальним випробуванням визначити водопоглинання керамічної цегли згідно з методикою ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.

Прилади: ваги циферблатні, електрошафа сушильна, бак з водою.

Сутність роботи: встановити відповідність визначеного показника водопоглинання керамічної цегли вимогам ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN771-1:2003, NEQ) Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови.

Методика випробування:

Випробування цегли за водопоглинанням виконують шляхом насичення зразків у воді при $t=15-20^{\circ}\text{C}$ протягом 48 годин або в киплячій воді протягом 4 годин.

Зразки цегли в кількості 5 штук, перед випробуванням висушують до постійної маси у електрошафі при температурі 105°C і зважують після їх охолодження.

Зразки укладають на ґрати в посудину з водою температурою $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ в

один ряд за висотою із зазорами між ними не менше 20 мм так, щоб рівень води був вище за верх зразків на (20–10) мм.

Зразки витримують у воді (48±1) годин, потім зразки виймають, обтирають вологою губкою або тканиною та зважують. Масу води, яка витекла із зразка на чашу ваг, включають у масу зразка, насиченого водою. Зважування кожного зразка повинно бути закінчено не пізніше 2 хвилин після його витягнення із води.

Водопоглинання зразків за масою у відсотках визначають за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100;$$

де: m_1 – маса зразка насиченого водою, г;

m – маса зразка, висушеного до постійної маси, г.

Водопоглинання обчислюють як середнє арифметичне значення результатів випробувань п'яти зразків, розрахованих з точністю до 1 %.

Вихідні дані та результати обчислень заносять до таблиці 2.1 та роблять висновок відповідності показника водопоглинання керамічної цегли вимогам стандарту.

Таблиця 2.1

Вихідні дані та результати обчислень

№ п/п	Маса цегли, г		Водопоглинання W, %
	сухої m, г	водонасиченої m ₁ , г	
1			
2			
3			
4			
5			
Середнє			

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 Виготовлення зразків та визначення марки керамічної цегли

Марку цегли визначають за межею міцності при стиску і вигині підготовлених і випробуваних на гідравлічному пресі зразків.

Мета роботи: підготувати та випробувати зразки з керамічної цегли на стиск та згин відповідно методикам ДСТУ Б В.2.7-248:2011 (ГОСТ 8462-85, MOD) Матеріали стінові. Методи визначення границь міцності при стиску та згині.

Прилади: прес гідравлічний ПСУ-20, штангенциркуль.

Сутність роботи: встановити марку зразків з керамічної цегли за обчисленими результатами границь міцності при стиску та згині згідно додатку 1.

Методика випробування:

а) Визначення границі міцності при стиску.

Для випробування відбирають 10 або 5 штук зразків керамічної цегли. Межу міцності визначають на зразках які складаються з двох цілих цеглин, чи з двох його половинок. Цеглину розпилюють навпіл по ширині на 2 частини. Готують цементно-піщаний розчин в рівних частинах за масою: портландцементу марки 400 та піску, просіяного через сито із сіткою № 1,25 (В/Ц = 0,4...0,42). Цілу цеглу, або половинки цегли повністю занурюють у воду на 1 хвилину. Далі на горизонтально встановлену пластину укладають лист паперу, шар розчину товщиною не більшою за 5 мм і першу цеглу чи половинку цегли, знову шар розчину і другу цеглу чи другу половинку цегли (але таким чином, щоб поверхні розпилу були направлені в протилежні сторони). Верхню частину зразка покривають розчином і притискають скляною пластинкою, змоченою водою. Знімають надлишки цементно-піщаного розчину. Таким чином виготовляють 5 зразків з керамічної цегли (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Процес підготовки зразка з керамічної цегли для визначення міцності при стиску

Зразки до випробування слід витримувати 3 доби в приміщенні лабораторії при температурі $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ і відносній вологості повітря 60–80 %. Надалі зразки почергово обмірюють та встановлюють між двома плитами гідравлічного пресу обов'язково по центру і випробують їх на стиск до моменту руйнування (рис. 3.2а).

Після випробування визначають границю міцності при стиску за формулою:

$$f_{\text{ст}} = \frac{P}{F}, \text{ кгс/см}^2, \text{ МПа}$$

де: P – руйнівне навантаження, кгс;

F – площа поперечного перерізу зразка, см^2 , $[1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}]$

Середнє значення границі міцності при стиску обчислюють як середнє арифметичне з результатів випробування п'яти зразків. Крім того, записують мінімальний показник.

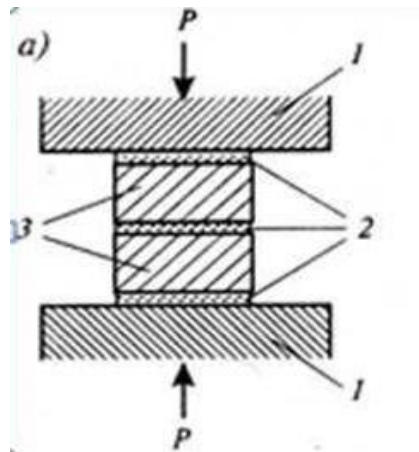


Рис. 3.2а. Випробування зразка цегли на стиск; а) схема випробування цегли на стиск: 1 – верхня та нижня плити пресу, 2 – цементно-піщаний розчин (3–5 мм), 3 – половинки цегли

б) Визначення границі міцності при згині

Границю міцності при згині визначають шляхом випробування на гідравлічному пресі цілої цегли, укладеної пліском на дві опори, розташовані на відстані 200 мм одна від одної. Опори повинні мати закруглення з радіусом 10...15 мм. Навантаження передають на середину цегли через опору з таким же закругленням (рис. 3.2б).

Для щільнішого прилягання зразка до опор на цеглині укладають три смужки з цементно-піщаного розчину шириною 20...30 мм: дві смужки – на місцях, де спираються нижні опори, одну під опору, яка передає навантаження. Зразки витримують 3 доби перед випробуванням.

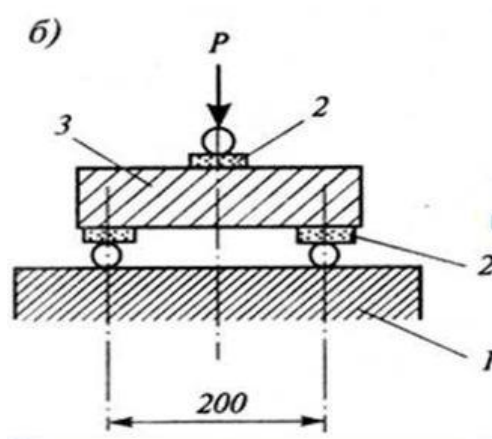
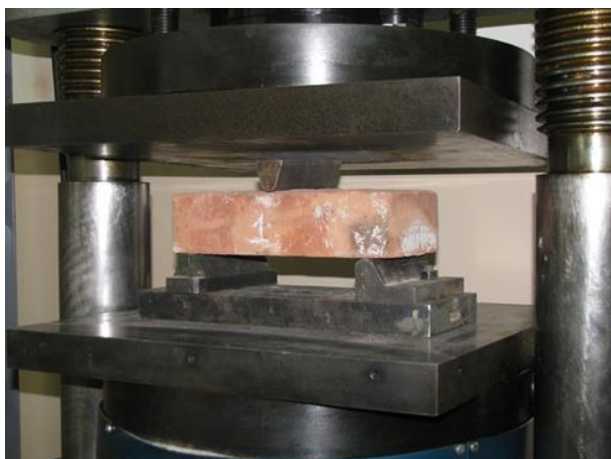


Рис. 3.2б. Випробування зразка цегли на згин, б) схема випробування цегли на згин 1 – нижня плита пресу; 2 – смужки з цементно-піщаного розчину; 3 – зразок цегли

Границю міцності при згині визначають за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{3 \times P \times l}{2 \times b \times h^2}; \text{ кгс/см}^2, \text{ МПа}$$

де: P – руйнівне навантаження, кгс;

l – відстань між опорами, см;

b, h – ширина і висота поперечного перерізу зразка, см

За кінцевий результат приймаємо середнє арифметичне значення з п'яти визначень. Також записуємо мінімальний показник.

Результати обчислень заносять до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

**Вихідні дані та результати обчислень при випробуванні
зразків на стиск та згин**

№ п/п	Руйнівне зусилля при згині, P , кгс	Границя міцності, R , МПа	Площа стиску, F , см ²	Руйнівне зусилля при стиску, P , кгс	Границя міцності, R , МПа	Марка цегли
1						
2						
3						
4						
5						

Марку цегли встановлюють згідно наведеної таблиці додатку 1 та роблять висновок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Наведіть розміри та види керамічної цегли.
2. Які технічні властивості керамічної цегли характеризують її якість?
3. Яким чином встановлюють ступінь випалу керамічної цегли?
4. Що є дефектами керамічної цегли?
5. Надайте вимоги стандарту цегли за водопоглинанням.
6. Наведіть схеми та формули визначення границь міцності при стиску та згині.
7. За якими результатами випробувань встановлюється марка цегли?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Марка виробів	Границя міцності, МПа			
	при стиску, МПа		при згині, МПа	
	всіх виробів, крім крупноформатних каменів		цегли напівсухого пресування та порожнистої цегли	
	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка
300	30	25	3.4	1.7
250	25	20	2.9	1.5
200	20	17.5	2.5	1.3
175	17.5	15	2.3	1.1
150	15	12.5	2.1	1.0
125	12.5	10	1.9	0.9
100	10	7.5	1.6	0.8
75	7.5	5	1.4	0.7

Додаток 2

ПРИКЛАДИ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ВИРОБІВ

1. Цегла керамічна рядова повнотіла розмірами 250 мм×120 мм×65 мм (1 НФ), марки за міцністю 100, густиною 1650 кг/м³, марки за морозостійкістю F-25, за ефективною сумарною питомою активністю природних радіонуклідів, клас 1:

Цегла КРПв – 1 НФ-М 100-1650-F-15-1 – ДСТУ Б В.2.7.-61:2008.

Примітка: в умовних позначках лицьових виробів замість літери «Р» вводиться літера «Л».

2. Цегла керамічна рядова порожниста розмірами 250 мм×120 мм×65 мм (1 НФ), марки за міцністю 150, густиною 1480 кг/м³, марки за морозостійкістю F-35, за ефективною сумарною питомою активністю природних радіонуклідів, клас 1:

Цегла КРПр – 1 НФ - М 150 – 1480-F-35-1 – ДСТУ Б В.2.7.-61:2008.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN 771-1:2003, NEQ) Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови. – На заміну ДСТУ Б В.2.7-61-67; Надано чинності 25.12.2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 27 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів. На заміну ГОСТ 7025-91; Надано чинності 12.03.1997. – К.:Держкоммістобудування України, 1997. – 27 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-248:2011 (ГОСТ 8462-85, MOD) Матеріали стінові. Методи визначення границі міцності при стиску та згині. На заміну ГОСТ 8462-85; Надано чинності 30.12.2000. – К: Мінрегіон України, 2012. – 11 с.

Навчально-методичне видання

Громова Олена Вячеславівна
Зінкевич Андрій Миколайович
Афанасьєва Тетяна Іванівна

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Редактор А. В. Безверхня
Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 0,93. Обл.-вид. арк. 0,94
Тираж 2 пр. Зам. № 138

Український державний університет
науки і технологій
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010