

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра будівництва та професійної освіти

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: **«Дослідження властивостей цегли з бетону на
цементному в'язучому»**

КРМ.192 БЦмд_21 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Технології будівельних конструкцій,
виробів і матеріалів» спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ступеня вищої освіти магістр групи
192БЦмд_21
Семенюта Владислав Ярославович
Керівник: Шульгін В.В.

Полтава 2024 року

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Цегла, як ефективний стіновий матеріал.....	6
1.2 Морозостійкість як фактор довговічності будівельних матеріалів.....	17
1.3 Підвищення морозостійкості цегли в процесі експлуатації.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
3.1 Приготування зразків.....	27
3.2 Проведення дослідів.....	28
3.3 Метод визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні і відтаюванні.....	32
3.5 Методика визначення вологості цегли з бетону на цементному в'язучому.....	33
3.6 Методика визначення густини цегли з бетону на цементному в'язучому.....	33
3.7 Методика визначення міцності при стиску зразків цегли.....	34
3.8 Планування дослідів з використанням математико-статистичних методів.....	34
РОЗДІЛ 4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	36
4.1 Визначення технічних характеристик цегли циліндрової на цементному в'язучому.....	36
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	39
5.1 Визначення міцності і вологості контрольних зразків в сухому стані.....	39
5.2 Визначення міцності, вологості і середньої густини контрольних зразків в вологому стані.....	41
5.3 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із цегли після 15 циклів заморожування-відтавання.....	43
5.4 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із цегли після 15 циклів заморожування-відтавання.....	46
5.4.1 Результати експерименту після 25 циклів заморожування-відтавання ...	46
5.5 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із цегли після 50 циклів заморожування-відтавання.....	49
5.6 Результати експерименту після 75 циклів заморожування-відтавання.....	52
5.7 Результати експерименту після 100 циклів заморожування-відтавання.....	56
5.8 Зведені результати досліджень.....	63
5.9 Дослідження впливу вологості та кількості циклів заморожування на міцність при стиску зразків.....	64
5.10 Зміна міцності зразків від кількості циклів заморожування при вологості зразків 80%.....	66

РОЗДІЛ 6 Охорона праці та безпека життєдіяльності	67
РОЗДІЛ 7 Висновки та рекомендації за результатами досліджень	69
Список використаних джерел	70

ВСТУП

В наш час існує багато сучасних нових матеріалів, які мають безліч позитивних властивостей. Велика кількість сучасних будівельних матеріалів завозят нам із закордону, але не можна забувати про існуючі матеріали які людство використовує вже багато століть – це цегла.

Цегла є одним з найдавніших будівельних матеріалом, відома людству вже більше 4000 років, зручна в роботі, виготовленні і довговічна. Керамічна цегла - один з найдавніших будівельних матеріалів, технології виробництва якої удосконалюється до теперішнього часу з метою поліпшення споживчих властивостей, зниження витрат на виготовлення, підвищення продуктивності праці, зменшення викидів, що забруднюють атмосферу. Але зараз існує велика кількість технологій виробництва інших різновидів цегли.

Якщо керамічну цеглу формують з глини (як правило з різними функціональними добавками) і піддають випалюванню. Основою для виготовлення силікатної цегли служить суміш кварцового піску, вапна і води. Ціх двох видів регламентуються різними ДСТУ, і будівельники дуже завод "Фагот" існує більше 20 років і за цей час придбав стійку чітко проводять між ними різницю.

Дуже важлива характеристика, що забезпечує цегляній стіні довговічність в умовах сезонних перепадів температур. Значною мірою саме вона визначає надійність і довговічність цегли. Згідно ДСТУ морозостійкість вимірюється кількістю циклів попереминого заморожування і відтавання водонасиченого зразку: чим більше циклів він здатний подолати не змінивши своїх споживчих властивостей, тим довше прослужить. Морозостійкість пов'язана з водопоглинанням, проте не завжди цегла з високим водопоглинанням володітиме низькою морозостійкістю.

Найбільш частіше у будівництві використовували звичайну керамічну та силікатну цеглу. Сьогодні для облицювання фасадів будівлі широко використовують цеглу з бетонною та цементною в'язучою заводів „ФАГОТ”, ТОВ "ДЖИ ЕНД ДЖИ КОМПАНІ" та інших виробників.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Цегла, як ефективний сировинний матеріал

Цегла є найстародавнішим будівельним матеріалом, відома людству вже більше 4000 років, але і сьогодні вона є найбільш популярним матеріалом для споруди різних конструкцій - від простих огорож до розкішних вілл. Цегла зручна в роботі, виготовлення довговічна. Зараз в світі випускається цегла більше 15000 поєднань форм, розмірів і фактур поверхні.

Одним з основних оздоблювальних матеріалів для зовнішнього облицювання будинків є облицювальна цегла. Саме зовнішня обробка надає будинку цю красу й престиж, які так цінуються в розвинених країнах. Облицювальна цегла незмінно протягом століть залишається прекрасним оздоблювальним матеріалом.

Серед облицювальних матеріалів на ринку України продукція торговельної марки ФАГОТ відрізняється красою й довговічністю, широкою оригінальністю асортиментів.

Фірма "Фігот" знайшла свій власний шлях, що дозволяє випускати високоякісну й недорогу продукцію - по-перше, це приватне підприємство, по-друге, це американська й фінська технологія виробництва цегли, а по-третє, це постійний контроль над кожною операцією [14].

Всі вироби торговельної марки ФАГОТ високої якості, стійкі до будь-яких кліматичних умов, різноманітні по фактурі, кольорам і геометричним формам, мають відмінні технічні характеристики, які наведені в таблиці 1.



Вироби торговельної марки ФАГОТ

Таблица 1





Унікальна технологія механічного відколу дозволяє одержати неповторну фактуру кожної цегли, цього неможливо досягнути, використовуючи інші технології, наприклад, пресування або лиття. Кладка з такої цегли відрізняється рельєфністю й неповторністю.

Завод "ФАГОТ" великопрофільне промислове підприємство, що займається виробництвом будівельних матеріалів більше 24 років[14].

Технологія виробництва, необхідне висадкування й промислові зразки продукції розроблені фахівцями заводу.

В 2013 р. завод перейшов на нову унікальну технологію виробництва, що дозволило значно поліпшити якість і дизайн випускаємої продукції, що, залишити далеко за конкурентів. Серед облицювальних матеріалів на ринку України й

ближнього зарубіжжя продукція заводу "ФАГОТ" відрізняється красою й довговічністю, широкою оригінальністю асортиментів.

Всі вироби заводу "Фагот" високої якості, стійкі до будь-яких кліматичних умов, різноманітні по фактурі, кольору й геометричним формам.

Технічні характеристики облицювальних матеріалів по достоїнству оцінили фахівці - будівельники України, Росії, Казахстану й інших країн.

Цегла й плитка торговельної марки "Фагот" випускається тільки з м. Червоний Промінь.

Уже більше 24 років фірма "Фагот" працює в промисловості будівельних матеріалів і весь цей час, шукає найкращі, найсучасніші й довговічні матеріали. Зараз пропонується плити з натурального каменю (піщанику). Натуральні камені володіють тим неповторним зачаруванням, що властиво живій природі. Піщаник стається до осадових порід. Цей камінь залягає шарами, що дозволяє виготовляти плити без попереднього розпилювання. До продажу пропонуються кам'яні плити неправильної форми.

Що потрібно знати людині, що вибирає облицювальну цеглу?

Насамперед, потрібно знати, що облицювальна цегла дуже сильно відрізняється від звичайної цегли.

Насамперед, своєю морозостійкістю. Морозостійкість облицювальної цегли, призначеного для облицювання стін капітальних будинків, довговічністю 100 років, повинна бути не менш 35 циклів. Після 35 циклів заморозування - розморожування втрата міцності в цеглі не повинна перевищувати 5%. Морозостійкість цокольного облицювання повинна бути не менш 50.

Вібропресовані вироби з дрібнозернистого бетону: тротуарні плити, фігурні елементи мощення, бортове каміння облицювальна цегла — знайшли широке вживання для улаштування тротуарів, садово-паркових доріжок, дитячих майданчиків зупинок громадського транспорту, стоянок автотранспорту, територій автозаправних станцій, а так само для розділення пішохідної і проїжджої частини автомобільних доріг. Вони мають велике різноманіття за формою і кольоровою гаммою, і це робить таку облицювальну цеглу дуже популярними [9].

При використанні виробів з дрібнозернистого бетону, наприклад облицювальної цегли, повинні забезпечуватися основні вимоги по морозостійкості, міцності при стиску, водопогличання.

Основне завдання з цієї роботи ставимо на вивченні і дослідженні морозостійкості дрібнозернистого бетону від впливу технологічних факторів. Морозостійкість — здатність насиченого водою матеріалу витримувати багатократне поперединне заморожування і відтавання без ознак руйнування і значного зниження міцності. Систематичні спостереження показали, що багато матеріалів в умовах поперединного насичення водою і заморожування поступово руйнуються. Руйнування відбувається у зв'язку з тим, що вода, яка знаходиться в порах матеріалу, при замерзанні збільшується в об'ємі приблизно до 9%. Найбільше розширення води при переході в лід спостерігається при температурі -4°C ; подальше пониження температури не викликає збільшення об'єму льоду. При заповненні пор водою і її замерзанні стінки пор починають сприймати значні напруження і можуть руйнуватися. Визначення марки морозостійкості матеріалу проводять шляхом заморожування насичених водою зразків при температурі від -15 до -17°C і подальшого їх відтавання при температурі -20°C . Таку низьку температуру досліду приймають з тієї причини, що вода в тонких капілярах замерзає тільки при -10°C [9].

Морозостійкість матеріалу залежить від густини і ступеня насичення пор водою, це означає, що всі щільні матеріали морозостійкі. З пористих матеріалів морозостійкістю володіють тільки такі, в яких є в основному закриті пори або вода займає менше 90% об'єму пор. Матеріал вважають морозостійким, якщо після встановленого числа циклів заморожування і відтавання в насиченому водою стані міцність його знизилася не більше ніж на 15% в порівнянні з міцністю контрольних зразків, а втрата за масою не перевищувала 5%. Якщо зразок після заморожування не мають слідів руйнування, то марку морозостійкості встановлюють по коефіцієнту морозостійкості [10].

Для морозостійких матеріалів КІ не повинен бути менше 0,94. По числу циклів попереминого заморожування і відтавання матеріалів розрізняють марки за морозостійкістю F 10, 15; 25, 35, 50, 100, 150, 200 і більше.

Міцність облицювальної цегли становить як мінімум 125 кгс/см², або М125, а бажано М150-200.

Водопоглинанням. Якщо цегла має водопоглинання понад 10%, то це не облицювальна цегла.

Облицювальна цегла, що задовольняє пропонованим до нього вимогам коштує дорожче звичайної, але й дає гарантію, що стіни побудованого будинку не почнуть руйнуватися в першу ж зиму, а простоять у цілості й справності не менш 100 років.

Міцність цегли вимірюється в такий спосіб: цегла лягає під прес і той максимальний тиск, що він витримує до руйнування, є його міцністю або маркою.

Міцність облицювальної цегли М125-М150

Міцність силікатної цегли звичайно не перевищує М200

Міцність облицювальної цегли фірми “Фагот” становить – 250 – 350 кгс/см²

Як показує досвід, цегельна кладка із силікатної або керамічної цегли легко розбирається, тому що цегла найчастіше дуже погано зчіплюється з розчином. Силікатний (і керамічний) цегла володіє високим водопоглинанням і збезводнює розчин, знижуючи його міцність.

Облицювальна цегла фірми “Фагот” дуже щільна і тому не висушує розчин, а міцно зчіплюється з ним. Кладка із цієї цегли являє собою моноліт, і розібрати її, не зруйнувавши цеглу, практично не можливо.

Точність геометричних розмірів для цегли дуже важлива. Цегла правильної геометричної форми краще пручається навантаженню й вимагає набагато менше часу для укладання.

Керамічна облицювальна цегла відрізняється дуже більшими відхиленнями від норми. Відхилення по довжині цегли іноді досягає 6 мм, а по ширині 3 - 6 мм. Це відбувається тому що, під час випалу цегла деформується й призводить до виникнення неправильної форми цегли.

Силікатна цегла має більше правильну форму, але відхилення в розмірах усе таки досягають 4 - 5 мм. Причина - деформація виробів з цукано-вапняної суміші в процесі виготовлення.

Облицювальна цегла фірми "Фагот" має правильну форму, точні розміри. Відхилення не перевищують 0,7 мм, що в шість разів точніше. Завдяки тому, що вироби формуються з безусадочної, напівсухої суміші, вони не деформуються.

Морозостійкість облицювальної цегли є одним з найважливіших показників. Морозостійкість означає - скільки циклів заморозування та разморозування може витримати цегла без порушення його структури й втрати міцності[10].

Морозостійкість цегли пручи залежить від його щільності. Чим більше в цеглі пор, тим більше води він може встати, а вода при замерзанні починає розширюватися й руйнувати цеглу. Морозостійкість стінових матеріалів для будинків 2 категорій (додатковості - не менш 100 років) повинна становити не менш 35 циклів.

Керамічна облицювальна цегла витримує, залежно від якості, від 20 - 35 циклів. Низька морозостійкість пористої керамічної цегли обумовлена ще й тим, що він являє собою пористу губку, що добре усмоктує воду, що при замерзанні розширюється й розриває цеглу. При цьому із кладки випадають цілі шматки цегли. Відремонтувати зіпсовану стіну практично неможливо. Дуже часто низька морозостійкість керамічної цегли обумовлена порушенням технологічного процесу (недопал, перепал), а так само сторонніми включеннями (вапно й ін.).

Водопоглинання є визначальним чинником для морозостійкості цегли. Водопоглинання означає, скільки води, в % співвідношенні від обсягу цегли, може увібрати в себе цегла занурений у воду. Водопоглинання цегли не повинне перевищувати нижче 6%, інакше таку цеглу практично не можливо використовувати («розчин пливе»). Перевищення водопоглинання оцінки 9% означає низьку морозостійкість цегли.

Керамічна облицювальна цегла являє собою пористу губку, що жадібно усмоктує вологу, тому що його водопоглинання досягає 15%. Пори в цеглі утворюються від випару води під час випалу. Пористість - відмінна риса всіх керамічних виробів, так що й цегла не виключення[11].

Силікатна цегла має тяж водопоглинання до 15%, що й визначає його низьку морозостійкість. Пісок являє собою нестисливий матеріал, тому силікатні вироби відрізняються високою пористістю й високим водопоглинанням.

Облицювальна цегла фірми "Фагот" має поглинання 7% - 8%, що є абсолютним рекордом із всіх відомих видів цегли. Технологія гіперпресування дозволяє позбутися від непотрібних пор і додати цеглі незвичайну щільність. Саме щільність є відмінною рисою довговічних і міцних матеріалів - мармуру, граніту, базальту й ін.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕГЛИ ФАГОТ

- Основні параметри гіперпресованої цегли:
- стандартні розміри виробу: 25х12х6,5 см;
- вага однієї цеглини при стандартному розмірі становить 4,2 кг, в середньому у таких виробів вага знаходиться в межах 1,9-1,2 т / м³;
- міцність становить від 100 до 400 кг/см²;
- теплопровідність такого цегли: від 0,43 до 1,09 Вт/(м. ° С);
- поглинання води - 3-7%;
- відноситься до групи негорючих матеріалів (НГ);
- морозостійкість - 300 циклів;

кількість поверхів з такого матеріалу не обмежена[12].

Існує кілька різновидів такого будматеріалу, угруповання можлива за кількома ознаками.

Колір облицювальної цегли грає не саму останню роль у його виборі. Кому захочеться прожити все життя в брудно-сірому будинку.

Колір керамічного облицювальної цегли залежить у першу чергу від глини, з якої він виготовлений. Гама квітів керамічної цегли не зрачає розмаїтістю - червоний, буршти, у рідких випадках жовтий. Розмаїтість спостерігається в іншому - строкатості й неоднорідне фарбування цегли.

Силікатна цегла має білий цвіт - цвіт перевелися. При бажанні силікатна цегла можна офарбити й в інші кольори, однак, в основному, силікатну цеглу це білий. У

зв'язку з тим, що силікатна цегла відрізняється шорсткою й пористою поверхнею (на відміну від керамічної цегли), він дуже швидко губить свій швіт, усмоктує в себе вуличний пил і бруд, і ставати грязно-сірим.

Якість керамічної облицювальної цегли, визначається все тією же випалювальною технологією. Ці цегли, як і люди, не схожі один на одного. Деформційна, зі строкатим фарбуванням, непаралельними гранями й оббитими кутами - керамічна цегла дуже не любить слово «якість». Крім того із за крихкості, властивим всім керамічним виробам, біля облицювальної керамічної цеглі становить від 5 - 10% напівці вивантаження, рахуюючи биті грані, кути й тріщини до 20% . Якість силікатної цегли ще нижче чим у керамічного. У зв'язку з тим, що спресувати пісок ще поки нікому не вдавалося, куточки силікатної цегли обов'язково будуть обсипатися. Кладка із силікатної цегли не вражає рівністю й чіткістю ліній. Ні яке, навіть найкраще встаткування не допоможе зробити силікатну цеглу ідеально рівним, гладким і гарним. На Заході це зрозуміли й від силікатної облицювальної цегли фактично відмовилися.

На місці вивантаження облицювальна цегла фірми 'Фагот' втрачає жодного % бою.

Грані нашої цегли гладкі й рівні до блиску. Багато замовників вважають, що ця цегла після виготовлення ще й лафується або покривається лаком. Зовсім ні. Ідеальна якість цієї цегли досягається величезним тиском, якісним готуванням суміші й надміцних сталей, використовуваними для виготовлення прес-форм. Утримай важливою якістю облицювальної цегли є його зручна укладаємость. Ця якість позначає настільки зручна цегла при виробництві цегельної кладки.

Керамічна облицювальна цегла не просто класти.

Керамічна цегла підлягає багаторазовому сортуванню по цілі, по довжині по товщині, по якості й так далі. Деформований у результаті випалу керамічна цегла вимагає величезного терпіння й силевих нервів для його укладання.

Керамічна цегла із за свого високого водопоглинання, миттєво вистмоктує воду з розчину, це визначає що щойно покладену кладку не можна підрівняти - вона миттєво застигає, крім того вистмоктування води з розчину знижує міцність із

самого розчину. не даючи йому як і раніше затвердіти. Але ж саме в перші кілька годин розчин набирає до 50% міцності, Тому кладка з керамічної цегли відрізняється такою низькою міцністю.

Керамічна пустотіла цегла для кладки вимагає в 2 рази більше розчину. що значно на 30% - 40% збільшує строки кладки.

Керамічний облицювальний камінь, як і всі керамічні вироби, дуже тендітний і тому його практично неможливо колоти для одержання шматків, 1/2, 1/4 цегли. Особливо ці страждає пустотілу цеглу, що при ударі буквально розсипається із за цю кількість бок в кладці зростає на 15% - 20%.

Силікатна цегла, так само доводиться багаторазово сортувати при кладці. Колеться силікатна цегла набагато краще, але зазвичай попадається цегла який практично не колеться, розшаровується по довжині або навіть під кутом. Робота із силікатною цеглою вимагає зусиль і міцних нервів.

Облицювальна цегла фірми "Фагот" має однотонне розцвічення, однакові розміри і якість, тому він абсолютно не вимагає ні якого сортування. Час, необхідне для його укладання, в 3 - 4 рази менше, ніж для кладки керамічної або силікатної цегли.

Кладка із цієї цегли легко піддається вирівнюванню, тому що розчин не висихає відразу, а ще якийсь час залишається рухливим.

Товщина шва при кладці ці цеглою практично не змінюється по всій довжині будинку.

Викладена кваліфікованими мулярами стіна із цієї цегли виглядає як дзеркало із рівної й гладкої поверхні.

Незважаючи на свою фантастичну міцність, облицювальну цеглу фірми "Фагот" відмінно колеться на будь - які частини. Крім того за допомогою не хитрих пристосувань його можна келати під будь - якими кутами.

Пластичний черепашник, що є основою нашої цегли легко піддається обробці - шліфуванню, випилюванню, середлінню й так далі. Це дозволяє виготовляти з нього складні архітектурні елементи прямо на лад площадці.

Щоб підкреслити ідеальні геометричні розміри нашої цегли, цвіт розчину повинен контрастувати зі кольором цегли. Жовта облицювальна цегла необхідно класти на червоному, коричневому, чорному розчині. Червона облицювальна цегла краще виглядає на білому або чорному розчині. Коричнева облицювальна цегла прекрасно сполучається з білим і червоним розчином [13].

Сіра облицювальна цегла рекомендується класти на білому розчині.

Готування кольорового розчину - для червоного розчину у звичайний розчин додається кольоровий сурик (30 кг на 1000 шт. цегли).

Для чорного розчину додають технічний вуглець (7,5 кг на 1000 шт. цегли).

Коричневий колір досягається додаванням до червоного розчину невеликої кількості сажі (технічного вуглецю).

Для білого розчину використовується білий декоративний цемент Єнакіївського цементного заводу й білий кварцовий пісок.

Зовнішній вигляд цегли фірми "Фагот" із часом і під дією сонячного ультрафіолетового випромінювання постійно поліпшує свої властивості. Кольори стають яскравіше, міцність збільшується на 10%.

Завдяки різноманітній колірній палітрі й райдужній фактурі облицювальна цегла фірми "Фагот" дійсно може прикрасити не тільки фасад будь-якого будинку, але й внутрішній інтер'єр і стати сьогоденням архітектурним пам'ятником.

У теперішній час фірма "Фагот" робить 128 видів облицювальної цегли різних квітів, фактур і форм. Знову ж на цьому можливості фірми не обмежуються. Більше того, пройшовши гігієнічне дослідження, цегла відповідає ГОСТ стандартам на ефективність радіонуклідів. Так що купуючи це дивне цегла Ви можете бути впевнені, що одержите чудовий товар, що буде приносить вам радість багато хто й багато років.

Уже більше 19 років фірма "Фагот" працює в промисловості будівельних матеріалів і весь це час, шукає найкращі, найсучасніші й довговічні матеріали. Зараз пропонується плити з натурального каменю (піщанику). Натуральні камені володіють тим неповторним зачаруванням, що властиво живій природі. Піщаник стає частиною осадових порід. Цей камінь залягає шарами, що дозволяє виготовляти

плити без попереднього розпилювання. До продажу пропонуються кам'яні плити неправильної форми.

Товщина 25-40 мм, міцність 800 кгс/м.кв, морозостійкість 200 циклів, водопоглинення не більше 5%. Плити піщанику можуть бути використані для облицювання вертикальних поверхонь: цоклів, камінів, внутрішніх і зовнішніх стін, кам'яних сходів. Плити піщанику можуть також використовуватися для облицювання горизонтальних поверхонь: підлог, рам, тротуарів, садових доріжок, внутрішніх двориків, веранд, лоджій, сходів. В обох випадках рекомендується використати металеву армовану сітку з кроком 150x150 мм. Можна додатково профарбувати шви. По місцю каміні підганяються за допомогою молотка й металевих косинця. Варто помітити, що останнім часом натуральні каміні стали дуже модним і сучасним будівельним матеріалом. Утомлені від стерильних штучних пейзажів європейці й американці, намагаються прикрасити натуральними каменями свої сади, двори й навіть внутрішні приміщення.

1.2 Морозостійкість як фактор довговічності будівельних матеріалів

Одержання довговічної морозостійкої цегли – складний і багато етапний технологічний процес.

Однак оцінка стійкості, умови зношення й експлуатації цегли, сукупність впливів, що визначають морозне руйнування, можуть бути описані тільки в деякому імовірнісному змісті, у межах довірчого інтервалу, тобто з визначеною і досить великим ступенем неточності, що з ряду об'єктивних причин не може бути переборена. Про це писав ще проф. Ю.М. Баженов на самому початку минулого століття, стверджуючи, що можливо не кількісна, а тільки якісна оцінка морозостійкості. При таких положенні не менш раціональним шляхом одержання довговічних цегли є використання не перевірочних, а чітких і строго виконуваних технологічних заходів, згрупованих у невелике число комплексів у залежності від узагальнених характеристик середовища. Реалізація заходів повинна створювати в плитці "запас по морозостійкості", що перекивав би неминучі неточності нормування і технології.

Представляється, що інший шлях, заснований на прагненні до підвищення точності прогнозу й оцінці приводить не до підвищення довговічності, а до збільшення ризику її вичерпання в ранні, до проектні строки, як це, мабуть, і відбулося в результаті вичерпання критеріїв, що западалися послідовно, протягом ряду років у стандарті ДСТУ Б В.2.7-47 (ГОСТ 10060-0).

Розповідають, що академік Т.І.Ребіндер у роботі якого обговорювалося питання про методи випробувань бетону на морозостійкість, сказав: "Бетон потрібно випробовувати на морозостійкість, і робити його морозостійким!". Що знаходиться в повній відповідності з концепцією Т.І.Ребіндера про одержання матеріалів із заздалегідь заданими властивостями.

Відзначимо, що дослідження, передбачені базовими методами ДСТУ ГОСТ 10060-1-95, відсутні, наскільки відомо, у стандартах інших країн, так само як і поділ бетону на марки по морозостійкості. Відсутні зони й у європейських нормах на бетон EN-206, і в німецькому варіанті цих норм 01 EN.

Представляється, що вимоги по морозостійкості бетону, побудовані на раціональній основі, однак для їхнього включення в норми вітрянні необхідний критичний аналіз положення, що і було однією з цілей попереднього викладу.

Вплив умов експлуатації матеріалу на його морозостійкість

Впливом умов експлуатації матеріалу на його морозостійкість займалось багато вчених з тому числі А.Є.Шейкин, Л.М.Добшиц вони прийшли до висновку, що низька якість тротуарних плиток і їхня недостатня довговічність пояснюється різними причинами. Однією з них є морозна деструкція, що викликає великі руйнування бетону у процесі служби зведених з нього конструкцій. Морозна деструкція пояснюється недостатньою морозостійкістю побудованих з цього бетону споруджень і приводить до серйозних наслідків.

У зв'язку з цим ряд організацій нашої країні і за кордоном тривалий час займаються вивченням стану споруджень з бетону побудованих у суворих умовах.

Грім вічної мерзлоти і дуже низьких температур у зимовий період, там спостерігаються великі амплітуди коливання температури навіть і межах однієї

доби, що викликає виникнення невеликих циклів або, як мінімум, одного циклу заморожування і відтаювання протягом доби.

Сукупність цих факторів у сполученні з експлуатаційними навантаженнями викликає передчасне руйнування бетону, що до того ж значно прискорюється незадовільною експлуатацією споруджень.

Розмір збитку, від передчасної деформації споруд, дуже великий. Як уже відзначалося, ліквідація наслідків морозної деструкції або запобігання її виникнення в процесі експлуатації побудованих споруджень вимагають великих матеріальних витрат. Так, для стримування деструктивних процесів, що йдуть, у бетоні шляхів і запобігання або скорочення числа циклів заморожування і відтавання було запропоновано таке дороге рішення, як зміст камер у наповненому стані при негативних температурах.

Дослідники звернули увагу на те, що, витримавши 100 циклів заморожування і відтавання, бетон втратив тільки 5% своєї міцності на стиск, у той час як міцність на вигин і розтяг різко зменшилася. Це свідчить про те, що істот на стиск, піддаваних морозному впливові, прийняті в ДСТУ і практиці досліджень, не відбивають пірої несучої здатності цих конструкцій, оскільки велика частина елементів конструкцій шляхів поряд зі стискаючими випробує також згинаючі і напруги, що розтягують.

Питаннями вивчення морозної деструкції займаються і за кордоном. Так, В.І. Літішенко, що вивчає дефекти бетону, приділяє велику увагу впливові на бетон засобів, що запобігають утворенню льоду. По його даним, за останні 10 років різні негативні впливи на дорожні конструкції катастрофічно зросли. При цьому маються на увазі вплив атмосферних умов у сполученні з застосуванням засобів, що запобігають зледенінню, якими узимку посипають дорожні плоттини.

На підставі приведених вище даних видно, що на всіх об'єктах капітального будівництва, призначених для різних цілей, споруджених у помірній і суворій кліматичній умовах, морозна деструкція є одним з основних видів руйнування цих об'єктів.

Усунення дефектів від морозної деструкції, що відбуваються в процесі експлуатації, вимагає великих ремонтно-відновлювальних робіт або повної заміни окремих конструкцій. Усі рішення по запобіганню морозного руйнування бетону або його істотному уповільненню є дорогими, трудомісткими і не дають належного ефекту.

Обстеження споруджень, виконаних з бетону, показує, що бетон часто руйнується задовго до кінця проектного терміну їхньої експлуатації. При цьому в більшості випадків руйнування є наслідком морозної деструкції тобто бетон не витримує того числа циклів змінного заморожування і відтавання, що йому належить витримувати за час експлуатації спорудження.

Таке руйнування може відбуватися по двох причинах:

- 1) при правильно призначеній нормативній марці та морозостійкості бетону дійсності не мав необхідну морозостійкість,
- 2) нормативна морозостійкість була призначена неправильно.

Результати іспиту бетонів виробничих складів і аналіз технічної документації показують, що в переважній більшості випадків бетони тротуарних плиток відповідають проектній марці по морозостійкості. Однак більшість тротуарних плиток руйнується від морозної деструкції. Це свідчить про те, що для багатьох плиток марка бетону по морозостійкості (часте число) призначається необгрунтовано.

Таким чином, існують методи призначення нормативної морозостійкості не в повному обсязі відбивають реальні умови експлуатації стінових виробів. Виходячи з вищевикладеного зрозуміло, чому бетони, що задовольняють проектним вимогам по морозостійкості, вичерпують свою довговічність і спорудження починають руйнуватися задовго до нормативного терміну служби. Це особливо яскраво виявляється в районах Західної України, де одночасне вплив таких факторів, як низькі температури повітря і велике число ясних днів у зимовий час при сильній сонячній радіації, приводить до різкої зміни реальних умов експлуатації в порівнянні з розрахунковими.

Бетони багатьох споруджень у дійсності випробують більше (іноді в кілька десятків разів) число циклів заморожування і відтавання, чим це передбачається нормами проектування, отже, у нормативних документах занижена проектна марка по морозостійкості з порівнянні з необхідною в реальних умовах. Зовсім невідомо, що радикальним рішенням даного питання є правильне призначення необхідної морозостійкості, що відповідає реальним умовам експлуатації спорудження, і забезпечення її в процесі будівництва.

1.3 Підвищення морозостійкості цегли в процесі експлуатації.

В процесі експлуатації цегла вичерпує свій ресурс морозостійкості. Це пов'язано з тим, що після проходження бетоном деякого числа циклів поперемінного заморожування і відтаювання у водонасиченому стані частина умовно замкнутих пор, які до початку циклу були заповнені газом (повітрям або пароповітряною сумішшю), заповнюються рідиною. При відтаванні бетону самостійний вихід рідини зворотню з цих пор неможливий з високого капілярного потенціалу пор геля, сточуючих такі умовно замкнуті пори. В наслідок цього чиниться перекід частини умовно замкнутих пор, які заповнює газ, в водонасичені пори, що знижує здатність бетону чинити опір послідовним циклам заморожування і відтавання, і він починає інтенсивно руйнуватися.

Був запропонований Б.А. Сефимовим метод дотяду за бетоном, який знаходиться в експлуатації, в наслідок якого початкова морозостійкість бетону в процесі експлуатації не зменшується. Фізичний зміст цього методу полягає в переводі водонасиченої в процесі експлуатації частини об'єму умовно замкнутих пор знову в пори, відкриті від рідини.

Такий метод дотяду за бетоном полягає в періодичному вакуумуванню поверхні бетону конструкцій за допомогою пересувних установок – вакуум – щитів.

Вони накладаються на поверхню бетону, морозостійкість якого необхідно підвищувати, після чого включається вакуум – насос. З поверхневого шару бетону утворюється розрядження, завдяки якому волога починає віддалятися спочатку з

відкритих пор, повністю або частково заповнених вологою, а потім з умовно замкнених.

Внаслідок такого обезводнювання умовно замкнуті пори знову починають відігравати роль резервних пор, в які знову можуть віджиматися води при заморожуванні, запобігаючи тим його руйнування. Потім проходження бетоном наступної визначеної кількості циклів поперемінного заморожування і відтавання вакуумування повторюють.

Таким чином вдається значно підвищити морозостійкість і продовжити терміни служби бетонної цегли.

Вивченням впливу вказаних факторів на морозостійкість бетонів займалися багато відомих вітчизняних та закордонних вчених. У тому числі такі науковці, як С.В. Їстоперов, Г.І. Горчаков, В.М. Москвін, О.Г. Кундєвич, В.Б. Ратінов, В.Г. Батраков, С.А. Міронов, Ф.М. Іванов, та багато інших вчених [15].

Так, М. Москвін зі своїми співробітниками, займаючись питаннями морозостійкості бетонів, досліджував вплив на неї низьких негативних температур, а також вплив, вчинений сумісною дією зовнішнього навантаження і циклів поперемінного заморожування. На підставі проведених досліджень їм теоретично оцінене внутрішнє напружене стан в бетоні, що піддається поперемінному заморожуванню і відтаванню. В. М. Москвін разом з Г. І. Батраковим запропонував застосовувати добавку ГКЖ94, що дало можливість значно підвищити морозостійкість бетону.

Г.І. Горчаков установив, що морозостійкість бетону зворотно пропорційна його капілярній пористості, і експериментально довів залежність морозостійкості від величин ступеня гідратації цементу В/Ц. Їм були проведені в лабораторії дослідження з визначення впливу на морозостійкість мінералогічного складу застосовуваних цементів.

С. В. Їстоперов, розглядаючи вплив структури цементного каменю на його морозостійкість, розділив його пори на так звані активні і пасивні і показав їх вплив на морозостійкість. Він один з перших вказав на вплив мінералогічного складу і лежалості цементу на морозостійкість бетону.

О. В. Кунцевичем проведено великі дослідження з визначення впливу на морозостійкість бетонів таких факторів, як склад, якість і витрата цементів і заповнювачів на 1 м³ бетонної суміші. О.В. Кунцевич вважає, що висока морозостійкість бетонів забезпечується не тільки обмеженням величини В/Ц, але і наявністю в бетоні визначеної системи умовнозамкнених пор, заповнених повітрям або газом. На підставі виконаних досліджень їм запропоновано спосіб прискореної оцінки морозостійкості бетонів і дані рекомендації з одержання морозостійких бетонів.

В даний час накопичено велику кількість експериментальних даних, що характеризують вплив усіх перерахованих вище факторів на морозостійкість бетонів. Однак неадекватність і суперечливість одержуваних результатів затрудняє їх використання на практиці.

На нашу думку, необхідною умовою рішення проблеми підвищення морозостійкості бетонів є одержання параметра, який дозволить би узагальнити вплив більшості перерахованих вище факторів, що робиться одночасно на морозостійкість бетону.

При переносі результатів лабораторних досліджень корозійної стійкості бетону на реальну конструкцію необхідно передбачати "запас по довговічності", який диктується багатоступінчастою технологією одержання бетону і високою дисперсією його характеристик, яка, як правило, збільшується в результаті корозійних впливів. Апаратом для визначення "запасу по довговічності" у першому наближенні може служити обчислення довірчого інтервалу відповідної характеристики бетону. Незважаючи на початкову витрату викладеного підходу, представляється, що він виправданий технічно й економічно.

У відношенні бетону, експлуатованого в умовах, де необхідна його морозостійкість, "запас по морозостійкості" створюється введенням повітряноутворюючих чи газорідляючих добавок і виконанням вимог до його складу (значення В/Ц і ін.). Ці вимоги як обов'язкові повинні бути включені у відповідні нормативні документи і замінити в значній мірі кількісну, попередню

лабораторну оцінку морозостійкості по діючому стандарту і визначення марки бетону по морозостійкості.

Організації, що по тим чи іншим причинам не виконують у комплексі всі роботи, коротко охарактеризовані в п.2, повинні доводити морозостійкість бетону, що виготовляються, прямими дослідженнями їх на багатоциклічне заморожування і відтавання при числі циклів, збільшених шляхом введення коефіцієнта надійності. Для дослідницьких цілей і експрес-оцінок у лабораторних умовах доцільно доробити відомі пропозиції по визначенню морозостійкості по характеристиці пористості і ступеня водопоглинання бетону, що дають досить надійну якісну і напівкількісну оцінку стійкості.

Численними дослідженнями до даного часу встановлений вплив різних параметрів експлуатаційного середовища, структури і складу бетону на його стійкість до циклічного впливу заморожування і відтавання, розроблені різні прямі і непрямі методи оцінки морозостійкості бетону. Разом з тим не можна вважати вирішеною проблему проектування складу морозостійкого бетону і, насамперед тому, що залишається невизначеним поняття "необхідна морозостійкість". В даний час її ототожнюють з нормованим числом циклів заморожування і відтавання водонасичених лабораторних зразків бетону до 5%-ного зчуження міцності за т.зв. маркою бетону по морозостійкості (F). Остання встановлюється в основному в залежності від числа переходів через 0°C в регіоні експлуатації конструкції і з виправленням на середню температуру холодного періоду року.

У відповідності зі стандартом України ДСТУ Б В.2.7-43 пропонується 11 марок бетону по морозостійкості з градацією 25 ... 1000 циклів від F 25 до F 1000, ДСТУ ГОСТ 10060-84 установлює 8 марок від F 50 до F 500. На практиці при лабораторних підборах складів бетону задача зводиться звичайно до забезпечення морозостійкості не в межах заданої марки, а не менш її нормованого значення. Високий ступінь умовності марок бетону по морозостійкості і недосконалість методики їхнього призначення, неодноразово критикувалася, тому що, приводить часто до неефективності трудомістких зусиль технологів по забезпеченню проектних значень F.

Відомий дослідник морозостійкості С.В. Шестоп'ялов запропонував оцінювати морозостійкість деякою умовною маркою (М), рівної добутку проектного терміну експлуатації споруди, середньорічного числа циклів заморожування і відтавання і коефіцієнта запасу міцності. Для обґрунтування умовних марок (від М-25 до М-600) їм дані рекомендації з 25 параметрів, що враховують якість вихідних матеріалів, склад бетону і технологію робіт. Однак сучасні уявлення теорії морозостійкості і практичний досвід не дозволяють погодитися в достатній мірі як із критерієм М, так і рекомендаціями з його забезпечення.

У вітчизняній і закордонній практиці при проектуванні складів морозостійких бетонів прийнято враховувати нормативні рекомендації з граничним значення В/Ц і бажаному обсягу втягнутого повітря (V).

Найбільш раціональною, на нашу думку, є система нормування морозостійкості, прийнята в США й інших країнах, де використовуються стандарти АСІ.

РОЗДІЛ 2

МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета: дослідити властивості цегли з бетону на цементному в'язучому середню густину, вологість, міцність, морозостійкість та кінетику змін її властивостей у процесі багаторазового поперединного заморожування та відтавання.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити завдання:

- дослідити властивості цегли згідно з стандартами;
- вивчити вплив вологості на показники морозостійкості;
- відпрацювати методику дослідження морозостійкості при заданих вологостях матеріалів;
- встановити залежність допустимої кількості циклів заморожування від ступеня насичення пор водою.

Об'єкт дослідження .

Об'єктом дослідження даної роботи є зразки, виготовлені з цегли на цементному в'язучому та цегла.

Предмет дослідження.

Предметом дослідження є міцність, середню густину, вологість, морозостійкість цегли та зразків вирізаних з цегли.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Приготування зразків

Для визначення морозостійкості стінових матеріалів використовувалася цегла заводу ТОВ "ДЖИ ЕНД ДЖИ КОМПАНІ" розміром 250×120×65 мм.

Цеглина розпилювалася на кубики правильної геометричної форми розміром 2×2×2 см, відшліфовувались, щоб досягти більш точних розмірів і маркувалися.

Треба виготовити 210 зразків, 60 з яких контрольні зразки – зразки, які призначені для міцності на стиск у водонасиченому стані (10 зразків) і сухому стані (50 зразків), перед початком випробовування основних зразків на морозостійкість.

Інші 150 зразків – контрольні зразки, призначені для заморожування та відтавання (випробовування).

Отже кубики готові і можна приступати до наступного етапу – маркування. Задача, яку необхідно вирішити – відібрати необхідну кількість зразків.

Кількість зразків – це дискретна величина, що залежить від трьох факторів: кількості циклів заморожування і відтавання, ступеню насичення матеріалу вологою, кількості одночасно випробовуваних зразків. Діапазон можливих значень досить широкий і потребує прийняття компромісного рішення між точністю отриманих експериментальних даних і тривалістю проведення досліджень. Це особливо важко, адже випробовування на морозостійкість тривалі, а час, відведений на виконання роботи невеликий.

При маркуванні контрольні зразки позначаються цифрами від 1 до 10 – у водонасиченому стані та від 1 до 50 – у сухому стані.

Основні зразки маркуються в залежності від їх вологості:

- 25 зразків, які випробовуються стандартно з 100 % вологістю позначаються буквою «А» з цифрами від 1 до 25;
- наступні 25 зразків, які випробовуються з надлишковою вологістю (100 % + 1 мл води) позначаються буквою «Б» і пронумеровані цифрами від 1 до 25;
- зразки з вологістю 100 % позначають В1, В2, ..., В25;

- 25 зразків з вологістю 95 % від 100 %-ї вологості позначають буквою «Г» і цифрами від 1 до 25;
- наступні 25 зразків з вологістю 90 % позначаються буквою «Д» і цифрами від 1 до 25;
- зразки з вологістю 30 % маркують як E1, E2, ..., E24.

Номери партій і зразків наносяться незмивною фарбою, фіксуються існуючі дефекти (тріщини, відколи ребер, кутів), що допускаються нормативними документами.

3.2 Проведення дослідів

Всі 210 зразків, які призначені для випробування висушувались до постійної маси в електрошафі при температурі $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Висушування зразків до постійної маси вважалось закінченим, коли різниця між двома послідовними зважуваннями в процесі висушування не перевищувала допустимої похибки 0,002 г. Перерва між двома послідовними зважуваннями була не менше двох годин.

Також вимірювалися лінійні розміри кожного зразка-кубика з похибкою не більше 0,01 мм. Вимірювання зразків виконувались штангенциркулем у відповідності з ДСТУ ГОСТ 166-2009 «Штангенциркуль. Технічні умови» [15].

Вхідні дані та результати випробувань зразків заносились в журнал випробувань окремо для кожного зразка відповідної партії.

Основні зразки партій А, В і С, що випробовувалися з 100 % вологістю на морозостійкість і 10 контрольних зразків для визначення міцності на стиск у водонасиченому стані, перед початком випробування основних зразків, насичувались водою. Водопоглинання визначалось у воді з температурою $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Зразки укладались на градки в посудину з водою температурою $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в один ряд за висотою з зазорами між ними не менше 20 мм так, щоб рівень води був вище за верх зразків на (20-100) мм і витримувались у воді до повного водопоглинання (48-72) годин.

Насичені водою зразки виймалися з води, витиралися вологою м'якою тканиною і зважувалися. Зважування кожного зразка було закінчено протягом 2 хв. після його витягнення з води.

Також були випробувані на стиск 50 зразків-кубиків в сухому стані (вигукі до постійної маси).

Результати випробовувань заносилися до журналу випробовувань.

Вологість зразків, що залишилися партії «D», «E» і «F» (95 %, 90 % і 80 % відповідно) досягалася шляхом добавлення води мірним папчиком до кубика. Набиралася відповідна кількість води для кожного зразка кубика окремо в залежності від його маси. Зразок знаходився в поліетиленовому пакеті, куди добавлялась вода і все герметично запаковувалося.

Зразки-кубики з партії «B», що були з 100 % вологістю також герметично запаковувалися.

До кубиків з партії «C», які мали 100 % вологість добавляли ще 1 мл. води для створення надлишкової вологості і герметично запаковували.

Кубики з партії «A» випробовувалися на морозостійкість стандартно, без упакування в пакети.

Після герметичного упакування всі зразки-кубики зважувалися і результати зважувань заносилися до журналу випробовувань.

Всі 150 зразків-кубиків завантажувалися в морозильну камеру на сітчастий стелаж камери таким чином, щоб відстань між зразками і вищими стелажми була не менше 50 мм.

Початком заморозування вважали момент установа в камері температури мінус 16 °C.

Температура повітря в морозильній камері вимірювалася в центрі її об'єму у безпосередній близькості від зразків.

Заморозування зразків проводилось при температурі в камері мінус $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Тривалість одного заморозування зразків при температурі повітря в камері мінус $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ була не менше 2 годин без перерви в процесі одного заморозування.

Зразки-кубики з партії «А» після заморожування відтавали у ванні з водою при температурі $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Відтавання проводилося в посудині з водою, де розміщувалися на сітчастому стелажі кубики, а шар води над зразками був не менше 50 мм. Зразки з інших партій відтавали на повітрі. Одн. цикл випробувань не перевищував 24 години.

При вимушеній перерві у випробуванні зразки залишалися у воді (на повітрі) не більше 5 діб. При проведенні випробування на морозостійкість зразки оглядалися через кожні 5 циклів, при черговему заморожуванні і відтаванні від 15 до 25 циклів і через кожні 10 циклів при 35 і більше циклів безпосередньо після їх відтавання. При цьому контролювався стан зразків і їх руйнування: поява тріщин, відколів, злучення поверхні, викришування, розшарування.

Після 15, 25, 50, 75, 100 циклу заморожування і відтавання з кожної партії відбиралося по 5 зразків і робилася оцінка морозостійкості за зовнішнім виглядом, втратою маси і втратою міцності на стиск.

При оцінці морозостійкості за зовнішнім виглядом (ступенем пошкоджень) зразки вважалися такими, що витримали випробування, якщо після потрібного числа циклів випробувань вони не руйнувалися або на їх поверхні не було виявлено видимих пошкоджень (розшарування, лущення, відколи, наскрізні тріщини, викришування), що допускаються нормативними документами.

Втрата маси зразків (Δm_i) у відсотках обчислювалася за формулою:

$$\Delta m_i = (m - m_1 / m) \times 100, \quad (2.1)$$

де m – маса зразка-кубика насиченого водою, г;

m_1 – маса зразка насиченого водою, після потрібного числа циклів випробувань, г.

За значенням втрати маси (Δm_i) зразків приймали середньоарифметичне значення результатів визначення втрати маси всіх зразків, розраховане з точністю до 1 %.

Зразки вважалися такими, що витримали випробування, і їх марка за морозостійкістю відповідала такій, що вимагається, якщо втрата маси після

випробування не перевищує нормативних границь, які встановлюються діючими нормативними документами на цеглу і становить не більше 5 %.

Втрата міцності (ΔR) зразків-кубиків на стиск у відсотках обчислювалася з точністю до 1 % за формулою:

$$\Delta R = (R_k - R / R_k) \times 100, \quad (3.2)$$

де R_k – середньоарифметичне значення границь міцності на стиск контрольних зразків, МПа;

R – середньоарифметичне значення границь міцності на стиск основних зразків після потрібного числа циклів випробувань, МПа.

Марка зразків за морозостійкістю відповідає такій, що вимагається, якщо втрата міцності основних зразків після випробування не перевищує нормативних границь, що встановлені діючими нормативними документами на матеріали і становить не більше 15 %.

Послідовність випробувань зразків наведена у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Послідовність випробувань зразків



3.3 Метод визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні і відтаюванні

Випробування за даним методом проводяться за стандартом
В.2 7-49-96 [17].

ДСТУ Б

Даний стандарт поширюється на важкі дрібнозернисті і легкі бетони, крім легких із середньою густиною менше D 1500, та щільні шпекатні бетони.

Стандарт установлює базовий для бетонів дорожніх і аеродромних покриттів (другий) і прискорені для всіх видів бетонів (другий і третій) методи визначення морозостійкості при багатрразовому заморожуванні і відтаюванні у розчині солі.

3.5 Методика визначення вологості цегли з бетону на цементному в'язучому

Загальні вимоги до методу визначення вологості бетонів за ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [14]

Вологість зразків вирізаних із цегли окремого зразка по масі W_m в відсотках визначають з похибкою до 0,1 % по формулі:

$$W'_m = \frac{m_s - m_c}{m_c} \times 100 \quad (3.3)$$

де m_c – маса висушеного зразка, г;

m_b – маса вологого зразка, г.

Вологість бетону окремого зразка по об'єму W_o в відсотках визначають з похибкою до 0,1 % по формулі

$$W_o = \frac{W'_m \rho_o}{\rho_s} \quad (3.4)$$

де ρ_o – густина сухого бетону, кг/м³

ρ_l – густина води дорівнює 1 г/см³

3.6 Методика визначення густини цегли з бетону на цементному в'язучому

Загальні вимоги до методу визначення густини бетонів – по ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [14]

Густину бетону визначають випробуванням в стані нормальної вологості або нормованому вологому стані: сухому, повітряно-сухому, нормальному, водонасиченому.

Густину бетону зразка ρ_w визначають з похибкою до 1 кг/м³ по формулі:

$$\rho_w = \frac{m}{V} \times 1000, \quad (3.5)$$

де m – маса зразка, г;

V – об'єм зразка, см^3 .

Густину бетону серії зразків визначають як середнє арифметичне значення результату випробування зразків серії.

Густину бетону при нормованому вологому стані ρ_n в $\text{кг}/\text{м}^3$ визначають по формулі:

$$\rho_n = \rho_w \frac{1 + \frac{W_n}{100}}{1 + \frac{W_m}{100}}, \quad (3.6)$$

де ρ_w – густина бетону при вологості W_m , $\text{кг}/\text{м}^3$;

W_n – нормована вологість бетону, %;

W_m – вологість бетону в момент випробування, визначена по ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [14], %

3.7 Методика визначення міцності при стиску зразків цегли

Міцність при стиску цегли визначається за ДСТУ Б В.2.7-214:2010 [16]. Для чого виготовляються або вирізаються зразки куби або циліндри.

Після випробуванні на стиск зразки – куби і циліндри встановлюють однією з вибраних граней на нижню опорну плиту преса (або випробувальної машини) центральної відносно його продольної вісі, використовуючи риски, нанесені на плиту преса, додаткові сталіні плити або спеціальний центруючий пристрій.

3.8 Планування дослідів з використанням математико-статистичних методів

При проведенні дослідів у залежності від умов задачі усі фактори варіюються або на трьох рівнях – середньому (головному), нижньому та верхньому, відстоящих від головного на однакову величину, яка має назву інтервал варіування, або на двох рівнях – верхньому та нижньому.

Для спрощення записів та послідовних розрахунків верхній рівень факторів позначається символом (+ 1), середній (0), а нижній (- 1). В роботі використаний двох факторний план. Матриця проведення досліджень наведена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Матриця проведення експериментів

№ досліджу	Матриця планування (X _i)		Взаємодія (X _i X _j)	Властивості зразків (вихід)	
	X ₁	X ₂		R _{ст}	Морозостійкість, цикли
1	+	+	+		
2	-	+	-		
3	+	-	-		
4	-	-	+		
5	1	0	0		
6	-1	-1	-1		
7	0	1	0		
8	0	-1	0		
9	0	0	0		
10	0	0	0		
11	0	0	0		

Результати дослідів обробляються з використанням методів математичної статистики за допомогою ПЕОМ. Отримане алгебраїчне рівняння, відображає зв'язок між досліджуєми властивостями матеріалів і вихідними факторами.

Рівняння має вид:

$$Y_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{12} x_1 x_2 \quad (3.7)$$

Дальше проводиться перевірка рівняння на адекватність за критерієм

Фішера $F_p < F_{т.}$

ГОЗДЛ4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Визначення технічних характеристик цегли лицьової на цементному в'язучому

Властивості цегли на цементному в'язучому визначали на цеглі виробництва ТОВ "ДЖИ ЕНД ДЖИ КОМПАНІ" адреса виробництва: Полтавська область, Полтавський район, с. Гора, вул. Фермерська, 34, проведено згідно методик досліджень, наведених в розділі 3. Результати випробувань цегли лицьової на цементному в'язучому наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Результати випробувань цегли лицьової на цементному в'язучому

№ п.п.	ДСТУ Б В.1.3-1-28	Найменування показників	Значення показників згідно НД на продукцію	Фактично одержані результати випробу- вань	Нормативни й документ на метод ви- пробування, пункт НД	Похибки засобів вимірюванн я або методів випробу- вань	
1		2	3	4	5	6	7
п. 3.5		Номінальні розміри виробів					
		Довжина, мм	250	252	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
		Ширина, мм	120	121	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
		Висота, мм	65	65	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
п. 3.5		Допустимі відхили від номінальних розмірів					
		По довжині, мм	±3	±1	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
		По ширині, мм	±2	±1	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
		По висоті, мм	±2	0	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо- -відає
п. 3.7		Товщина зовнішніх стінок порожнистих виробів	не менше 20 мм	До виробу не відноситься			

	повинна бути					
п.3. 8	За середньою густиною вироби у сухому стані поділяють на	легкі – густиною до 1400 кг/м ³ включно, полегшені – густиною понад 1400 кг/м ³ до 1650 включно, важкі – густиною понад 1650 кг/м ³	2084 кг/м ³	ДСТУ Б В.2.7-42	±1%	Відпо-відає
п. 4.2	Відхили від прямолінійності і ребер і площинності граней, мм	не більше 2	1	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо-відає
	Відбитості кутів завглибшки від 10 мм до 15 мм на цеглі або камені, шт.	не більше 1	1	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо-відає
	Відбитості і притуплення ребер завглибшки від 5 мм до 10 мм на цеглі або камені, шт.	не більше 1	1	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	±1мм	Відпо-відає
	Відбитості і притуплення ребер і кутів на блоці, завглибшки від 5 мм до 20 мм і протяжністю по ребру до 100 мм, шт.	не більше 2	До виробу не відноситься			
	Загальна кількість виробів із тріщинами, які перетинають ребро, і половняка, % від партії	не більше 4	2	ДСТУ-Н Б В.1.3-1	-	Відпо-відає
п.4.3	Границя міцності при					

	стиску по перерізу, МПа,					
	середня для трьох випробувань	не менше 20	22,8	ДСТУ Б В.2.7-248	± 10 Н	Відпо-відає
	найменша для окремих випробувань	не менше 15	19,3	ДСТУ Б В.2.7-248	± 10 Н	Відпо-відає
п. 4.8	Маса однієї цеглини	не повинна перевищувати 4,4 кг	4,130 кг	ДСТУ Б В.2.7-7	± 5 г	Відпо-відає
п. 4.9	Морозостійкість, циклів	25	25	ДСТУ Б В.2.7-42	$\pm 2\%$	Відпо-відає
п. 4.10	Водопоглинання, %	Не менше 6 і не більше 15	12,4	ДСТУ Б В.2.7-42	± 5 г	Відпо-відає

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

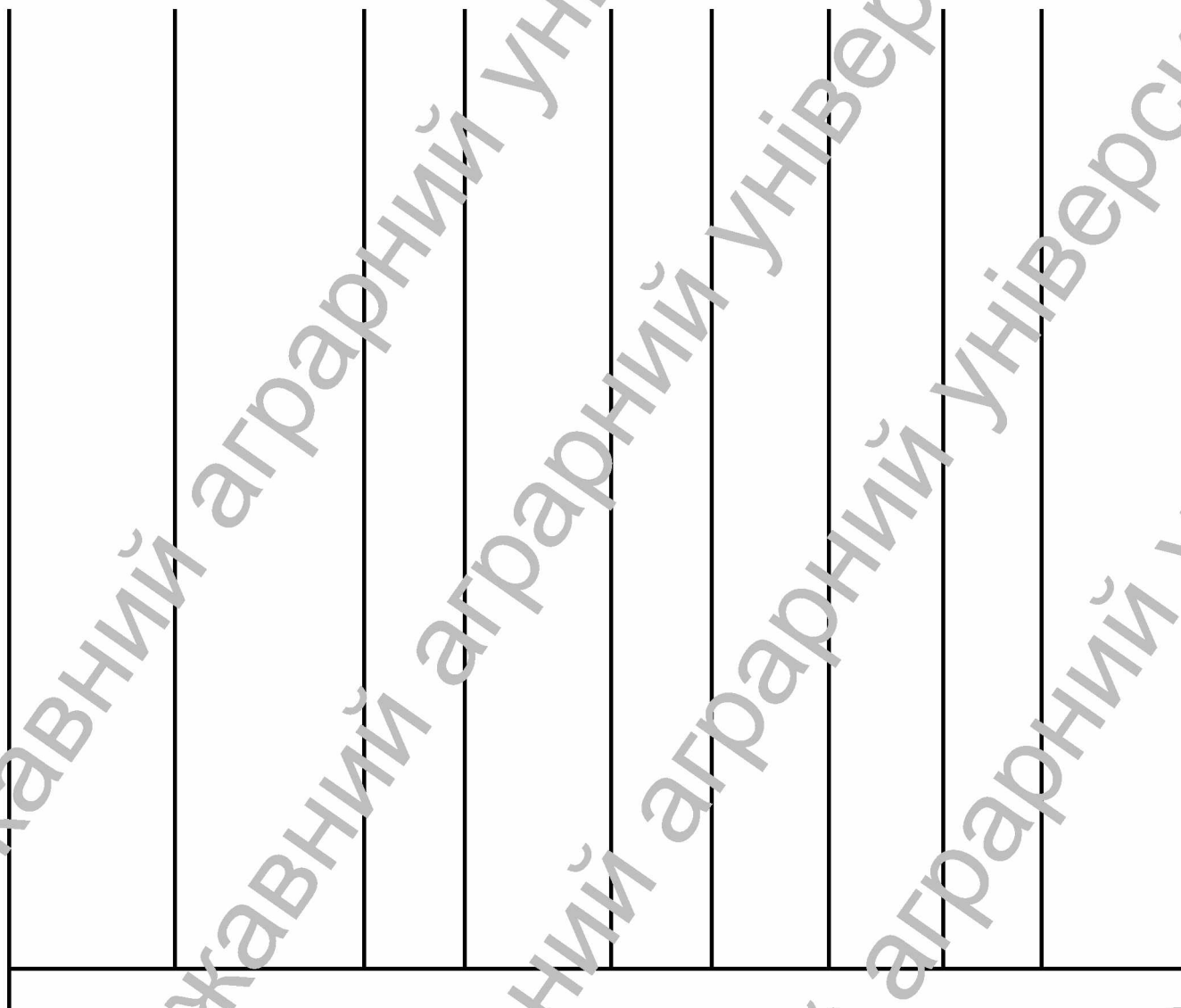
В результаті проведення експериментів за описаною методикою з розділу отримані результати експериментально-статистичних досліджень властивостей зразків вирізаних з цегли та їх статистичний аналіз.

5.1 Визначення міцності вологості контрольних зразків в сухому стані.

Результати випробувань 50 контрольних зразків в сухому стані наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Результати випробувань 50 контрольних зразків в сухому стані

[illegible]



Отримані результати оброблені в програмі Statistica 12 і статистичні характеристики міцності при стиску сухих зразків наведені на рис. 5.1.



Рисунок 5.1 Статистичні характеристики міцності при стиску сухих зразків

Після оброблення результатів ми визначили, що середня густина зразків $2,1 \text{ г/см}^3$, а середнє значення міцності при стиску $25,75 \text{ МПа}$. На рисунку наведено перевірку нормальності результатів досліджень. Частотна гістограма ящикова, діаграма нормально ймовірного графіку. Отримані дані підпорядковані нормальному розподілу

4.2 Визначення міцності, вологості і середньої густини контрольних зразків в вологому стані

Результати випробувань 10 контрольних зразків в вологому стані наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 Результати випробувань 10 контрольних зразків в вологому стані

№ зразка	Міцність при стиску, МПа				Вологість, %				Густина, г/см³		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Середнє значення											

Др. М сух. зр. гр. – маса сухого зразка, гр.;

M вол. зр. гр. - маса вологого зразка, гр.;

A, B, H – довжина, ширина, висота зразка, мм;

V , см^3 - об'єм зразка, см^3 ;

A , см^2 - площа руйнівної поверхні зразка, см^2 ;

ρ_m , г/см^3 - середня густина, г/см^3 ;

F , кгс - руйнівне навантаження, кгс ;

R , МПа – границя міцності при стиску, МПа.

Після оброблення результатів даного експерименту ми визначили, міцність при стиску вологих зразків 21,58 МПа, а водопоглинання за масою складає 14,81 %.

- Партія «А» 25 зразків, що випробовуються стандартно;
- Партія «Б» 25 зразків, що випробовуються з надлишковою вологістю упаковані, таблиця 4.4;
- Партія «В» 25 зразків, що випробовуються з вологістю 100 % упаковані, таблиця 4.5;
- Партія «Г» 25 зразків, що випробовуються з вологістю 95 % упаковані, таблиця 4.6;
- Партія «Д» 25 зразків, що випробовуються з вологістю 90 % упаковані, таблиця 4.7;
- Партія «Е» 25 зразків, що випробовуються з вологістю 80 % упаковані, таблиця 4.8;

5.3 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із дегли після 15 циклів заморозування-відтавання.

Визначення властивостей зразків проводилося у відповідності з розділом 3. Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю, що випробовувались стандартно після 15 циклів заморозування-відтавання наведено в таблиці 5.1 :

Таблиця 5.3 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю

Результати визначення вологості та міцності зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 15 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.2:

Таблиця 5.2 Результати визначення вологості та міцності зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 15 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 15 циклів заморожування-відтавання відтавання наведено в таблиці 4.4:

Таблиця 5.4 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %,

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 15 циклів заморожування-відтавання відтавання наведено в таблиці 5.5:

Таблиця 5.5

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 15 циклів заморожування-відтавання відтавання наведено в таблиці 5.6:

Таблиця 5.6 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %

Результати експериментальних досліджень зразків після 15 циклів заморожування-відтавання.

1. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Великий розкид щільності.

5.4 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із партії після 15 циклів заморожування-відтавання.

5.4.1 Результати експерименту після 25 циклів заморожування-відтавання

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю, що випробовувались стандартно після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 5.7 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.8 :

Таблиця 5.8 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.9:

Таблиця 4.9 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.10:

Таблиця 5.10 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.11:

Таблиця 5.11 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 80%

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 25 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.12 .

Таблиця 5.12 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %

Результати експериментальних досліджень зразків після 25 циклів заморожування-відтавання:

1. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Дуже великий розкид міцності.

5.5 Визначення вологості і міцності зразків виготовлених із цегли після 50 циклів заморожування-відтавання

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю, що випробовувались стандартно після 50 циклів заморожування-відтавання наведено в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 50 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.14:

Таблиця 5.14 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б»

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 50 циклів заморожування-відтавання наведені у таблиці 5.15:

Таблиця 5.15 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 50 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 4.16:

Таблиця 5.16 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 50 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 4.17.

Таблиця 5.17 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 50 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %

Результати експериментальних досліджень зразків після 50 циклів заморожування-відтавання:

4. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
5. Втрати маси не перевищують 5 %;
6. Великий розкид міцності.

5.5 Результати експерименту після 75 циклів заморожування-відтавання

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю, що випробовувались стандартно після 75 циклів заморожування-відтавання наведені у таблиці 5.19.

Таблиця 5.19 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 75 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.20

Таблиця 5.20 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Б» з надлишковою вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 75 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.21.

Таблиця 5.21 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 75 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.22.

Таблиця 5.22 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 75 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.22.

Таблиця 5.22 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 75 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 4.23.

Таблиця 5.23 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %

Результати експериментальних досліджень зразків після 75 циклів заморожування-відтавання:

7. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
8. Втрата маси не перевищує 5 %;
9. Дуже великий розкид міцності.

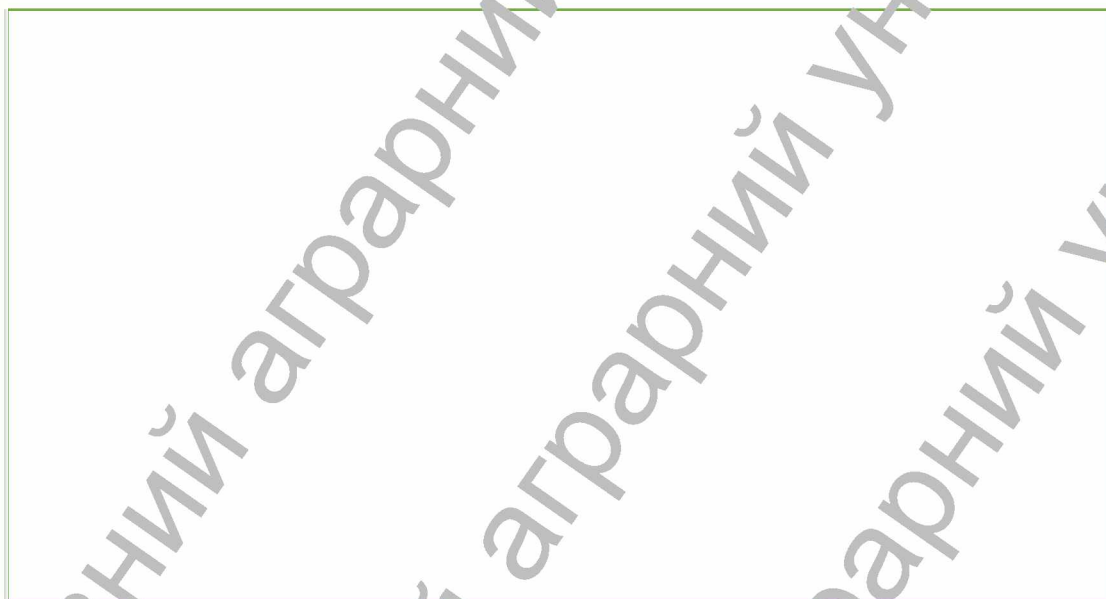
5.7 Результати експерименту після 100 циклів заморожування-відтавання

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю, що випробовувались стандартно після 100 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 4.24.

Таблиця 4.24 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «А» з 100 % вологістю

1. Зразки не відповідають якості за зовнішнім виглядом, є відколи, наскрізні тріщини на кожному із зразків;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Втрата міцності більше ніж 15 %.

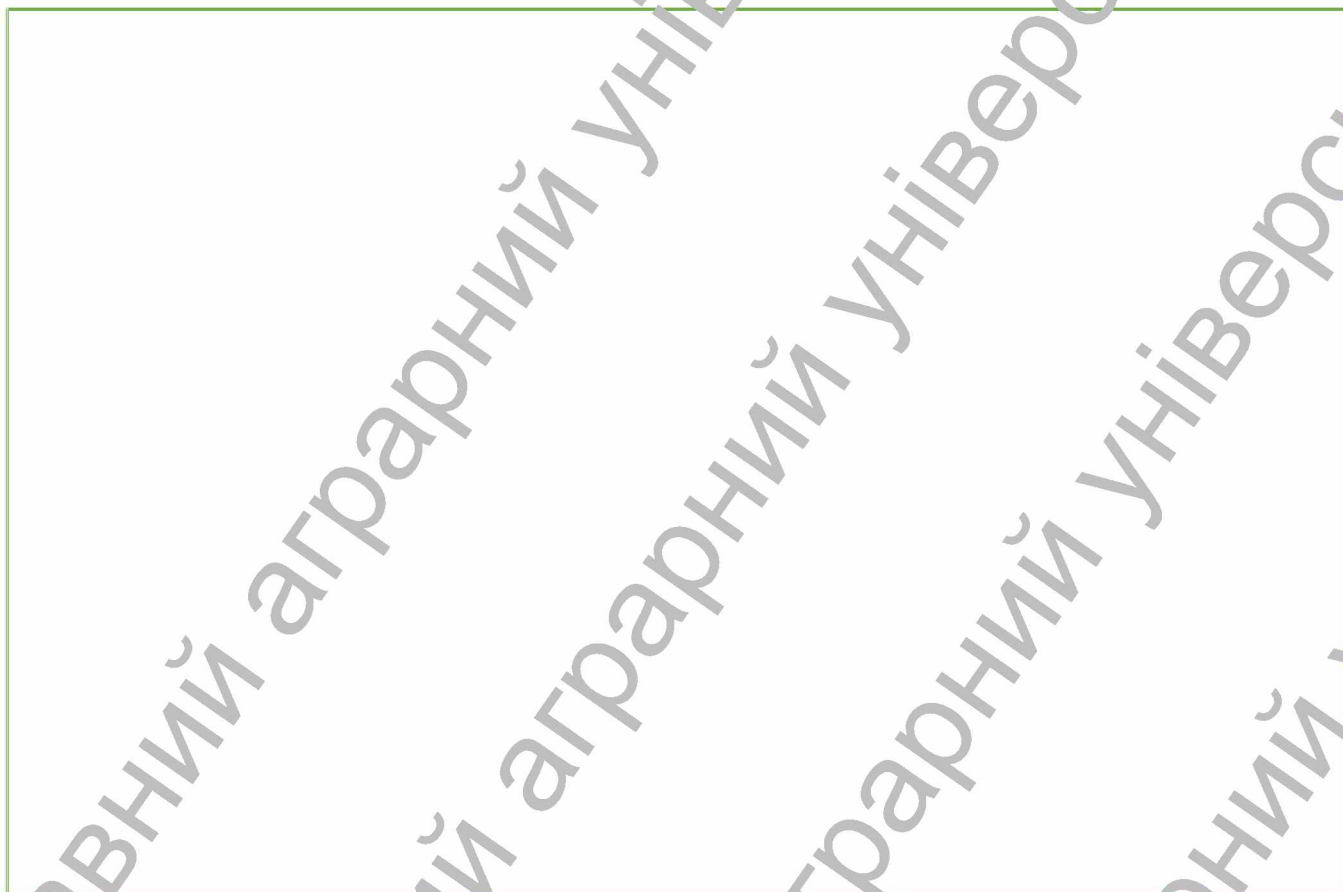
Графік залежності міцності від вологості



Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю, що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 100 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.25:

Таблиця 5.25 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «В» з 100 % вологістю

ий де
вський держа
ий державни
державний а



1. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Втрата міцності більше ніж 15 %.

Зразки з партії «В» після 100 циклів випробування на морозостійкість не відповідають оцінці якості за втратою міцності.

Графік залежності міцності від вологості



Рис. 5.3 Графік залежності міцності від вологості

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 % що випробовувались на морозостійкість в пакетах після 100 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.26.

Таблиця 5.26 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Г» з вологістю 95 %

1. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Втрата міцності більше ніж 15 %.

Зразки з партії «Г» після 100 циклів випробування на морозостійкість не відповідають оцінці якості: за втратою міцності.

Графік залежності міцності від вологості

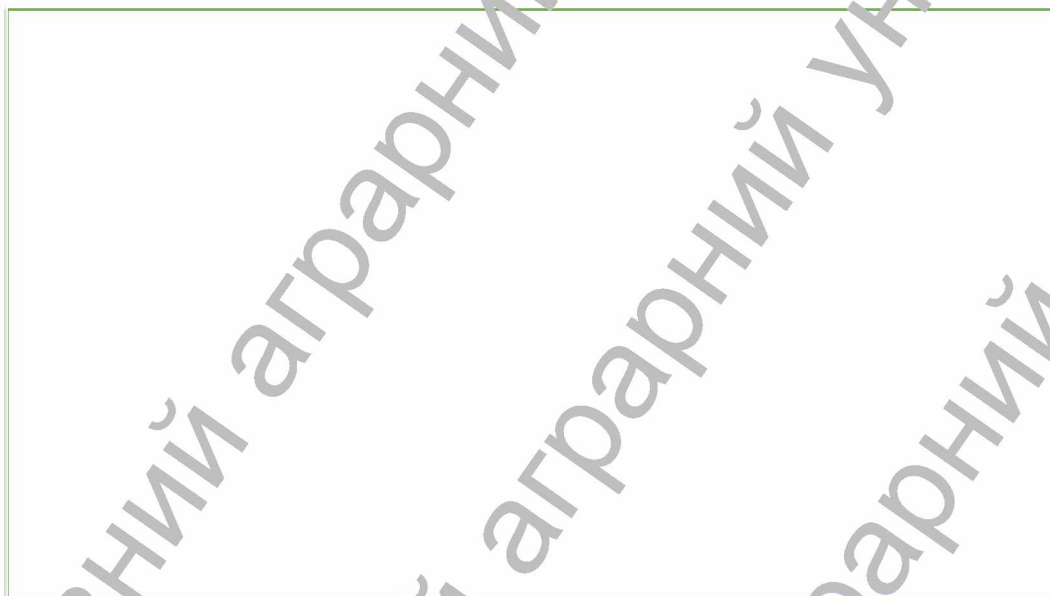


Рис. 5.4 Графік залежності міцності від вологості

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 100 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.28.

Таблиця 5.27 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Д» з вологістю 90 %

A large rectangular box with a thin green border, intended for the content of Table 5.27.



ійкість не



дості

Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %, що випробовувались на морозостійкість в пакетах, після 100 циклів заморожування-відтавання наведені в таблиці 5.28.

Таблиця 5.28 Результати експериментальних досліджень зразків з партії «Е» з вологістю 80 %



1. Зразки відповідають якості за зовнішнім виглядом;
2. Втрата маси не перевищує 5 %;
3. Втрата міцності більше ніж 15 %.

Зразки з партії «Е» після 100 циклів випробування на морозостійкість не відповідають оцінці якості: за втратою міцності.

Графік залежності міцності від вологості



Рис. 5.5 Графік залежності міцності від вологості

5.8 Зведені результати досліджень

Всі отримані результати досліджень наведені в таблиці 4.29.

Зведені результати досліджень оброблені в ПЕОМ і наведені на графіку рис. 4.6.



Рис. 5.6 Зведені результати досліджень

5.2

Досліди виконані у відповідності до методики наведеної в розділі 3 з

Таблиця 4.30 Результати досліджень впливу вологості та кількості циклів заморозкування на міцність при стиску зразків

[illegible]

Результати досліджень оброблені в програмі Statistica 12. За отриманим алгебраїчним рівнянням (5.3) побудовані карта Парето рис. 4.7 та графік поверхні впливу кількості циклів заморожування та відтавання і вологості на границю міцності зразків при стиску (5.8)

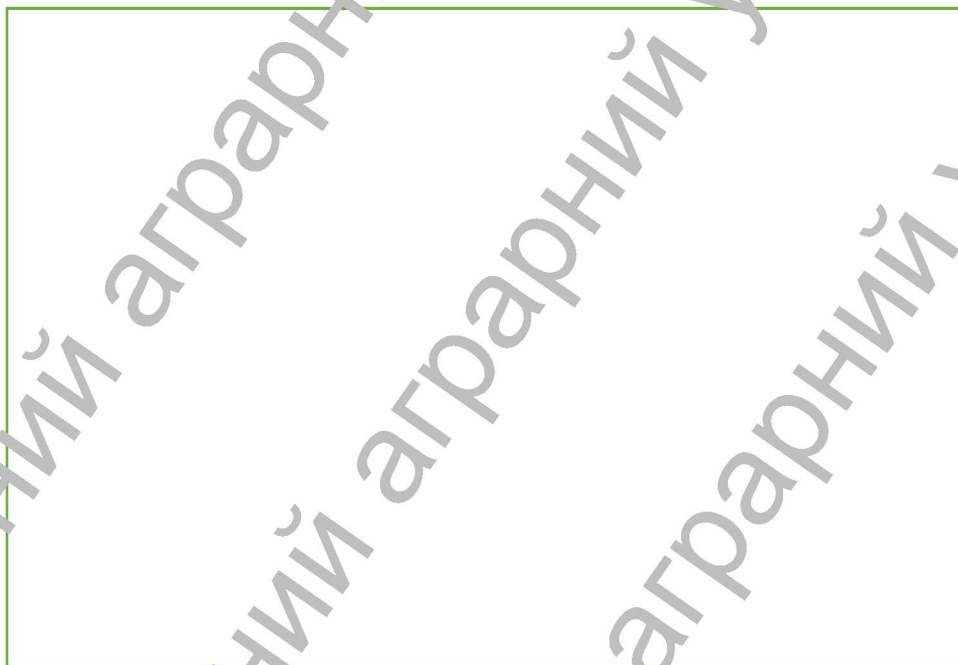


Рис. 4.7 Карта Парето

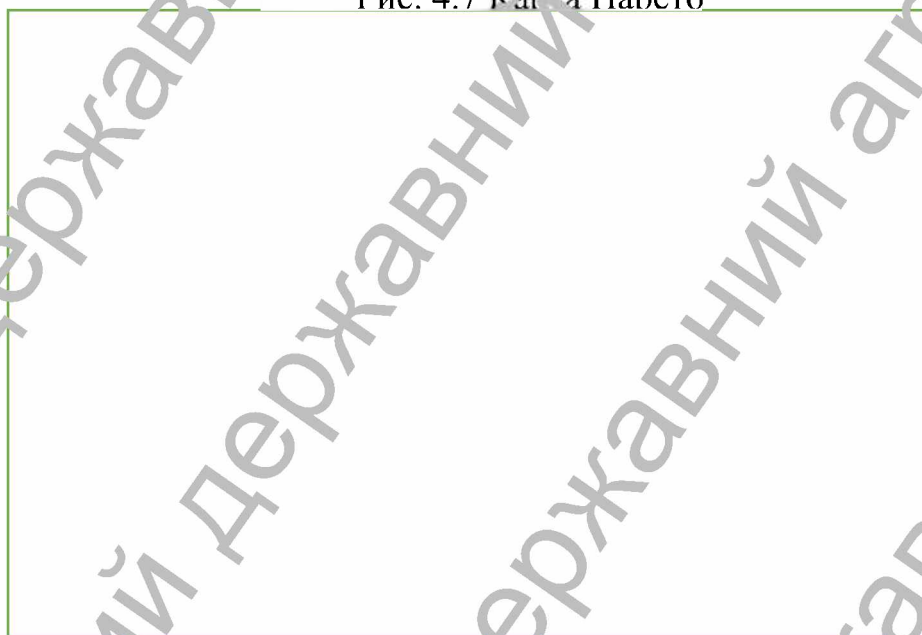


Рис. 5.8 Графік поверхні впливу кількості циклів заморожування і відтавання та вологості на границю міцності зразків при стиску

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки, що найбільший вплив на міцність зразків чинить вміст 100% води і максимальна кількість циклів заморожування і відтавання.

5.10 Зміна міцності зразків від кількості циклів заморожування при вологості зразків 80%

Було проведено аналіз всіх результатів досліджень із зразками, які мали вологість 80%.

Результати аналізу зміни міцності зразків від кількості циклів заморожування при вологості зразків 80% наведені на рис.5.9.

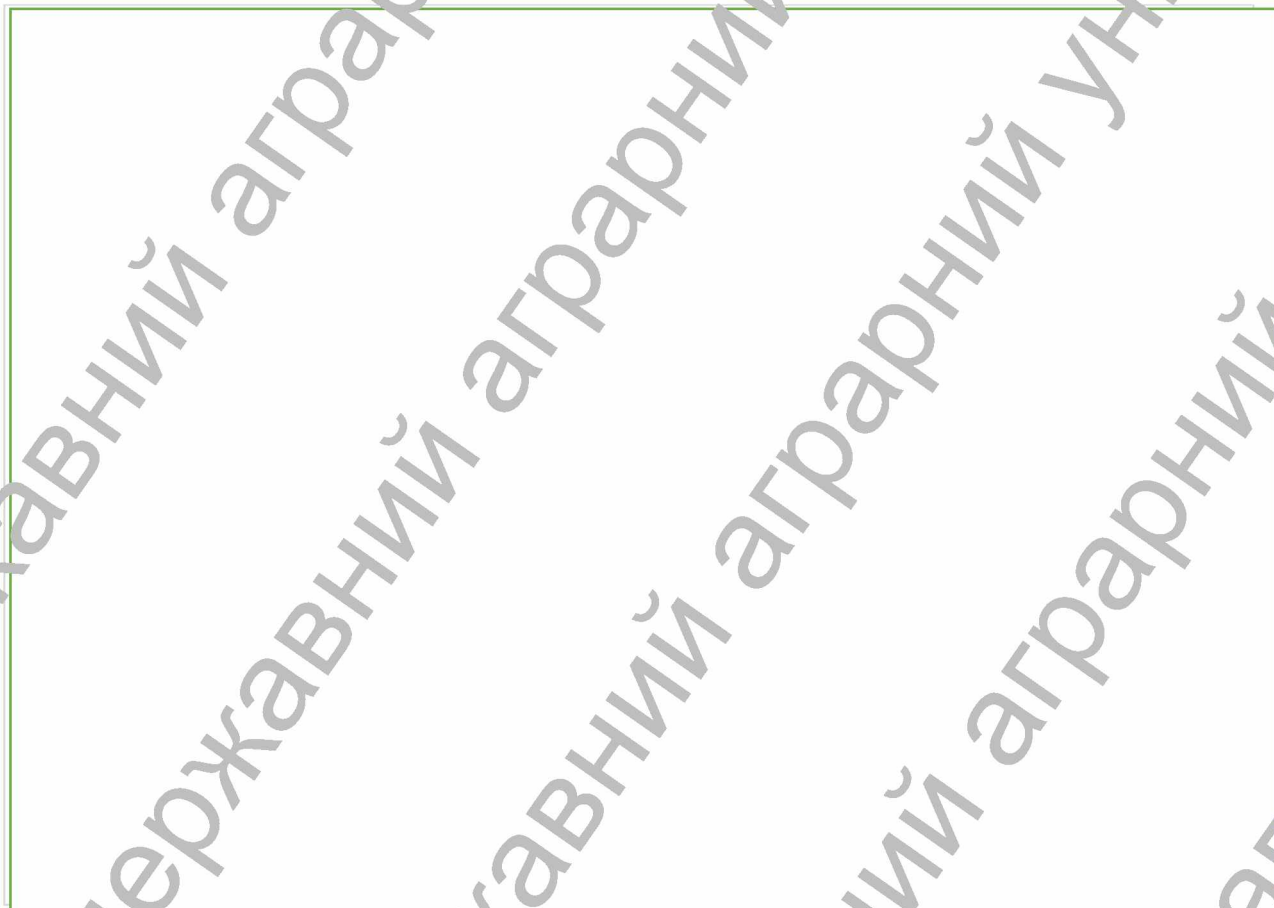


Рис. 5.9 Зміна міцності зразків від кількості циклів заморожування при вологості зразків 80%

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1 Вироби відносяться до негорючих вибухобезпечних матеріалів, що не виділяють токсичних речовин.

6.2 Виготовлення виробів є екологічно чистим. Відходи виробу, що утворюються при формуванні виробів, повертаються у виробництво.

6.3 При виготовленні виробів необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.2-2.

Робітники, зайняті виготовленням виробів, повинні бути забезпечені спецодягом згідно з ДСТУ EN ISO 13688:2016.

5.4 При виконанні підйомально-транспортних операцій та експлуатації вантажних підйомальних механізмів необхідно дотримуватись вимог.

5.5 Приміщення, в яких виготовляють вироби, та параметри виробничого середовища мають відповідати вимогам державних санітарних і пожежних норм ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039, ДСН 3.3.6.042, ДБЧ В.1.1-7.

5.6 При виготовленні виробів використовують цемент, гіпсове в'язуче, щільні та пористі теплоізолятори, золу-винослення теплових електростанцій, доменний шлак, модифікуючі добавки, пігменти, які відносяться до помірно- і малонебезпечних речовин.

5.7 Загальні вимоги:

- Забезпечити доступ до робочої зони лише кваліфікованим працівникам та студентам під наглядом керівника робіт.
- Ознайомити всіх учасників із правилами техніки безпеки та пожежної безпеки.
- Використовувати індивідуальні засоби захисту (ІЗЗ): рукавички, окуляри, спецодяг і респіратори (за необхідності).
- Тримати робоче місце чистим і впорядкованим.
- Забороняється використовувати пошкоджене обладнання або інструменти.

5.8 Підготовка матеріалів:

- Під час роботи з цементом уникати його потрапляння на шкіру та слизові оболонки.

- Розчиняти сухі компоненти цементу в приміщенні з ефективною вентиляцією або використовувати респіратор.
- Утилізувати пил та залишки матеріалів згідно з екологічними нормами.

5.9 Робота з обладнанням:

- Перед запуском лабораторного обладнання перевірити його технічний стан.
- Дотримуватись інструкції з експлуатації приладів (випробувальних машин, змішувачів тощо).
- Забороняється проводити ручне завантаження або очищення обладнання під час його роботи.
- Замстити рухомі частини обладнання кожухами.

5.10 Під час випробувань:

- Уникати роботи з цеглою з дефектами (наприклад, тріщинами), якщо це може спричинити її руйнування під навантаженням.
- Встановлювати з'єднки цегли для випробувань акуратно, забезпечуючи їх стійке положення.
- Стежити за рівномірністю прикладених навантажень, дотримуючись норм безпеки.
- Під час роботи з випробувальними приладами використовувати засоби захисту рук і очей.

5.11 Прибирання та завершення робіт:

- Після завершення робіт очистити робоче місце та вимкнути обладнання.
- Утилізувати залишки матеріалів відповідно до екологічних вимог.
- Зберігати матеріали та інструменти в спеціально відведених місцях.

5.12 Дії в разі надзвичайних ситуацій:

- У разі травмування негайно надіти першу медичну допомогу та викликати медичних працівників.
- При виникненні пожежі дотримуватись правил евакуації та використовувати первинні засоби пожежогасіння.

РОЗДІЛ 7

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Встановлено, що при зниженні насичення будівельних матеріалів водою, відбувається збільшення кількості циклів по морозостійкості. За результатами досліджень були отримані формули морозостійкості та міцності в залежності від вологості зразків

$$F = 0,15 / A * e^{B(100-W)}$$

2. Зменшення розміру зразків для проведення експерименту від стандартних до кубиків 2×2×2 см позитивно впливає на термін замерзання і відтавання. Але при цьому збільшується коефіцієнт варіації до 0,3 – 0,4, що негативно впливає на результати отриманих досліджень. Межі розкиду міцності занадто великі і це унеможливорює точне визначення потрібних 15 % втрати міцності і 5 % втрати маси. Для уникнення цього фактору в подальших дослідженнях необхідно збільшити вибірку.

3. Зразки з партій «Р» і «Г» після 100 циклів випробування на морозостійкість не відповідають за втратою міцності.

4. Встановлено, що морозостійкість зразків з цегли на цементі складає 75 циклів.

5. Запропонований спосіб упакування гарантує збереження вологості, але на протязі тривалого часу. Вода, що випаровується замикається на стінках пакета і не всмоктується зразком. Тому при можливості краще відмовитись від упакування зразків, або виконувати перепакування не рідше ніж через кожні 5 циклів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В. П. Ковальський. Технологія виготовлення дрібноштучних стінових виробів на золошламовому в'язучому. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. №5. с. 28-32
2. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2005. № 1. С. 16-21
3. Бетонна цегла: порожня, облицювальна, пустотіла.
<https://stroyfibr.com.ua/betonna-cegla-poroznja-oblicuvalna-pustotila/>
4. Бетонна цегла облицювальна і рядова.
https://royalbud.com.ua/catalog/tseгла/ndtsegli/betonna?srsltid=AfmBOopKYes3neg1aZzwYvE-8lNVdnlLBtkVjDDk4aYxLkVJ9_YHpC12H
5. Гіперпресована цегла: плюси та мінуси.
https://kievstroy.org.ua/articles/giperpresovana-tseгла--plyusu-ta-minusu.html?srsId=AfmBOooOGf1Bo5S4uSD83mThpsuXFPhf1M_PQiB9nvgFz7xL_Mui2nx3Z
6. Гіперпресована цегла: чи варто використовувати у пічній сфері?
https://budeko.com.ua/ua/giperpress_dlya-mangala
7. Що таке гіперпресована цегла, її властивості і характеристики?
https://trivita.ua/ua/blog/chto-takoe-giperpressovani-kirpich-a-142?srsId=AfmBOop0zVEuWUwz0BzlQe_R_MIDLlhCui4lfK5pl_A_Glwof9vZfv3e
8. Види цегли та їх застосування в сучасному будівництві
https://novatorstroy.com.ua/pres-relizi/vidi-cegli-ta-yih-zastosuvannya-y-suchasnomu-budivnictvi/?srsltid=AfmBOor_BrqIxCLQjbe-jddITZiwEljTnBJX2hPfi-e-pU6SCJZwPD
9. Цегла гіперпресована облицювальна види, склад, характеристики та відгуки.
<https://yak.koshachek.com/articles/cegla-giperpresovana-oblicjuvalna-vidi-sklad.html>

10. Дворкін Л. Й. Будівельне матеріалознавство. – Електрон. тех. Д.
11. ДСТУ Б В.2.7-7:2008 (EN) Матеріали для будівництва стінові дрібноштучні
12. ДСТУ Б В.2.7-248 Матеріали для будівництва визначення границі між
13. ДСТУ-Н Б В. Матеріали для будівництва у будівництві геометричних форм
14. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Визначення середньої густини, вологості, родючості, робочого креслення.

Методи

Фізико-

на-

rvqh2l

бази

[pressovannogo-kirpicha](#)

об'єктів будівництва. Чинний

від 2017-06-01.38 с.

22. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва. К.:2016. 49 с.
23. ДБН А.3.2-2:2009 ССПБ. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення.
24. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»/ Мінрегіонбуд України. Київ, 2018.
25. ДСТУ EN ISO 13688:2016 Одяг захисний. Загальні вимоги (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT).
26. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
27. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
28. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку