

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Дослідження впливу активних добавок на властивості
керамічних конструкційних матеріалів**

Виконав: студент VI курсу, групи МБнм-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Дзюбаний Р. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Ігнатєва В. Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Чубик В.Ф.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Дзюбатову Ростиславу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження впливу активних добавок на властивості керамічних конструкційних матеріалів»

Керівник роботи Ігнат'єва Вікторія Борисівна, к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 15 » 04 2024 року № 4/7-346

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Стан питання основного напрямку дослідження. Експериментальна частина.

урахуванням ортотропних та ізотропних властивостей деревини.

Екологія та охорона навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою досліджень		
2	Експериментальні дослідження		
3	Екологія та охорона навколишнього середовища.		
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5	Загальні висновки		

Студент _____
(підпис)

Дзюбатий Р. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Ігнат'єва В. Б.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ	8
1.1 Тенденції розвитку цегляної промисловості.....	8
1.2 Глиниста сировина. Способи покращення якості керамічних виробів ...	10
1.3 Методи активації глинистої сировини.....	12
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	14
2.1 Методи випробувань.....	14
2.2 Характеристика сировини	15
2.3 Вплив шлікера на властивості керамічних виробів.....	22
2.3.1 Вплив добавки шлікера на сушильні властивості	23
2.3.2 Вплив добавки шлікера на водопоглинання.....	25
2.3.3 Вплив добавки шлікера на щільність і міцність	27
3.4 Технологічна схема виробництва цегли пластичним способом	29
РОЗДІЛ 3 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	33
3.1 Раціональне використання повітря.....	35
3.1.1 Шкідливі речовини на виробництві	36
3.1.2 Виробничий пил і методи боротьби з ним	38
3.1.3 Основні напрями робіт зі зниження забруднення повітря.....	40
3.2 Раціональне використання води	41
3.2.1 Створення замкнених водооборотних систем	43
3.2.2 Методи очищення стічних вод	43
3.3 Перероблення та знешкодження відходів	44
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	47
4.1 Охорона праці.....	47
4.1.1 Інженерні рішення з охорони праці	47
4.1.2 Техніка безпеки під час експлуатації будівельних машин	48

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	50
4.2.1 Законодавча база України.....	50
4.2.2 Стійкість споруди від ударної хвилі.....	50
4.2.3 Розробка заходів щодо підвищення стійкості промислового об'єкту .	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
БІБЛІОГРАФІЯ.....	59

ВСТУП

Кераміка відома з глибокої давнини і є, можливо, першим створеним людиною штучним матеріалом. Спочатку з глини або з її сумішей з іншими матеріалами робили посуд. Пізніше кераміку стали використовувати при будівництві. Згадати ті самі черепичні дахи, які здавна покривають будинки в багатьох європейських містах.

Незважаючи на наявність нових будматеріалів і з більш зручними способами застосування, матеріал з найдавнішою історією - будівельна кераміка - не поступається своїми позиціями на ринку, вбираючи в себе найсучасніші технології.

Промисловість будівельних матеріалів має велике значення в країні темпи і якість будівельних робіт залежать від їх виробництва. Нині все частіше використовують керамічні будівельні матеріали, які користуються попитом завдяки своїм експлуатаційним характеристикам і великій різноманітності. Конструкції, які побудовані з керамічних матеріалів, мають такі характеристики:

- не схильні до горіння і впливу хімічно агресивних середовищ;
- не піддаються гниттю і впливу погодних умов;
- мають високу морозостійкість і теплоізоляційні властивості;
- довговічні;
- мають теплову інерцію, тобто при повільному прогріванні вони повільно остигають, утримуючи тепло взимку, і захищають від зовнішньої спеки влітку;
- вирізняються архітектурною виразністю.

Керамічна цегла на сьогоднішній день є одним з найбільш затребуваних стінових матеріалів. Переваги її полягають у довговічності та естетиці. Так само можна сказати, що цей матеріал є пластичним і має безліч можливостей щодо декору фасаду. Завдяки використанню різних сортів глини, при їх змішуванні в різних пропорціях, виходить велика колірна гамма виробів.

Оздоблення цегляних стін не є обов'язковим. Свого часу - ще в другій

половині ХІХ століття - архітектори ввели в ужиток "раціональний стиль", довівши, що не поштукатурена цегляна стіна має самостійну естетичну цінність. Відтоді в асортименті будівельної кераміки з'явилося безліч позицій, що прекрасно працюють на дизайн екстер'єру. Але й можливість оштукатурювання стін із будівельної цегли ніхто не скасовував. Так само як і їх оздоблення цеглою облицювальною - з набором фасонних елементів на всі випадки життя [5].

Ще одна особливість кераміки - це безпека для життя і здоров'я людини. Так, обпалена глина - хімічно нейтральний матеріал, який не вступає в реакцію з речовинами з навколишнього середовища. Стіни з керамічних матеріалів підтримують постійний температурний режим, комфортну вологість повітря [4].

Зараз вся увага у виробництві керамічної цегли спрямована на вдосконалення технології, поліпшення якості продукції, що випускається, і розширення асортименту.

Мета роботи: є вивчення впливу активованих добавок на властивості конструкційних керамічних виробів.

Об'єкт досліджень – конструкцій керамічні вироби.

Предмет дослідження – властивості конструкційних керамічних виробів.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість покращити властивості конструкційних керамічних виробів, що дасть змогу знизити вартість таких елементів.

Завдання роботи:

- дослідити застосовувані сировинні матеріали;
- вивчити характеристики активованих добавок;
- визначити оптимальну величину введення добавки;
- проаналізувати властивості конструктивних керамічних виробів після введення активованої добавки;
- зробити висновок про вплив активованих добавок на властивості керамічних виробів.

Методи дослідження – експериментальне випробування конструкційних керамічних виробів.

Галуззю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих будівель.

Наукова новизна отриманих результатів обґрунтовано застосування активованих добавок в сировину при виготовленні конструктивних керамічних виробів

Практичне значення отриманих результатів Отримані результати можуть бути використані для проектування нових та реконструкції існуючих будівель та споруд різноманітного функціонального призначення, а також в лекційних і практичних курсах.

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на VII Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 25-26 квітня 2024 року.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: конструкційні керамічні вироби, властивості, добавки.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ

1.1 Тенденції розвитку цегляної промисловості

У сучасному малоповерховому будівництві широко застосовують керамічні матеріали. Перспективним є використання лицьової цегли спільно з кладкою з ефективних матеріалів, що дає змогу не тільки надати будівлі архітектурної виразності, а й забезпечити високі теплотехнічні та економічні показники [13].

Керамічні матеріали з різною структурою черепка отримують, використовуючи різні методи формування - пластичне формування і напівсухе пресування. Під час виробництва керамічної цегли та каменів частіше застосовують метод пластичного формування, так само отримати ефективні керамічні матеріали можна методом напівсухого пресування. У технології пресування тиск перебуває в межах 20-25 МПа. При виробництві вогнетривкої кераміки часто застосовується метод гіперпресування, тиск пресування перевищує 40 МПа. Кераміка, одержувана методом пресування, досягає високих показників міцності за рахунок досягнення високої щільності сирцю. Підвищити щільність можна завдяки збільшенню зусилля пресування і зміни складу формувальної суміші та її вологості.

Зараз підприємства будівельної індустрії впроваджують у виробництво не тільки нові технології, а й нові матеріали, які дають змогу конкурувати з європейськими виробниками. На ринку будівельних матеріалів відбуваються процеси імпортозаміщення та перерозподілу на користь вітчизняного виробника.

Одна з найбільших будівельних компаній у Тернопільській області- це ТОВ «Тернопільбуд». Ця організація об'єднує безліч підприємств з виробництва будівельних матеріалів та зведення будівель і споруд.

Кілька років компанія реалізує програму з модернізації та технічного переозброєння своїх підприємств. Модернізація підприємств групи в усіх регіонах присутності розпочалася 2009 року. Потужність цегельного заводу у Волочиську склала 160 млн одиниць цегли на рік. Цегельний завод м. Волочиськ є філією

ТОВ «Тернопільбуд» і вже довший час тримає лідерство серед виробників цегли в західному регіоні України. За допомогою сучасної іспанської лінії виробництва та кваліфікованого персоналу, завод впевнено нарощує потужності і виробляє якісну керамічну, порожнисту пустотілу рядову цеглу марки М-75 та М-100.

На заводі впроваджено інноваційні технології зниження матеріаломісткості та енергоємності виробництва при одночасному підвищенні експлуатаційних показників одержуваних виробів і збільшенні асортименту. Виробництво повністю автоматизовано. Під час проектування заводу використано останні досягнення світового машинобудування. Більш досконалих заводів у світі немає.

В даний час завод оснащений сучасною іспанською лінією виробництва. На першій лінії потужністю 120 млн умовної цегли на рік виробляється широкий спектр форматів рядової цегли М-75 та М-100.

Керамічна промисловість у всьому світі, в Україні зокрема, особливо у західному регіоні є основоположною галуззю економіки, що динамічно розвивається. Обсяг випуску керамічних виробів і цегли та становить понад 50 % у загальному балансі стінових матеріалів, що пояснюється їхніми хорошими експлуатаційними властивостями і поширеністю сировини для виробництва. До 70% загального обсягу міської забудови виконується з цегли та керамічних каменів [15].

Наразі керамічна цегла залишається затребуваним матеріалом, попит на який задовольняється в повному обсязі, в основному, за рахунок власного виробництва.

Виробничі потужності з виготовлення цегли на території України розташовуються нерівномірно.

Характеризується розподіл виробничих потужностей такими показниками:

- станом сировинної бази;
- попитом на продукцію;
- купівельною спроможністю;
- транспортною інфраструктурою регіону.

1.2 Глинеста сировина. Способи покращення якості керамічних виробів

Основним сировинним компонентом керамічних будівельних матеріалів є глина - осадова гірська порода, що складається з природних водних алюмосилікатів з різними домішками [2]. Глиняне тісто формується під час змішування глини і води, воно має зв'язність і пластичність і в процесі випалу утворює міцний камінь.

Крім глини глиняна маса містить різні добавки, які впливають на властивості керамічних матеріалів. Добавки класифікують за призначенням: відлущувальні, пороутворювальні, пластифікуючі та інші.

Відлущувальні добавки знаходять застосування в кераміці для зміни вихідних властивостей керамічної маси: зниження не тільки пластичності, а й значення повітряної лінійної усадки. У ролі таких добавок виступають дегідратована глина, пісок та інші.

Пороутворювальні добавки - це деревна тирса, подрібнене буре вугілля, золи ТЕС. Їх вводять у сировинну масу, щоб отримати підвищену пористість керамічних виробів, також ці добавки сприяють рівномірному спіканню черепка.

Підвищити якість керамічних виробів можна в таких напрямках:

1. Введення в шихти коригувальних добавок на основі силікатних і алюмосилікатних гірських порід, зокрема в поєднанні з пластифікувальними поверхнево-активними речовинами;

Активація глинистої сировини різними способами (механічним, механотермічними, у поєднанні з ударно-хвильовим) [25].

Для зниження формувальної вологості, поліпшення формуваності глинистої сировини і максимального використання ефекту активації поверхнево-активними речовинами останні повинні вводитися на стадії первинної переробки сировини. Наприклад, такі добавки, як гідролізний лігнін, доцільно змішувати із сировиною кар'єрної вологості перед подачею шихти в шихтозапасник [22].

Під час виробництва виробів напівсухим способом пресування сухий

порошок перед зволоженням достатньо обробити поверхнево-активними речовинами (ПАР) для того, щоб поліпшити формованість прес порошоків [22]. Наслідками механохімічної активації глинистих полімінеральних порід в умовах промислових виробництв є: підвищення ступеня однорідності та активності глинистої сировини після сушіння та помелу в подрібнювально-сушильному апараті, покращення формованості прес - порошку, одержуваного в турболопатевому грануляторі - змішувачі, підвищення якості виробів завдяки утворенню фрактальної структури керамічного черепка [22].

Необхідне використання прогресивних технологічних рішень на окремих етапах переробки сировини в готові вироби:

- поєднання механотермічної активації сировини з ударно-хвильовою дає змогу істотно підвищити межу міцності під час стиснення готових виробів за незначної зміни водопоглинання. Для зниження водопоглинання найефективнішим є введення в масу добавок-плавнів, особливо в поєднанні з органічними ПАР, що не містять у складі водорозчинні мінеральні домішки, наприклад, сульфат натрію;

- для зниження чутливості сировини до сушіння та усунення шкідливого впливу карбонатів рекомендується механотермічна її активація в ІСУ;

- за неможливості встановлення ІСУ в окремих випадках унеможливити тріщиноутворення дає змогу введення в шихти добавок- плавнів із підвищеним вмістом RO і R_2O (діоксиду і діабазу);

- важка спіклівість глинистих порід зумовлює необхідність використання добавок-плавнів силікатного складу (нефелін-сієніт, віконне скло);

- для освітлення черепка рекомендується використання відбілювальних добавок (крейда, вапняк);

- поєднання відбілювальних добавок з волластонітом істотно підвищує міцність;

- використання хромофорних добавок (охра, редоксайд) дає змогу розширити колірну гаму черепка [24].

1.3 Методи активації глинистої сировини

Для отримання необхідних технологічних характеристик глин застосовують способи активації глин. Активація - це процес підвищення внутрішньої енергії матеріалу, завдяки хімічним і фізичним змінам у ньому. Практикують різноманітні способи активації глинистої сировини, найчастіше зустрічаються механоактивація та обробка ультразвуком.

Механічна активація твердих речовин являє собою сукупність явищ, що полягають не тільки в кількісному накопиченні дефектів, а й призводять до докорінного перетворення структури, яке супроводжується істотною зміною складу і хімічних властивостей [28].

При проведенні механічної обробки вихідної глинистої сировини, результат являє собою подрібнений матеріал. За розміром частинок подрібнення поділяють на три групи:

- грубе подрібнення, за якого розмір частинок становить 01-1 мм;
- середнє - частинки мають розмір 0, 01-0, 1 мм;
- тонке - представлене у вигляді частинок розміром менше 0,01 мм.

У результаті подрібнення відбувається крихке руйнування твердого тіла, яке призводить до зміни стану поверхні.

Віброподрібнювач - це апарат, у якому здійснюють механічну обробку глин. За результатами досліджень, представлених у статті [28], було встановлено, що переважно в цьому апараті проводиться ефективна механічна обробка. Так само для проведення механоактивації знаходять застосування такі апарати як кульовий млин, електромаскласифікатор та інші. У віброподрібнювачі активація глинистої сировини протягом 5 - 30 хв дає змогу збільшити міцність зразків під час стиснення в 1.3-2.2 рази. Механоактивація в кульовому млині протягом 5-15 хв підвищує міцність меншою мірою (максимальне збільшення в 1.5 рази) [28].

Механоактивація твердих речовин з використанням різного виду помольного обладнання впливає на їхню реакційну здатність. Унаслідок цього речовини набувають нових властивостей і можуть бути використані для

отримання високоефективної продукції [28].

Збагачення глинистої сировини добавкою тугоплавкої глини в кількості 25%, обробленої в планетарному кульовому млині, дає змогу підвищити механічні характеристики глини. У зразків, обпалених при температурі 1000⁰С міцність при стисненні підвищується в 1,6 разів.

Підвищити якість керамічних виробів можна шляхом активації тугоплавкої глини, тобто її подрібненням, при цьому склад сировинної шихти не змінюється, так само знижуються енергетичні витрати на виробництво продукції. Обробка ультразвуком - також один із видів механічної активації. Встановлено, що традиційна керамічна сировина чутлива до впливу ультразвуку. Найбільш істотний вплив ультразвукової обробки зафіксовано на кременистих породах [20].

Фізична активація сировини вилежуванням здійснюється за рахунок наявності мікротріщин у глинистій сировині, які дають змогу рідині проникати в поверхневий шар матеріалу й утворювати в тріщинах найтонші плівки, які мають значний надлишок вільної енергії, що зростає зі зменшенням товщини плівки. Щоб зменшити вільну енергію, плівка рідини прагне до потовщення в мікротріщині, чинячи розклинювальний тиск на стінки тріщини. Активація покращує технологічні властивості сировини, але не забезпечує видалення великих сторонніх і карбонатних включень [15].

З розглянутих способів найперспективнішим є механічна активація глинистої сировини. Зважаючи на неможливість відтворення в лабораторних умовах цього способу, активація глини проводилася природним способом. Поліпшення властивостей глинистої сировини було досягнуто за рахунок введення добавки шлікера, який готували розведенням тугоплавкої глини у воді 50% на 50% і витримували протягом доби. Потім вводили в різному кількісному складі.

На заводах під час виробництва керамічних виробів добавку вводять у кількості 25%, що, своєю чергою, призводить до подорожчання готової продукції. Наше завдання полягає в зменшенні кількості добавки, для поліпшення властивостей керамічних виробів.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Методи випробувань

Визначено гранулометричний (зерновий) склад глинистої сировини було. За допомогою цього методу оцінюють відносний вміст у породі основних фракцій: глинистої (дрібніше за 0,002-0,005 мм), пилюватих частинок (від 0,005 до 0,14 мм) і піску (від 0,14 до 2 мм). Зерна величиною понад 2 мм вважаються включеннями [15].

Вивчення властивостей глинистої сировини проводили відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-60-97 «Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація».

Пластичність було визначено методом балансувального конуса. Метод ґрунтується на визначенні за допомогою балансувального конуса різниці значень вологості глиняної маси, що відповідають нижній межі плинності та межі розкочування [8].

Дослідження сушильних властивостей глини включає визначення коефіцієнта чутливості до сушіння, повітряної лінійної усадки, вогневої лінійної усадки. Ці властивості визначали на зразках-плиточках розміром 50x50x8 мм.

Щільність і водопоглинання було визначено відповідно до «ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинення, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів».

Середню густину було визначено відношенням маси матеріалу до об'єму на зразках-кубиках з ребром 50 мм.

Випробування водопоглинання проводили на зразках-плиточках розмірами 50x50x5 мм, обпалених за заданої температури.

Межі міцності при стисненні визначали відповідно до «ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинення, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів». Щоб оцінити міцність глинистої сировини, в лабораторних умовах було виготовлено зразки-циліндри

$d=50$ мм і $h=50$ мм.

Хімічний аналіз було визначено на приладі SRS-303 (Siemens) рентгено-спектральним флуоресцентним аналітичним методом. У результаті отримано масові відсотки основних оксидів: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , Na_2O , K_2O , SO_3 .

Рентгенофазовий аналіз було визначено на дифрактометрі D8 - ADVANCE фірми BRUKER з використанням допоміжних таблиць [6]. Проведено порівняння міжплощинних відстаней та інтенсивності ліній досліджуваної речовини і характеристик речовин, наведених у довідкових таблицях, присутності яких можна очікувати на рентгенограмі [21].

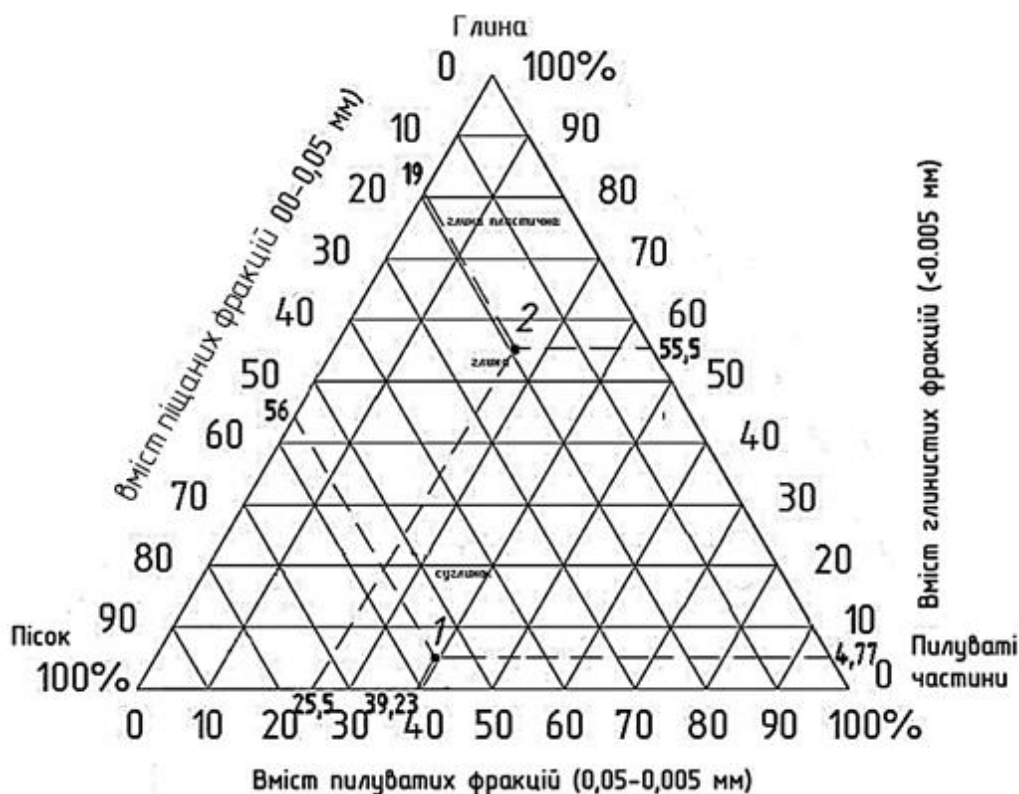
2.2 Характеристика сировини

Як основну сировину використовували глину Чортківського родовища. Додатковою сировиною була тугоплавка глина Оришківського родовища, яку застосовували для поліпшення фізико-механічних характеристик керамічних виробів.

Важливою властивістю глинистої сировини є її гранулометричний (зерновий) склад. Оцінювали вміст у глині піщаних, глинистих і пилюватих фракцій. Результат представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Визначення гранулометричного складу глин

Найменування сировини	Вміст фракцій, % за масою		
	Піщані частинки (1-0,05) мм	Пилюваті частинки (0,05-0,005) мм	Глинисті частинки (менше 0,005) мм
глина Чортківського родовища	56	39,23	4,77
глина Оришківського родовища	19	25,50	55,50



1 - глина Чортківського родовища; 2 – глина Оришківського родовища.

Рисунок 2.1 - Потрійна діаграма розподілу фракцій "глина – пилуваті - пісок"

За гранулометричним складом, представленим на малюнку 3, досліджувана глиниста порода Чортківського родовища потрапляє в ділянку супіску, а глина Оришківського родовища - в ділянку глини.

Для визначення пластичності глиняної сировини необхідно встановити верхню межу пластичності (межа плинності) і нижню (межа розкочування).

Вологість маси, що досягла консистенції, яка відповідає нижній межі плинності, визначили за формулою:

$$W_{в.п} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100 \% , \quad (2.1)$$

де m_1 - маса вологої проби, г;

m_2 - маса проби, висушеної за температури 105-110° С, г.

$$W_1 = \frac{14,5 - 11,01}{11,01} \cdot 100\% = 31,7 \%$$

$$W_2 = \frac{12,2-9,26}{9,26} \cdot 100\% = 31,75 \%$$

$$W_{\text{сер.}} = 31,73 \%$$

Вологість, що відповідає нижній межі пластичності, визначили за формулою:

$$W_{\text{н.п.}} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100 \%, \quad (2.2)$$

де m_1 - маса вологої проби, г;

m_2 - маса проби після висушування, г.

$$W_1 = \frac{16,34-13,51}{13,51} \cdot 100\% = 20,95 \%$$

$$W_2 = \frac{15,19-12,55}{12,55} \cdot 100\% = 21 \%$$

$$W_{\text{сер.н.п.}} = 20,98 \%$$

Число пластичності розраховали за формулою:

$$\Pi = W_{\text{в.п.}} - W_{\text{н.п.}}, \quad (2.3)$$

де $W_{\text{в.п.}}$ - вологість маси, що відповідає верхній межі пластичності, %;

$W_{\text{н.п.}}$ - вологість маси, що відповідає нижній межі пластичності, %.

$$\Pi = 31,73 - 20,98 = 10,75 \%$$

За пластичністю глина Чортківського родовища належить до помірно-пластичної, оскільки потрапляє в інтервал від 7 до 15%. Глина Оришківського родовища має число пластичності $\Pi=14,6$ %, так само належить до помірно-пластичної. Таку глину найчастіше застосовують для будівельної кераміки.

Коефіцієнт чутливості глини до сушіння обчислювали за формулою:

$$K_{\text{ч}} = \frac{v_2}{v_1 \left(\frac{m_1 - m_2}{v_1 - v_2} - 1 \right)}, \quad (2.4)$$

де v_2 - об'єм висушеного зразка за температури 200 °С, $см^3$;

v_1 - об'єм зразка у вологому стані, $см^3$

m_1 - маса зразка у вологому стані, г;

m_2 - маса висушеного зразка за температури 200 °С, г.

$$K_{ч1} = \frac{16,61}{20 \left(\frac{38,38 - 32,2}{20 - 16,61} - 1 \right)} = 1,01$$

$$K_{ч2} = \frac{18,34}{21,25 \left(\frac{42,43 - 35,3}{21,25 - 18,34} - 1 \right)} = 0,6$$

$$K_{ч3} = \frac{15,76}{20,75 \left(\frac{37,18 - 31}{20,75 - 15,76} - 1 \right)} = 3,19$$

$$K_{ч.ср.} = 1,6$$

За коефіцієнтом чутливості до сушіння глиниста сировина Чортківського родовища належить до високочутливої, Оришківського родовища - до малочутливої.

Повітряну лінійну усадку обчислювали за формулою:

$$\alpha_c = \frac{(l_0 - l_1)}{l_1} \cdot 100 \% \quad (2.5)$$

Де l_0 - відстань між мітками на свіжовідформованих зразках, мм;

l_1 - відстань між мітками на зразках після сушіння, мм.

$$\alpha_{c1} = \frac{50 - 46,5}{50} \cdot 100 \% = 7 \%$$

$$\alpha_{c2} = \frac{50 - 47,7}{50} \cdot 100 \% = 4,6 \%$$

$$\alpha_{c3} = \frac{50 - 46,0}{50} \cdot 100 \% = 8 \%$$

$$\alpha_{c.ср.} = 6,54\%$$

Вогнева лінійна усадка досліджуваної глини Чортківського родовища має невелике значення і становить 0,44%, глина Оришківського родовища має середнє значення - 4,7 %.

Сушильні та випалювальні властивості глиняної сировини представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Сушильні та випалювальні властивості глин

Матеріал	Відстань між мітками свіжовідформованого зразка ₀ , мм	Відстань між мітками зразка після сушіння ₁ , мм	Відстань між мітками зразка після випалу ₂ , мм	Повітряна лінійна усадка, %; середнє знач., %		Вогнева лінійна усадка, %; середнє знач., %		Загальна лінійна усадка, %; середнє знач., %	
Глина Чортківського родовища	50	46,5	46,2	7	6,54	0,65	0,44	7,65	6,97
	50	47,7	47,5	4,6		0,42		5,02	
	50	46	45,89	8		0,24		8,24	
Глина Оришківського родовища	50	46,3	43,72	7,4	6,23	5,57	4,7	12,97	10,93
	50	47,95	46,2	4,1		3,65		7,75	
	50	46,4	44,14	7,2		4,87		12,07	

Величина повітряної усадки прямопропорційна пластичності глин. Чим більша величина усадки, тим чутливіша глина до сушіння. Загальна лінійна усадка основної глинистої сировини становить 6,97 %, додаткової - 10,93 %.

Фізико-механічні властивості досліджуваних глин представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Фізико-механічні властивості глинистої сировини

Найменування сировини	Водопоглинання, %		Щільність, г/см ³		Межа міцності при стисненні, МПа	
	зразка	Середнє значення	зразка	Середнє значення	зразка	Середнє значення
глина Чортківського родовища	13,7	14	1,64	1,64	11,59	11,66
	14,5		1,61		11,94	
	13,9		1,65		11,45	
глина Оришківського родовища	10,8	11	1,81	1,82	17,03	17,05
	10,9		1,84		17,1	
	11,4		1,82		17,03	

Середнє значення водопоглинання глини Чортківського родовища 14%, вона має більш пористу структуру. Водопоглинання глини Оришківського родовища становить 11%, глина має більш щільну структуру.

Залежно від величини середньої густини, згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ)", досліджувані глини належать до класу середньої щільності, що дорівнює 2,0.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008, керамічні матеріали поділяють на марки залежно від межі міцності під час стиснення і вигину. Середнє значення межі міцності при стисненні у глини Чортківського родовища - 11,66 МПа, що відповідає марці М100, у глини Оришківського родовища - 17,05 МПа, що відповідає марці виробів М150.

Хімічний склад керамічних зразків впливає на технологічні властивості. Вміст основних оксидів глинистої сировини наведено в таблиці 2.4. За вмістом цих оксидів визначають придатність глин для виробництва різних виробів.

Таблиця 2.4 - Хімічний склад досліджуваних глин

Найменування сировини	Вміст оксидів, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	NaO ₂	K ₂ O	п.п.п.
глина Чортківського родовища	65,35	12,74	5,19	4,85	1,98	0,23	1,18	2,24	5,15
глина Оришківського родовища	61,07	23,80	3,39	0,49	0,45	0,015	2,83	0,5	5,33

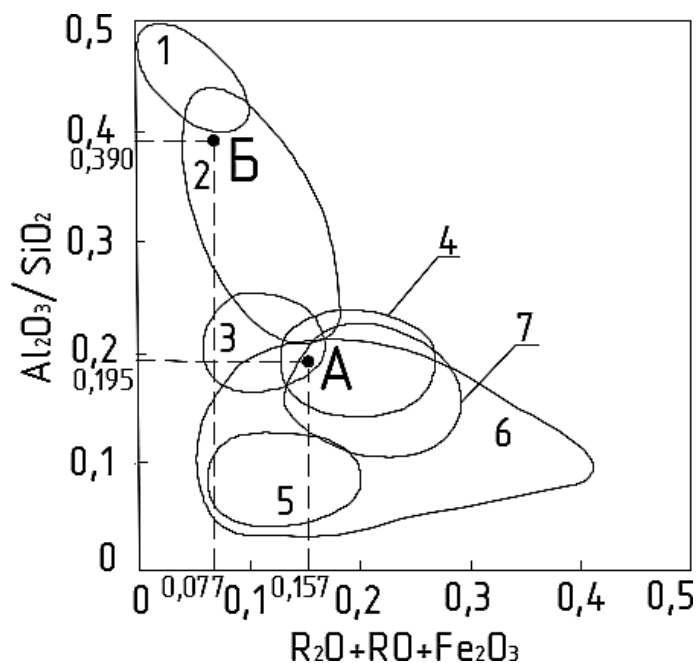
Відповідно до «ДСТУ Б В.2.7-60-97 Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація» досліджувані глини характеризуються такими показниками:

- глина Чортківського родовища: за вмістом глинозему (Al₂O₃) у прожареному стані - належить до групи кислих; за вмістом фарбувальних оксидів (Fe₂O₃) у прожареному стані - належить до групи з високим вмістом

фарбувальних оксидів;

- глина Оришківського родовища: - за вмістом глинозему в прожареному стані - належить до групи напівкислих; за вмістом фарбувальних оксидів у прожареному стані - належить до групи з високим вмістом фарбувальних оксидів.

Групу придатності глинистої сировини визначено шляхом побудови діаграми розміщення найголовніших груп оксидів відповідно до технічного призначення глин, на підставі аналізу хімічних складів досліджуваних глин, і представлено на рисунку 2.2.



А - місце розташування глини Чортківського родовища; Б - місце розташування глини Оришківського родовища; 1 - глини, придатні для вогнетривів; 2 - глини, придатні для виробництва плиток; 3 - гончарні й теракотові глини; 4 - черепичні глини; 5 - глини для виробництва бруківкового клінкеру; 6 - глини для виробництва керамічної цегли; 7 - глини для виробництва керамзиту.

Рисунок 2.2 - Діаграма розміщення найголовніших груп оксидів відповідно до технічного призначення глин

Аналізуючи отриману діаграму, можна дійти висновку, що глина Чортківського родовища придатна для виробництва керамічної цегли і керамзиту, так само її можна використовувати як черепичну глину, гончарну або теракотову;

глина Оришківського родовища придатна для виробництва плиток.

За отриманими результатами можна зробити висновок, що досліджена глиниста сировина не вирізняється високими показниками якості, тому потрібне коригування її гранулометричного, хімічного та мінерального складів. Це необхідно для застосування її у виробках будівельної кераміки.

Рентгенограму основної глинистої сировини представлено на рисунку 2.3.

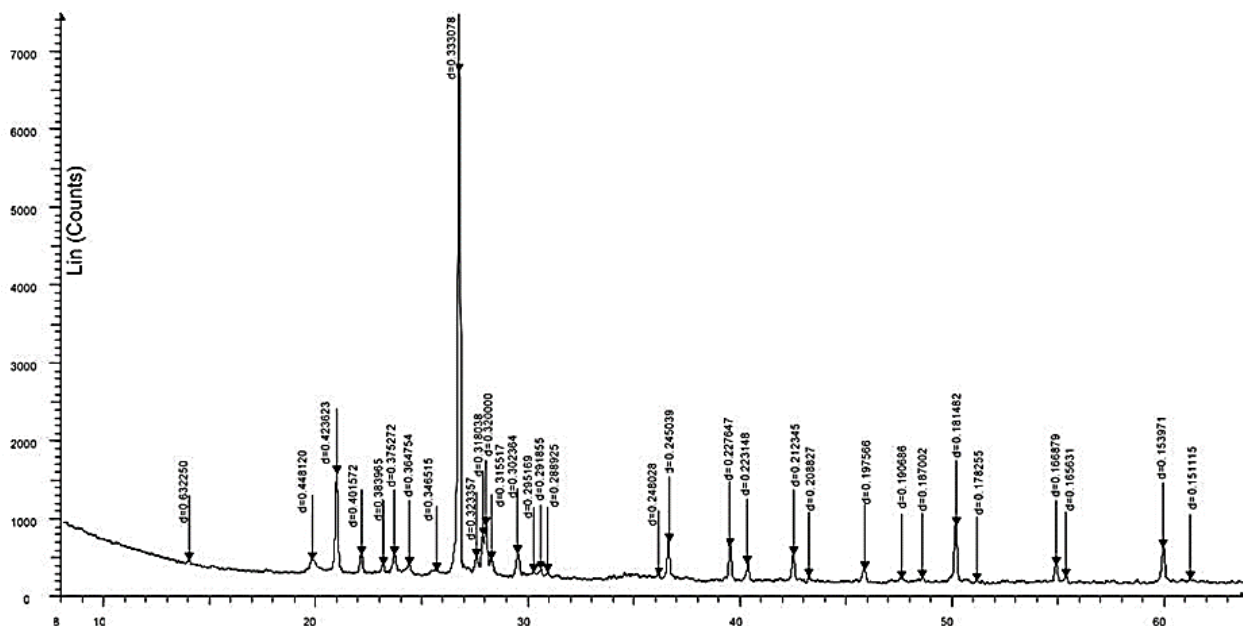


Рисунок 2.3 - Мінералогічний склад обпаленого зразка 1 глини Чортківського родовища (міжплощинні відстані в нанометрах - нм)

Аналізуючи отриману рентгенограму, можна дійти висновку, що основними мінералами, які утворюються в процесі випалу, є β -модифікація кварцу ($d = 0.333$; 0.423 ; 0.245 ; 0.227 ; 0.181 нм), глиниста складова здебільшого представлена монтморилонітом ($d = 0.632$; 0.448 ; 0.315 ; 0.245 нм).

2.3 Вплив шлікера на властивості керамічних виробів

Для поліпшення властивостей керамічних виробів до складу шихти вводиться добавка тугоплавкої глини в кількості 20-30%. Це призводить до поліпшення властивостей керамічних виробів, але збільшує вартість готової

продукції. У цій роботі ми досліджуємо можливість введення добавки тугоплавкої глини в меншій кількості у вигляді шлікера.

Шлікер готували розведенням тугоплавкої глини з водою 50% на 50% і залишали протягом 1-2 діб, що дало змогу частинкам глини набрякнути і частково подрібнитися. Потім добавку вводили в шихту в кількості 5, 7 і 10% від маси основної сировини.

Робочі склади представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Робочі склади шихти

№ складу	Склад шихти, %	
	глина Чортківського родовища (Ч)	глина Оришківського родовища (О)
1	100	0
2	95	5
3	93	7
4	90	10

З приготованої шихти готували зразки у вигляді плиточок, для вивчення усадочних властивостей, і циліндри, для визначення міцності та водопоглинання.

2.3.1 Вплив добавки шлікера на сушильні властивості

Важливими властивостями глин є сушильні властивості. Від них залежить технологічний процес виготовлення виробів. Для отримання матеріалів із заданими властивостями, необхідно дослідити ці властивості та підібрати оптимальний склад.

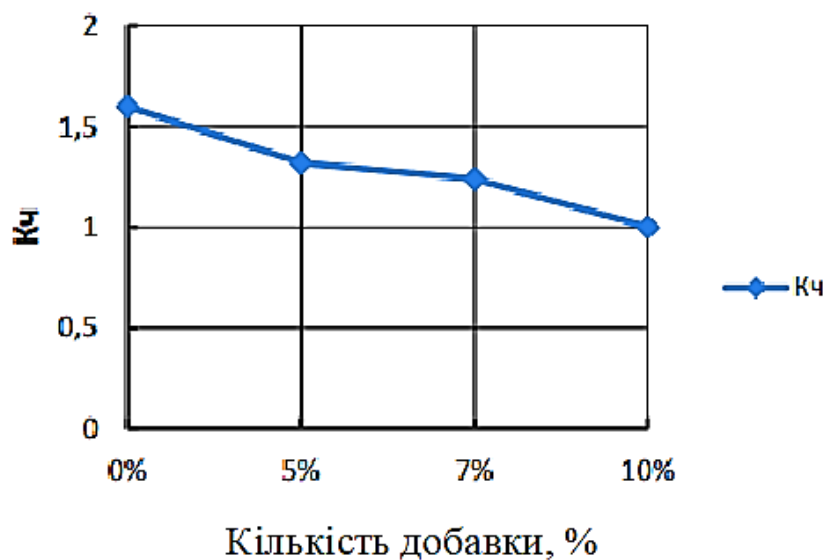
Дослідження сушильних властивостей глини включає визначення коефіцієнта чутливості до сушіння, повітряної лінійної усадки, вогневої лінійної усадки та загальної усадки. Ці властивості визначали на зразках- плиточках розміром 50x50x8 мм.

Результати проведених випробувань наведено в таблиці 2.6. Графік зміни коефіцієнта чутливості до сушіння залежно від кількості введеної добавки

представлений на рисунку 2.4; графік зміни усадки - на рисунку 2.5.

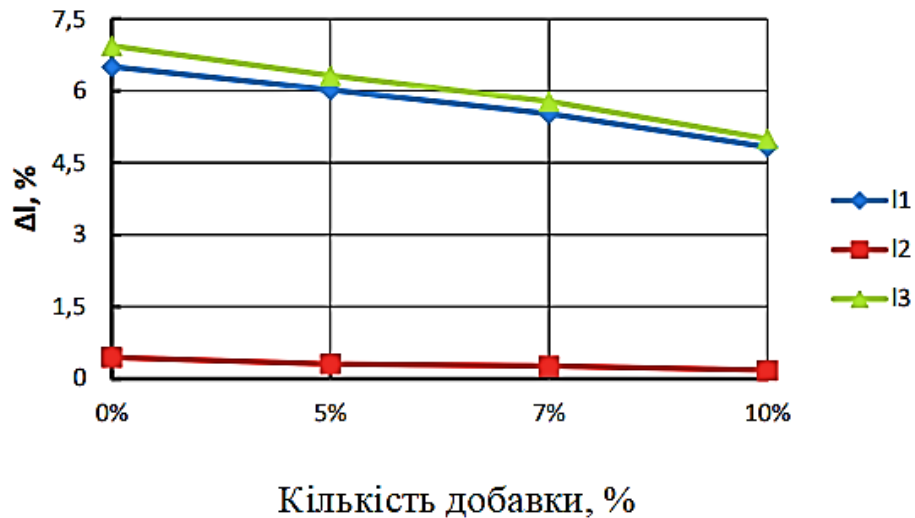
Таблиця 2.6 - Сушильні властивості зразків

№ складу	Шихта, %		Кч	l ₁ , %	l ₂ , %	l ₃ , %
	Основна глина (С)	Добавка (К)				
1	100	-	1,6	6,5	0,44	6,94
2	-	100	0,65	6,23	4,7	10,93
3	95	5	1,32	6,02	0,3	6,32
4	93	7	1,24	5,52	0,26	5,78
5	90	10	1	4,83	0,17	5



Кч- коефіцієнт чутливості до сушіння

Рисунок 2.4 - Графік зміни коефіцієнта чутливості до сушіння залежно від кількості введеної добавки



l_1 - повітряна лінійна усадка, %; l_2 - вогнева лінійна усадка, %; l_3 - загальна лінійна усадка, %.

Рисунок 2.5 - Графік зміни усадки залежно від кількості введеної добавки

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що при збільшенні введення кількості добавки тугоплавкої глини Оришківського родовища коефіцієнт чутливості до сушіння зменшується, при введенні 10%-вої добавки - отримана глиниста сировина відноситься до малочутливої. Значення загальної лінійної усадки так само зменшується: повітряна лінійна усадка перебуває в межах 5%, вогнева у межах 0,2%.

2.3.2 Вплив добавки шлікера на водопоглинання

Водопоглинання - це властивість, яка характеризує пористість керамічних виробів і залежить від об'єму пор, їхніх розмірів і виду пористості.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ)» водопоглинання виробів має бути - не менше 6%.

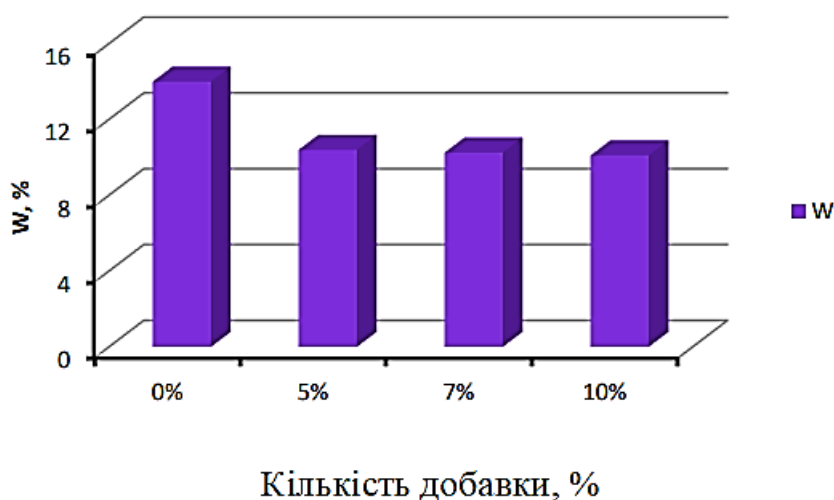
Випробування водопоглинання проводили на зразках-плиточках розмірами 50x50x5 мм, обпалених за заданої температури.

Результати проведених випробувань представлені в таблиці 2.7. Діаграму зміни водопоглинання залежно від кількості введеної добавки представлено на

рисунку 2.6.

Таблиця 2.7 - Водопоглинання керамічних зразків

№ складу	Шихта, %		Середнє значення водопоглинання, $W_{\text{ср.}}$, %
	Основна глина (С)	Добавка (К)	
1	100	-	14
2	-	100	11
3	95	5	10,4
4	93	7	10,25
5	90	10	10,1



W - водопоглинання, %

Рисунок 2.6 - Діаграма зміни водопоглинання керамічних зразків залежно від кількості введеної добавки

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що при введенні добавки тугоплавкої глини Оришківського родовища значення водопоглинання керамічних зразків зменшується, оскільки керамічний черепок матеріалу стає щільнішим, що призводить до зменшення пористості.

2.3.3 Вплив добавки шлікера на щільність і міцність

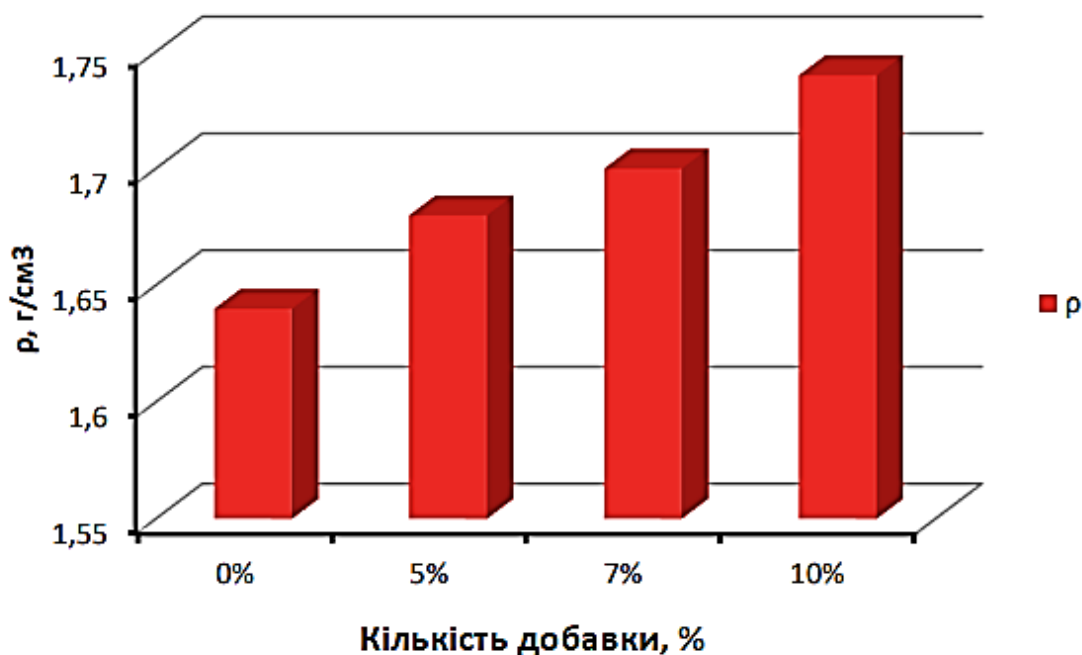
Згідно ДСТУ Б В.2.7-61:2008. «Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови (59880), керамічні матеріали ділять на марки залежно від межі міцності при стисненні та вигині».

У лабораторії випробування проводилися на зразках-циліндрах розмірами $d=50$ мм і $h=50$ мм. Для визначення межі міцності при стисненні зразки випробовували на гідравлічному пресі.

Результати проведених випробувань представлені в таблиці 2.8. Діаграми зміни густини та міцності під час стиснення керамічних зразків представлено на рисунках 2.7 і 2.8 відповідно.

Таблиця 2.8 - Механічні властивості зразків

№ складу	Шихта, %		Щільність, ρ , г/см ³		Межа міцності при стисненні, R, МПа	
	Основна глина (С)	Добавка (К)	зразка	Середнє значення	зразка	Середнє значення
1	100	-	1,64	1,64	11,59	11,66
			1,61		11,94	
			1,65		11,45	
2	-	100	1,81	1,82	17,03	17,05
			1,84		17,1	
			1,82		17,03	
3	95	5	1,67	1,68	14,15	14,15
			1,69		13,99	
			1,68		14,32	
4	93	7	1,7	1,7	14,6	14,64
			1,69		14,7	
			1,71		14,6	
5	90	10	1,76	1,74	15,17	15,14
			1,74		15,08	
			1,73		15,16	



ρ - густина, г/см³

Рисунок 2.7 - Діаграма зміни густини залежно від кількості введеної добавки



R - Межа міцності при стисненні, МПа

Рисунок 2.8 - Діаграма зміни міцності при стисненні залежно від кількості введеної добавки

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що введення в глинисту сировину добавки тугоплавкої глини у вигляді шлікера дає змогу підвищити характеристики міцності керамічних виробів. При введенні 5%

добавки межа міцності при стисненні збільшилася на 21,36%, порівняно з шихтою без добавки, при введенні 10% добавки - на 29,85%. Щільність збільшилася відповідно на 2,4% і 6,1%.

Фізико-механічні властивості досліджуваних керамічних зразків представлені в таблиці 2.9.

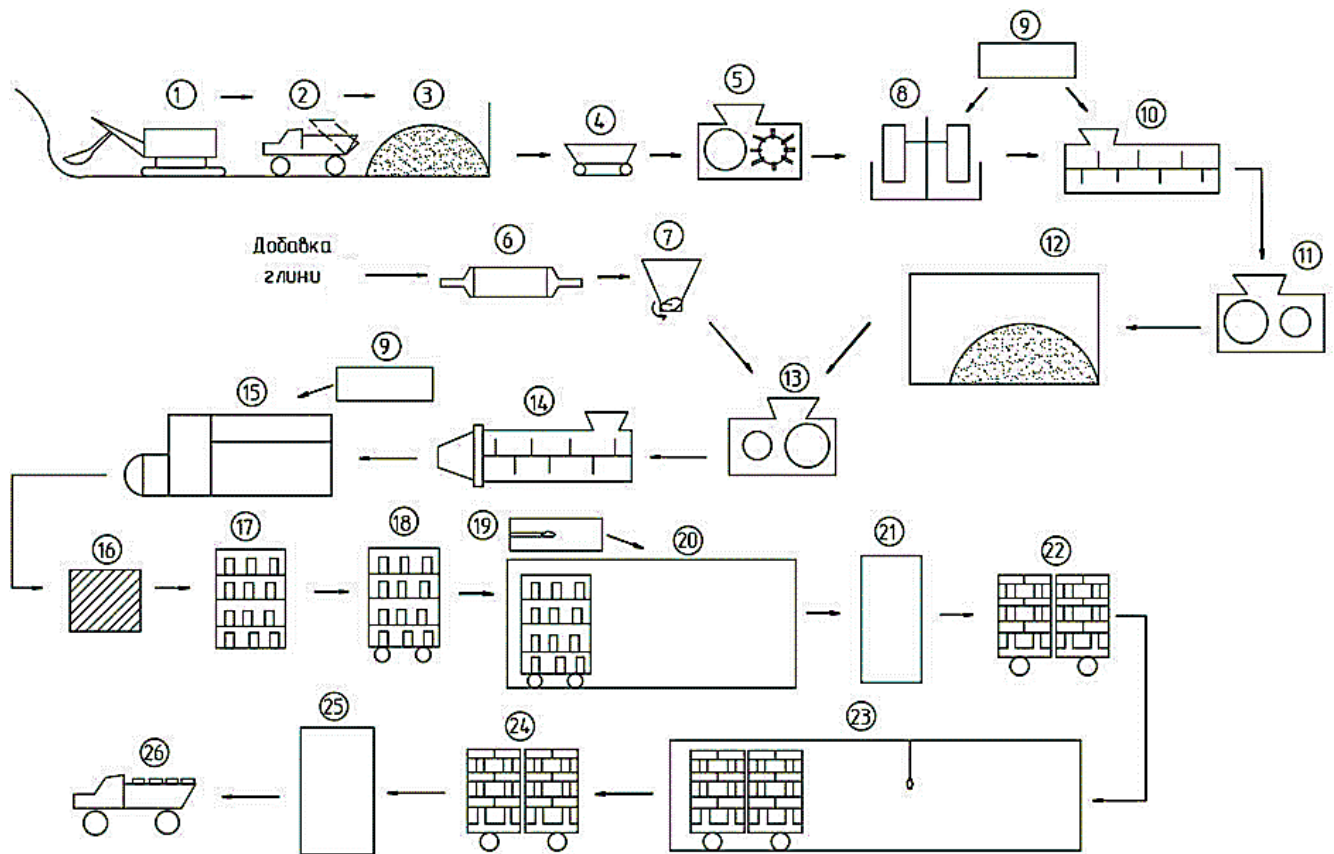
Таблиця 2.9 - Фізико-механічні властивості зразків

№ складу	Шихта, %		Коефіцієнт чутливості до сушіння, Кч	Повітряна лінійна усадка, %	Вогнева лінійна усадка, %	Загальна лінійна усадка, %
	Основна глина (С)	Добавка (К)				
1	100	-	1,6	6,5	0,44	6,94
2	-	100	0,65	6,23	4,7	10,93
3	95	5	1,79	5,5	0,37	5,87
4	93	7	1,54	7,8	0,52	8,32
5	90	10	1,32	9,1	0,61	9,71

Таким чином, активаційне подрібнення тугоплавкої глинистої сировини сприяє поліпшенню властивостей керамічних виробів, не змінюючи складу сировинної шихти. При застосуванні активованої тугоплавкої глини отримують міцнішу кераміку завдяки більшій її реакційній здатності та оптимізації процесу спікання.

3.4 Технологічна схема виробництва цегли пластичним способом

Проведені дослідження дають змогу запропонувати таку схему виробництва керамічної цегли:



1 - екскаватор; 2 - автосамоскид; 3 - глинозапасник; 4 - ящиківий живильник глини; 5 - каменевидільні вальці; 6 - промисловий активатор; 7 - проміжний бункер зберігання шлікеру з лопаттю; 8 - бігуни; 9 - вода; 10 - глинозмішувач; 11 - вальці грубого помелу; 12 - шихтосховище; 13 - вальці тонкого помелу; 14 - глинозмішувач із фільтрувальними ґратами; 15 - прес із глинозмішувачем; 16 - різальний пристрій; 17 - укладальник цегли-сирцю на сушильну вагонетку; 18 - сушильна вагонетка; 19 - подання теплоносія; 20 - сушарка; 21 - перевантажувач висушеної цегли на пічні вагонетки; 22 - пічна вагонетка; 23 - тунельна піч; 24 - перевантажувач обпаленої цегли в транспортні пакети; 25 - склад готової продукції; 26 - відвантаження продукції.

Рисунок 2.9 - Технологічна схема виробництва керамічної цегли методом пластичного формування

Першим етапом проводяться кар'єрні роботи, які включають у себе видобуток, транспортування і зберігання проміжного запасу глини.

Другим етапом є підготовка формувальної маси. Зі складу сировини основна глиниста сировина надходить до каменевидільних вальців, у яких виконують процес вилучення кам'янистих включень.

Грубе дроблення складається з двох стадій:

- на першій - виконується розпушування шматків глини за допомогою бігунів;

- на другій - подрібнення глини за допомогою вальців грубого помелу, дроблення в них відбувається за рахунок роздавлювання глиняного коржа. На цій стадії подрібнення глини відбувається до шматків розміром 10-15 мм.

Після цього глина надходить у шихтосховище (шихтозапасник) бункерного типу, де усереднюється і гомогенізується.

Слідом за цим глина потрапляє у вальці тонкого помелу, де виконується процес тонкого подрібнення. Зазор між валками становить 1 мм. Мета тонкого подрібнення - руйнування водоміцних оболонок, що цементують окремі зерна глиноутворювальних мінералів, руйнування самих зерен і звільнення молекулярних зв'язків, за рахунок яких глина гідратуватиметься.

Тугоплавка глина, яка є додатковою сировиною, проходить ті ж самі підготовчі операції, що й основна сировина. На кресленні (аркуш № 5) добавку показано у вигляді стрілки, що дає змогу не ускладнювати креслення. Добавку готують так: глина зволожується до рідкотекучого стану з вологістю $W=45-50\%$ і надходить до промислового активатора, де відбувається високотехнологічна обробка. За неможливості відтворення цього способу, активація глини проводиться природним способом. Шлікер готується розведенням тугоплавкої глини з водою 1:1 і залишається на термін 1-2 доби. Це дає змогу частинкам глини набухати і частково подрібнюватися. Проміжний бункер зберігання шлікера оснащений лопатою для перемішування, це дає змогу унеможливити осідання і порушення однорідності. Після чого шлікер перемішується з основною сировиною.

Третій етап - формування сирцю. Глиняна маса має пластичну консистенцію. Формування відбувається на стрічковому вакуумному пресі: маса потрапляє у воронку преса, відбувається перемішування та ущільнення сировини, далі - переміщення її до вихідного звуження - мундштука. Після чого глиняний брус розрізають різальним пристроєм на вироби необхідного розміру.

Четвертим етапом є сушіння. Після формування сирець має невисоку механічну міцність, оскільки в масі присутня волога. Тому перед випалюванням вироби попередньо сушать у сушильних пристроях. Сушарка оснащена

рейковими шляхами, якими пересуваються вагонетки. Висушені вироби викочуються з тунелю, і виконується садка на пічні вагонетки.

Випал виробів - завершальний п'ятий етап. Під час випалу остаточно формується структура матеріалу, тобто відбувається спікання кераміки.

Після випалу цегла знімається з вагонеток, фіксується на піддонах, фасується в транспортні пакети і транспортується автотранспортом. Склад готової продукції знаходиться на відкритому майданчику і розташовується на території підприємства. На складі є мостові крани, необхідні для розвантаження піддонів із цеглою в автомобілі.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Екосистемі планети завдано значної шкоди внаслідок таких чинників, як поява промислового виробництва, вдосконалення сучасних технологій, просування технічного прогресу. Ці зміни були спричинені діяльністю людини, тому іменуються антропогенними.

Діяльність людини, орієнтована на досягнення певних цілей: втілення соціальних, суспільно-політичних, матеріальних та інших інтересів, яка завдає шкоди навколишньому середовищу у вигляді всіляких змін, називається антропогенним впливом. Такий вплив може бути стихійним або усвідомленим. Усвідомлений вплив здійснюється людиною осмислено і цілеспрямовано, в іншому випадку вплив - стихійний (мимовільний).

Види антропогенного впливу на природу представлено на рисунку 3.1.

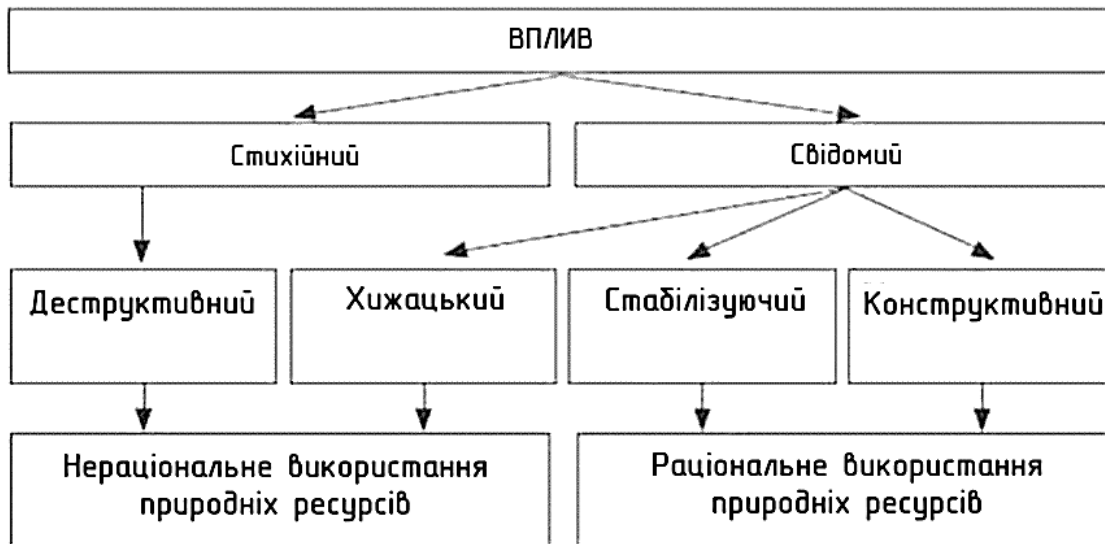


Рисунок 3.1 - Види антропогенного впливу на природу

Антропогенні впливи різноманітні за типом, масштабом, часом дії. Система біосфери руйнується внаслідок виконання таких впливів.

У таблиці 3.1 представлено вплив різних речовин на біосферу.

Таблиця 3.1 - Антропогенний вплив на біосферу

Вилучення з біосфери	Надходження в біосферу
Копалини - 100 млрд т	Хімічні речовини-100 тис. найменувань
Метали - 800 млн т	Синтетичні матеріали - 60 млн т
	Пестициди - 5 млн т
	Метали - 50 млн т
	Рідкий стік - 500 млрд м ³
	Тверді відходи - 17,4 млрд. т.
	CO ₂ - 20 млрд т.
	SO ₂ - 150 млн т

Загалом, результат усіляких впливів на біосферу оцінюється за характером: позитивний (позитивний) або негативний (негативний).

- позитивними наслідками є відновлення земельних ділянок, відтворення необхідних ресурсів, відтворення водних запасів.

- негативні наслідки - це вирубування лісових територій, підвищення вмісту солі в ґрунтах, знищення деяких видів рослин і тварин, забруднення навколишнього середовища.

Забруднення - це потрапляння в природне середовище речовин у рідкому, твердому або газоподібному стані, які чинять негативний вплив на екосистему.

Об'єктами забруднення є атмосфера, вода, ґрунт. Джерелами забруднення є:

- промислові підприємства;
- теплоенергетичний комплекс;
- відходи різного призначення: будівельні, транспортні, медичні, побутові та інші;
- викиди забруднювальних речовин: хімічні сполуки, токсичні речовини та інші.

Отже, забруднення різного виду приводять у непридатність екологічні системи та біосферу шляхом поширення відходів. Результатом є витрачання родючих земель, зменшення ефективності екологічних систем та біосфери.

Таким чином, захист довкілля є першорядним завданням у вирішенні

проблем природокористування.

3.1 Раціональне використання повітря

На сьогоднішній день найважливішим завданням є охорона і захист атмосферного повітря, оскільки тільки таким чином можливе відновлення природного середовища.

Масштаби забруднення атмосфери подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Масштаби забруднення атмосфери

Регіон	Шар атмосфери	Часовий період
Глобальний	Усі шари	Десятиліття
Континентальний	Стратосфера	Роки
Регіональний	Тропосфера	Місяці
Локальний	Нижній шар тропосфери (до 1500 м)	Доба
Безпосереднє оточення джерела	Висота димової труби	Години

Загалом валові обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферу від стаціонарних джерел у промислових забруднень у 2005 р. становили 20,4 млн.т. Валовий викид забруднюючих речовин в атмосферу в 2010 р. становив 19,07 млн тонн.

Нижче наведено внесок у забруднення атмосферного повітря основних галузей промисловості (%).

Таблиця 3.3 - Забруднення атмосферного повітря основними галузями промисловості

Галузь промисловості	Відсоток забруднення, %
Транспорт	40
Електроенергетика	28,5

Продовження таблиці 3.3

Галузь промисловості	Відсоток забруднення, %
Кольорова металургія	21,6
Чорна металургія	15,2
Нафтовидобуток	7,9
Нафтопереробка	5,1
Машинобудування	3,6
Вугільна промисловість	3,6
Газова промисловість	3,3
Виробництво будівельних матеріалів	3,2
Хімічна промисловість	2,7
Деревообробка	2,6
Харчова промисловість	1,5
Оборонна промисловість	0,6
Легка промисловість	0,4

Ступінь уловлювання та знешкодження шкідливих речовин наразі залишається на рівні 78-79%, завислих частинок-90-95%. Незважаючи на скорочення виробництва і закриття багатьох підприємств, рівень забруднення атмосфери залишається високим: загалом по містах середні концентрації діоксиду азоту і сірковуглецю в повітрі перевищують ГДК .

3.1.1 Шкідливі речовини на виробництві

Отруйні речовини, які впливають на людину у виробничих умовах, дуже небезпечні. Вони проявляються в різних станах: тверді, рідкі, паро- і газоподібні.

Нині відомо понад 5 млн. хімічних речовин, з яких 60 тис. широко застосовують у промисловості. Щорічно у світовій практиці синтезується від 500 до 1000 нових хімічних речовин та їхніх сполук, тому ймовірність забруднення робочих місць отруйними речовинами дедалі більше зростає.

Промислові отрути класифікуються різним чином. Отруйні речовини, які трапляються в будівництві, діляться на групи:

- 1) тверді отрути. До них належать: свинець, миш'як, деякі види фарб;
- 2) рідкі та газоподібні отрути. До них належать: оксид вуглецю, бензин, сірководень, сірковуглець, спирти тощо.

За характером токсичності отруйні речовини бувають:

- 1) їдкі отрути, які руйнують шкірний покрив і слизові оболонки. Це - HCl , H_2SO_4 , CrO_3 та ін.;
- 2) отрути, які впливають на органи дихання. До них належать: SiO_2 , SO_2 , NH_3 та ін.;
- 3) отруйні речовини, які діють на кров: CO , миш'яковистий водень тощо;
- 4) отрути, які впливають на нервову систему. Ними є спирти, сірководень, вуглеводні.

Оксид вуглецю CO - газоподібна речовина, кольору і запаху не має. Зустрічається на підприємствах, де виконується сушіння, випалювання або прогрівання продукції.

Сірчистий ангідрид SO_2 - газ, що не має кольору, характеризується задушливим запахом і кислим смаком. Виділяється під час згоряння вугілля та нафти, які містять сірку.

Сірководень H_2S - високотоксичний газ, не має кольору, має запах.

Він важчий за повітря, зустрічається в колодязях і траншеях.

Хлор Cl - газ, що має зеленувато-жовтий колір і задушливий запах. Використовується під час виконання будівельних робіт у зимових умовах: входить до складу хлорованих розчинів.

Бензин - суміш вуглеводнів, не має кольору, легко випаровується.

Застосовується в будівництві як розчинник фарб під час виконання малярних робіт.

На підприємствах систематично здійснюється контроль за кількістю вмісту шкідливих і небезпечних речовин у повітрі робочої зони. Такий контроль виконують заводські санітарні лабораторії, так само він здійснюється міськими

(районними) санітарно-епідеміологічними станціями (СЕС).

3.1.2 Виробничий пил і методи боротьби з ним

Основною забруднювальною речовиною у виробництві будівельних матеріалів є пил.

Пил являє собою гігієнічну шкідливість, оскільки він негативно впливає на організм людини. Під впливом пилу можуть виникати такі захворювання, як пневмоконіози, екземи, дерматити, кон'юнктивіти тощо. Що дрібніший пил, то він небезпечніший для людини.

Найнебезпечнішими для людини вважаються частинки розміром від 0,2 до 7 мкм, які, потрапляючи в легені під час дихання, затримуються в них і, накопичуючись, можуть стати причиною захворювання. Існує три шляхи проникнення пилу в організм людини: через органи дихання, шлунково-кишковий тракт і шкіру. Крім цього пил погіршує видимість на будівельних об'єктах, знижує світловіддачу освітлювальних пристроїв, підвищує абразивне зношування тертьових виробів машин і механізмів. У результаті цих причин знижується продуктивність і якість праці та погіршується загальна культура виробництва.

Залежно від того, який хімічний склад має пил, визначається його гігієнічна шкідливість. Якщо в пилу присутні речовини, які містять токсичні властивості, зростає небезпека пилу. Діоксид кремнію SiO_2 - одна з найнебезпечніших сполук, бо спричиняє захворювання - силікоз.

За хімічним складом пил буває:

- органічна (бавовняна, деревна та ін.);
- неорганічна (цементна, кварцова та ін.);
- змішана.

Концентрація пилу в реальних виробничих умовах може становити від кількох мг/м^3 до сотень мг/м^3 . Санітарними нормами встановлено гранично допустимі концентрації (ГДК) пилу в повітрі робочої зони. Залежно від хімічного складу пилу їх ГДК коливаються в межах від 1 до 10 мг/м^3 .

Наступний комплекс заходів проводять для того, щоб перешкоджати забрудненню пилом повітря в приміщеннях виробничого призначення, а так само для забезпечення безпечних умов праці для робітників від негативного впливу пилу:

1) Забезпечується повна механізація та автоматизація технологічних процесів, за рахунок чого зменшується кількість робітників, які перебувають у зонах рясного пиловиділення.

2) Використовуються герметичні пристрої (обладнання) для транспорту матеріалів, що пилять. Прикладом слугують установки пневматичного транспорту всмоктувального типу, оскільки не виділяють пил у повітря в приміщеннях.

3) Застосовується технологія зволоження сипучих матеріалів. Прикладом є гідрозрошення форсунками.

4) Використовуються аспіраційні установки, що дають змогу видалити пил, який утворився внаслідок механічної обробки деяких видів крихких матеріалів під час процесів помелу, транспортування і дозування матеріалів.

5) Проводиться постійне прибирання приміщень з використанням вакуумних установок пересувного або стаціонарного типу. Найбільш ефективними є стаціонарні установки.

6) Для індивідуального захисту від пилу застосовуються респіратори різних видів, окуляри, спецодяг.

У промисловості для очищення повітря від пилу застосовують апарати різної конструкції: фільтри - це пристрої, в яких частинки пилу відокремлюються від повітря шляхом фільтрації через пористі матеріали; та пиловловлювачі - це апарати, які працюють на інших принципах відокремлення пилу.

Залежно від природи сил, що діють на зважені в газі пилові частинки для їх відокремлення від газового потоку, використовують такі типи пиловловлювальних апаратів:

- сухі механічні пиловловлювачі (зважені частинки відокремлюються від газу за допомогою зовнішньої механічної сили);
- мокрі пиловловлювачі (зважені частинки відокремлюються від газу

шляхом промивання його рідиною, що захоплює ці частинки);

- електричні пиловловлювачі (частинки пилу відокремлюються від газового потоку під дією електричних сил);
- фільтри (пористі перегородки або шари матеріалу, що затримують пилові частинки під час пропускання через них запиленого повітря);
- комбіновані пиловловлювачі (використовуються одночасно різні принципи очищення).

Пилоосаджувальні камери прості в пристрої та експлуатації. Принцип роботи полягає в тому, що частинки пилу відокремлюються від повітря під дією сили тяжіння, коли повітря проходить через камери. Такі апарати застосовуються для грубого очищення, їхня ефективність - 50- 60%.

Також для очищення повітря від пилу застосовуються циклони (відцентрові пиловіддільники). Вони мають просту конструкцію і забезпечують високий ступінь знепилювання повітря, що становить 80- 90%.

Для уловлювання сухого пилу, що не злипається, у промисловості використовують рукавні фільтри, їхня ефективність становить 90-99%.

Електричні фільтри застосовують для очищення від пилу повітря і промислових газів, їхня ефективність дуже висока і становить 99,9%. Частинки вловлюються будь-яких розмірів. До переваг таких пристроїв належать економічна експлуатація, очищення газів за високих температур (до 450°C).

Існують апарати глибокого очищення - це пиловловлювачі мокрого типу. Вони мають високу ефективність пиловловлювання - 99,0-99,5%. Застосовуються в тих випадках, коли пил добре змочується водою і не цементується.

3.1.3 Основні напрями робіт зі зниження забруднення повітря

Зменшити кількість забрудненого повітря в атмосфері на підприємствах з виробництва будівельних матеріалів можна шляхом виконання такого комплексу заходів:

- запровадження різних видів методів: економічних, моральних та

інших, для охорони атмосфери. Прикладом є плата за викиди.

- використання маловідходних і безвідходних виробництв будівельних матеріалів, зокрема керамічної цегли, а також інших галузей промисловості.
- просування систем, що контролюють забруднення атмосфери. Вони можуть працювати в дистанційному форматі або бути автоматизовані.
- застосування високотехнологічних методів очищення газів від пилу, які мають високий коефіцієнт корисної дії.
- ліквідування застарілих установок, що працюють на виробництвах, а так само застосування альтернативних джерел енергії.

3.2 Раціональне використання води

Зростання кількості населення стабільно збільшується, що в результаті призводить до збільшення потреб людини у водних ресурсах. Прісна вода споживається в більшій кількості, ніж усі інші види природних ресурсів.

Загалом у 2006 р. використано 62,1 км³ свіжої води, зокрема: з поверхневих джерел-49,4 км³, з підземних-7,7 км³, морської води-5,0 км³. Нижче наведено розподіл обсягів споживаної води за галузями (у%).

Таблиця 3.4 - Розподіл обсягів споживаної води за галузями промисловості

Галузь промисловості	Відсоток споживання, %
Деревообробка	19,4
Хімічна промисловість	18,3
Електроенергетика	14,4
Чорна металургія	9,5
Вугледобувна промисловість	8,8
Машинобудування	8,6
Кольорова металургія	6,5
Нафтопереробка	3,1

Продовження таблиці 3.4

Галузь промисловості	Відсоток споживання, %
Оборонна промисловість	2,3
Легка промисловість	2,0
Харчова промисловість	1,7
Промисловість будматеріалів	1,7
Нафтовидобуток	0,3
Газова промисловість	0,08

Забруднення поверхневих вод здійснюється різними способами:

- у відкриті водойми скидають стічні води, що не пройшли етап очищення, до них належать: комунальні, промислові, побутові води. Зменшити кількість забруднення стічних вод за допомогою встановлення спеціальних пристроїв-фільтрів, а також очисних споруд;
- під час дощу добрива та різні хімікати змиваються в річки й озера, що в результаті призводить до погіршення якості води;
- на поверхню води осідають такі викиди як зола, пил, незгорілі частинки, що забруднює водне середовище. Такі явища відбуваються в промислових районах, найчастіше поблизу знаходження ТЕС;
- продукти нафтопереробки є небезпечним забрудненням біосфери. Таке забруднення виникає внаслідок аварій на нафтових станціях, на бурових платформах.

Крім поверхневих відбувається забруднення і підземних (грунтових) вод, що найбільш явно проявляється в промислових районах. Джерела забруднення різноманітні - просочування стічних вод із тимчасових сховищ і відстійників, через несправні свердловини та трубопроводи. Важливо, що забруднення поширюється на велику

Це створює небезпеку для питного водопостачання розташованих поруч населених пунктів [14].

3.2.1 Створення замкнутих водооборотних систем

Під замкнутою водооборотною системою розуміють очищення і повторне використання води.

Замкнуті системи водопостачання для виробництв є основою раціонального водокористування. Існують три основні чинники, які відповідають на запитання: чому необхідно створювати такі системи.

1) Дефіцит прісної води. Переважно в південній частині країни розміщуються райони, в яких помічена нестача прісної води.

Прісної води не вистачає внаслідок виконання таких процесів:

- кількість води, що витрачається на споживання, повсякденно зростає;
- якість води в природних джерелах значно знижується внаслідок скидання стічних вод;
- вміст солей у водах зростає, що, своєю чергою, призводить до погіршення якості води.

2) Водойми мають здатність до самоочищення. Оскільки в них дедалі частіше скидають стічні води, ця унікальна здатність стає слабшою.

Прогноз розвитку господарської діяльності показує, що для розбавлення стічних вод за умови, що їхня якість після очищення буде перебувати на сучасному рівні, знадобиться використання всіх водних ресурсів планети.

3) Вигода з економічного погляду. Для того щоб скинути стічні води у відкриті водойми, перш за все, потрібне їх очищення від забруднень. У сучасному світі нинішні технології дають змогу отримати воду будь-якого ступеня чистоти.

3.2.2 Методи очищення стічних вод

Методи очищення (переробки) промислових, а так само сільськогосподарських, стічних вод поділяють на групи:

1) Фізичні методи. Принцип роботи таких методів полягає у відділенні всіх видів домішок, до них відносять відстоювання і фільтрацію.

2) Фізико-хімічні методи. Принцип роботи - перетворити домішку в іншу форму і стан, наприклад, коагуляція, кристалізація, утворення малорозчинних сполук, окислення і відновлення.

3) Біохімічні методи - аеробні та анаеробні.

На практиці найчастіше застосовують комплекс цих заходів. Широко застосовується біохімічне очищення, що забезпечує ступінь очищення від органічних речовин 90%, від неорганічних - 20-40%.

3.3 Перероблення та знешкодження відходів

З настанням людської цивілізації з'явилася одна з найважливіших і глобальних проблем - це відходи виробництва. Щорічно утворюється близько 7 млрд. тонн відходів, зокрема близько 130 млн. тонн твердих побутових (комунальних) відходів, і ця кількість збільшується на 3-4% на рік. Відходи забруднюють навколишнє середовище: атмосферу, ґрунт, поверхневі та підземні води, оскільки мають високу токсичність. Велику небезпеку відходи становлять для людини, проникаючи в організм через їжу. Значна кількість площ, зокрема сільськогосподарського призначення, відводиться для захоронення відходів.

Сфера управління відходами має тенденцію мінімізації відходів:

- запобігання та зменшення кількості утворення відходів (безвідходне виробництво);
- поліпшення якості відходів, що утворюються;
- зменшення кількості токсичних речовин у відходах;
- повторне використання, відновлення або вилучення корисних компонентів з них.

Проблема твердих побутових відходів (ТПВ) нині стає дедалі актуальнішою, особливо в містах. Згідно з даними останнього перепису населення, у нашій країні близько 70% людей проживає у великих містах. При цьому щорічно на кожні 100 тис. жителів утворюється близько 200 тис. тонн відходів, зокрема в житловому фонді - приблизно 25 тис. тонн ТПВ і

великогабаритного сміття. Близько 14 тис. тонн ТПВ і великогабаритних матеріалів і 15 тис. тонн відходів виробництва утворюються в нежитловому фонді міста. До цих відходів додається приблизно 6 тис. тонн медичних і біологічних відходів. При масштабах будівельних робіт, що збільшуються повсюдно, у містах утворюється ще близько 110 тис. тонн будівельних відходів. Під час очищення стічних вод утворюється близько 30 тис. тонн осадів. У найближчі 5-7 років аналогічні обсяги відходів будуть характерні і для більшості великих міст [12].

Під час виконання ремонтних робіт на будівельному майданчику у великих кількостях утворюються будівельні відходи, наприклад, цегляні.

Такі відходи відправляють на звалище твердих побутових відходів. Кількість і обсяги звалищ широко збільшуються, що в результаті призводить до забруднення навколишнього середовища.

Великий обсяг виробництва керамічної цегли дає змогу утилізувати промислові відходи в значних кількостях і широкому діапазоні їхнього складу з використанням традиційної технології та апаратурного оснащення. Одним зі способів розширення застосування глинистих порід низького гатунку є створення композицій з використанням як добавки - техногенних матеріалів, що дає змогу підвищити технічні властивості та знизити вартість готової продукції.

Якщо розглядати раціональне природокористування з позиції, що керамічна цегла - це не до кінця використана будівельна сировина, можна сказати, що така сировина може забезпечити керамічну промисловість відбілювальним матеріалом високої якості, який подібний до шамоту. Шамот це добавка, яку застосовують як відбілювач глини. Шамот не знижує вогнетривкість глиняної маси, порівняно з іншими відлущувальними добавками. Під час виробництва дешевих керамічних виробів, зокрема керамічної цегли, його не застосовують, оскільки він є дорогим матеріалом.

На сьогодні система переробки твердих побутових відходів - це широка галузь промисловості, забезпечена сучасною технікою. Важливі питання в цьому напрямку: збирання твердих побутових відходів та їх транспортування. Так само ці процеси є найдорожчими: зібрати і транспортувати тверді побутові відходи

зараз може коштувати близько 60-80% від загальної вартості всієї переробки відходів.

Досвід більшості країн показав, що майбутнє за роздільним збиранням ТПВ населенням (за ефективністю йому немає альтернативи), але запроваджувати його можна тільки тоді і тільки там, де суспільна свідомість і культура населення сприймають його. Кількість контейнерів (або частин ТПВ при роздільному зборі) не має перевищувати трьох - чотирьох, п'ять - уже багато навіть для високорозвинених країн. На початку організації роздільного збору ТПВ бажано сортувати ТПВ хоча б на дві фракції: утилізовану (таку, що підлягає переробці) і неутилізовану (таку, що підлягає захороненню або спалюванню). У практичному плані зараз розглядаються різні комбінації переробки ТПВ з різною часткою сепарації, у тому числі й населенням.

Однак нині в нашій країні, та й у більшості інших країн, основними методами знешкодження твердих побутових відходів є: вивезення на полігони, спалювання і компостування (принаймні виділеної органічної їх частини).

У технології та апаратурному оформленні процесу компостування останнім часом відбулися великі зміни: біобарабани, що застосовувалися раніше, замінені басейнами, а час обробки збільшився в рази. Усе це дало змогу доводити ферментацію до кінця (у біобарабанах вона тільки починалася) і отримувати якісний продукт [12].

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Інженерні рішення з охорони праці

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог чинної системи охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія та техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам-будівельникам, підвищення культури виробництва, безпеку робіт та їх полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці у будівництві тісно пов'язане з технологією та організацією виробництва. Відповідальність за безпеку робіт покладено у законодавчому порядку на технічних керівників будівель – головних інженерів та інженерів з охорони праці, виробників робіт та будівельних майстрів. Керівники будівництва зобов'язані організувати планування заходів з охорони праці та протипожежної техніки та забезпечити проведення цих заходів у встановлені терміни. Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання та забезпечують нормальні санітарно-побутові умови – одне з найважливіших завдань, від успішного вирішення якого залежить подальше підвищення продуктивності праці на забудовах.

До обов'язків адміністрації будівельних організацій з охорони праці входять:

- дотримання правил охорони праці, здійснення заходів з техніки безпеки та виробничої санітарії;
- розробка перспективних планів та угод колективних договорів щодо покращення та оздоровлення умов праці;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту;

- проведення інструктажів та навчання робочих правил техніки безпеки;
- організація пропаганди безпечних методів праці, забезпечення будівельних об'єктів плакатами, запобіжними написами тощо;
- організація навчання та щорічної перевірки знань, правил та норм охорони праці інженерно-технічного персоналу;
- проведення медичних оглядів осіб, зайнятих на роботах із підвищеною небезпекою та шкідливими умовами;
- розслідування всіх нещасних випадків та профзахворювань, що сталися на виробництві, а також їх облік та аналіз;
- ведення документації та перевірка встановленої звітності з охорони праці;
- видання наказів та розпоряджень з питань охорони праці.

Загальне керівництво робіт з техніки безпеки та виробничої санітарії, а також відповідальність за її стан покладається на керівників (начальників та головних інженерів) будівельних організацій.

4.1.2 Техніка безпеки під час експлуатації будівельних машин

Сучасне технологічне обладнання розташовується на підприємствах із виробництва будівельних виробів і конструкцій. Також такі підприємства забезпечені механізованими інструментами. Щорічно випускається нове обладнання, зібране за сучасними технологіями, але при цьому першочерговим завданням виявляється забезпечення безпечної експлуатації машин. Обладнання підприємств характеризують як засоби підвищеної небезпеки. Найнебезпечнішими, серед великої кількості машин і механізмів, є підйомно-транспортні, дорожньо-будівельні та землерийні засоби, а також обладнання для виробництва будівельних матеріалів.

Близько 25% нещасних випадків виробничого травматизму є наслідком експлуатації будівельних машин і механізмів, про це свідчать статистичні дані

будівельних підприємств. Особливо небезпечними є такі процеси, як вплив механічної сили (травмування робітників рухомими частинами машини), дія електричного струму, шуми і вібрації, забрудненість повітря на робочому місці, теплове випромінювання.

Джерелами таких наслідків виявляється не тільки поведінка робітників, яка порушує техніку безпеки і є неорганізованою, а й також конструктивне недопрацювання механізмів.

У процесі проектування будівельних машин застосовують спеціальні пристрої, які гарантують безпеку обладнання під час аварійної ситуації: непередбачувану появу небезпеки. Пристрої безпеки класифікують таким чином: сигнальні, блокуючі, огороджувальні, гальмівні.

- у разі виникнення небезпечної ситуації робітників інформують за допомогою сигнальних пристроїв: світла або звуку.

- у тому випадку, коли робітник потрапляє в небезпечну зону або обладнання виходить з ладу, блокувальні пристрої припиняють роботу машини.

- щоб уникнути проникнення робітників на небезпечну ділянку, використовують огороджувальні пристрої.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Законодавча база України

Основу нормативно-правової бази в сфері цивільної оборони, захисту населення і території від наслідків надзвичайних ситуацій складають: Кодекс цивільного захисту України, закони «Про війська цивільної оборони», «Про аварійно-рятувальні служби»; укази Президента України «Про Концепції захисту населення і територій у випадку загрози і виникнення НС» і Положення «Про міністерство України з питань НС і в справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи», постанови Кабінету Міністрів України про затвердження «Положення про цивільну оборону України», «Про єдину державну систему попередження і реагування на НС техногенного і природного характерів», «Положення про керування з питань НС і цивільного захисту населення обласних і міських державних адміністрацій» та інші нормативні акти.

4.2.2 Стійкість споруди від ударної хвилі

Нові об'єкти народного господарства повинні будуватися з урахування вимог, виконання яких сприяє підвищенню сталості об'єкта. Основні з них такі:

1. Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розташовувати розосереджено. Відстані між будівлями повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість перенесення вогню з однієї будівлі на іншу, навіть якщо пожежу не гасять.

Ширина протипожежного розриву L_p м визначається за формулою:

$$L_p = H_1 + H_2 + (15 \dots 20), \text{ де } H_1 \text{ і } H_2 \text{ — висоти сусідніх будівель, м.}$$

Будівлі адміністративно господарського та обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найважливіші виробничі будівлі слід будувати заглибленими або пониженої висотності, прямокутної форми у плані. Це зменшує парусність будівель і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Належну стійкість

до впливу ударної хвилі мають залізобетонні будівлі з металевими каркасами в бетонній опалубці .

Для підвищення стійкості до світлового випромінення у будівлях та спорудах, що будуються, повинні застосовуватися вогнетривкі конструкції, а також вогнетривка обробка елементів будівлі, які горять. У кам'яних будівлях перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі будівлі повинні розділятися на секції вогнетривкими стінами (брандмауерами). У ряді випадків при проектуванні та будівництві промислових будівель і споруд має бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу. Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості і продовольчих складів.

3. У складських приміщеннях повинна бути мінімальна кількість вікон і дверей. Складські приміщення для зберігання легкозаймистих речовин (бензин, гас, нафта, мазут) повинні розташовуватися в окремих блоках заглибленого або напівзаглибленого типу біля меж території об'єкта чи поза нею.

4. Деякі унікальні види технологічного обладнання доцільно розміщувати у найміцніших спорудах (підвалах, підземних приміщеннях) або у будівлях з легких вогнетривких конструкцій павільйонного типу, під накриттям чи без нього. Це обумовлюється тим, що у багатьох випадках обладнання може витримати набагато більший тиск ударної хвилі, ніж будівлі, в яких воно знаходиться, а при зруйнуванні будівель в результаті падіння конструкцій встановлене в них обладнання виходитиме з ладу.

5. На підприємствах, що виробляють або використовують сильнодіючі отруйні та вибухонебезпечні речовини, при будівництві і реконструкції необхідно передбачати захист ємностей та комунікацій від зруйнування ударною хвилею чи конструкціями, що падають, а також заходи, що виключають розливання отруйних речовин і вибухонебезпечних рідин.

6. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей, а місця для миття машин — з урахуванням використання їх для знезараження автотранспорту.

7. Шляхи на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям і забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будівлями, спорудами і складами; в'їздів на територію об'єкта має бути не менше двох з різних напрямків. Внутрізаводські залізничні шляхи повинні забезпечувати найпростішу схему руху, займати мінімальну площу території об'єкта та мати обгінні ділянки. Вводи залізничних ліній в цехи повинні бути, як правило, тупикові.

8 Системи побутової та виробничої каналізації повинні мати не менше двох випусків у міські каналізаційні мережі та пристрої для аварійних скидів у котловани, яри, траншеї тощо.

Дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Тому можливість елементів опиратися дії ударної хвилі характеризують тільки надлишковим тиском у її фронті, вважаючи, що масштаби руйнувань не залежать від потужності і висоти найбільш ймовірних ядерних вибухів.

Для визначення ступеня руйнувань чи ушкоджень:

- вивчають вихідні дані і розраховують параметри ударної хвилі на відповідних відстанях;
- для розрахованих значень надлишкових тисків оцінюють ступінь руйнування розглянутих елементів;
- оцінюють можливість виникнення вторинних вражаючих факторів;
- з огляду на ступінь руйнувань найслабших елементів об'єкта, визначають ступінь руйнування об'єкта в цілому.

Вихідними даними для оцінки фізичної стійкості є: конструктивні особливості елемента, його форма, вага, габарити, характеристики міцності. Оцінка ступеня руйнувань будинків і споруд, сховищ і ПРУ, енергетичного устаткування і мереж, верстатного і технологічного устаткування, вимірювальної апаратури, засобів зв'язку й оповіщення, транспортних та інших засобів може здійснюватися або методом порівняння наявних довідкових даних для розглянутого виду чи аналогічного йому елемента, або методом розрахунку впливу ударних навантажень і сил зсуву на елемент.

Для порівняльної оцінки необхідно мати відповідні таблиці можливих руйнувань елементів об'єкта в залежності від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі: будинків, споруд, транспорту, устаткування, енергетичних споруд і мереж. Ці таблиці складаються на основі статистичних даних, отриманих при аналізі руйнувань у Хіросімі й Нагасакі та при проведенні випробувальних ядерних вибухів на полігонах, і можуть поповнюватися результатами розрахунків при конструюванні нових елементів. Метод розрахунку передбачає визначення динамічних навантажень, створюваних надлишковим тиском у фронті ударної хвилі, і реакції елемента на ці навантаження. Вихідними даними при використанні цього методу є: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі і характер його зміни в часі (протягом фази стискання), тривалість фази стискання і швидкість руху фронту ударної хвилі. У більшості випадків дію ударної хвилі оцінюють питомим імпульсом — добутком надлишкового тиску на час його дії. Оскільки ΔP_ϕ залежить не тільки від часу, а й від відстані до епіцентру, і від потужності джерела ПУХ, розрахунок імпульсу з використанням інтегрального числення ускладнений. Тому звичайно використовують кусково-лінійну апроксимацію кривої ΔP_ϕ як функції часу.

Таким чином, дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й

окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Однак ряд таких заходів як розосередження нових будівель та споруд, забезпечення протипожежних розривів, наявність в будівлі залізобетонного каркасу та шляхів із твердим покриттям, запроектовані брандмауери істотно підвищують шанси людей вижити під час катастрофи, а також зменшують ризик отримання травм чи пошкоджень, сприяють швидшому доступу рятувальних служб до місця трагедії.

4.2.3 Розробка заходів щодо підвищення стійкості промислового об'єкту

Оцінювання стійкості роботи об'єкту – це всебічне вивчення підприємства з погляду здатності його протистояти впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, відновлення виробництва при одержанні середніх і слабких руйнувань.

Мета дослідження складається в тому, щоб виявити уразливі місця в роботі об'єкту у воєнний час і виробити найбільш ефективні пропозиції і рекомендації, спрямовані на підвищення його стійкості. Надалі ці рекомендації включаються в план заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкту, що і реалізується.

Дослідження стійкості підприємств проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних із даним підприємством. Організатором і керівником дослідження є керівник підприємства – начальник ЦО об'єкту.

Весь процес планування і проведення дослідження можна розділити на три етапи: перший – підготовчий, другий – оцінка стійкості роботи об'єкту в умовах воєнного часу, третій – розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкту.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження й організується їхня підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ директора підприємства (керівника дослідження) розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних із виробничою діяльністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і задачі майбутнього дослідження, час проведення робіт, склад учасників і задачі дослідницьких груп, терміни готовності звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їхнього проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, які беруть участь у поставлених задачах.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад слідчих груп і зміст їхньої роботи, порядок дослідження. Тривалість дослідження встановлюється в залежності від обсягу робіт і підготовленості учасників, залучених до виконання задач, і може складати два – три місяці.

Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті можуть створюватися такі дослідницькі групи:

- начальника відділу капітального будівництва;
- головного енергетика;
- головного технолога;
- головного механіка;
- відділу матеріально-технічного постачання та ін.

Крім того, створюється група штабу ЦО об'єкту, в яку входять начальники служб оповіщення і зв'язку, протирадіаційного і протихімічного захисту сховищ і ПРУ, медична, охорони суспільного порядку, матеріально-технічного постачання.

Для узагальнення отриманих результатів і подання загальних пропозицій створюється група керівника дослідження на чолі з головним інженером чи начальником виробничого відділу. Чисельність дослідницьких груп залежить від обсягу розв'язуваних задач, специфіки виробництва і може складати 5 – 10 чоловік. Притягнуті до досліджень представники зовнішніх організацій беруть участь у роботі відповідних груп.

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (вражаючих) елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному ОНГ завчасно на основі досліджень планують і проводять відповідні організаційні й інженерно-технічні заходи. Досягнення науки і техніки дозволяють реалізувати такі рішення, при яких підприємство буде стійке до впливу дуже значних надлишкових тисків, однак це пов'язано з великими витратами засобів і матеріалів і може бути виправдано лише при захисті унікальних, особливо важливих елементів об'єкту. Заходи будуть економічно обґрунтовані, якщо вони максимально узгоджені із завданнями, які розв'язуються в мирний час для забезпечення безаварійної роботи, поліпшення умов праці, удосконалювання виробничого процесу. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, бо у процесі проектування, як відзначалося раніше, у багатьох випадках можна домогтися логічного поєднання загальних інженерних рішень із захисними заходами ЦО, що знизить витрати на їх реалізацію.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені дослідження дають змогу зробити такі висновки:

1) за своїм хімічним складом основна досліджувана глиниста сировина є придатною для виробництва різноманітних керамічних виробів, таких як керамічна цегла та керамзит. Вона також може успішно використовуватися як черепична глина, гончарна глина або теракотова глина, завдяки своїм унікальним властивостям. Ця глиниста сировина характеризується високим вмістом фарбувальних оксидів, що надає кінцевим виробам привабливого зовнішнього вигляду та дозволяє створювати різноманітні кольорові ефекти. Крім того, вона належить до групи кислих глин, що визначає її поведінку під час термічної обробки і робить її особливо цінною для певних технологічних процесів. Такий хімічний склад робить сировину дуже універсальною і багатофункціональною, що розширює її можливості застосування у різних галузях керамічного виробництва.

2) за гранулометричним складом основна досліджувана глиниста сировина характеризується як супісок.

3) основна глиниста сировина Чортківського родовища не вирізняється високими показниками якості, тому потрібне коригування її гранулометричного та хімічного складів.

4) для поліпшення властивості конструкційних керамічних виробів до складу шихти вводили добавку тугоплавкої глини Оришківського родовища у вигляді шлікера. Активація тугоплавкої глини проводилася природним способом. Після введення добавки шлікера сушильні властивості змінюються таким чином: коефіцієнт чутливості до сушіння зменшується, при введенні 10%-вої добавки - отримана глиниста сировина належить до малочутливої. Значення загальної лінійної усадки так само зменшується: повітряна лінійна усадка перебуває в межах 5%, вогнева в межах 0,2%.

5) значення водопоглинання, після введення спеціальної добавки шлікера, значно зменшується, оскільки керамічний черепок матеріалу стає набагато щільнішим, що призводить до суттєвого зменшення пористості. Це покращує

загальні експлуатаційні характеристики керамічного виробу, зокрема його міцність та довговічність. Внаслідок цього, вироби з такої кераміки стають більш стійкими до впливу вологи, що є важливим фактором для їх використання в умовах підвищеної вологості або в середовищах, де необхідна додаткова надійність і тривалість служби. Таким чином, введення добавки шлікера має важливе значення для підвищення якості та конкурентоспроможності керамічних матеріалів на ринку.

б) введення в глинисту сировину добавки тугоплавкої глини у вигляді шлікера дає змогу підвищити характеристики міцності керамічних виробів. При введенні 5% добавки межа міцності при стисненні збільшилася на 21,36%, порівняно з шихтою без добавки, при введенні 10% добавки - на 29,85%. Щільність збільшилася відповідно на 2,4% і 6,1%.

7) активація тугоплавкої глинистої сировини дає змогу значно поліпшити фізико-механічні властивості керамічних виробів без необхідності зміни складу сировинної шихти, що в свою чергу дозволяє знизити собівартість готової продукції. При застосуванні спеціально активованої тугоплавкої глини отримують набагато міцнішу і довговічнішу кераміку завдяки більшій її реакційній здатності, а також оптимізації процесу спікання і зменшенню витрат на енергоносії. Такий підхід сприяє підвищенню якості кінцевих виробів і їх конкурентоспроможності на ринку, що особливо важливо в умовах сучасної економіки.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. Ковальчук, Ярослав Олександрович, Галина Михайлівна Крамар, and Ігор Володимирович Коваль. "Методичний посібник з предмету «Будівельне матеріалознавство» Частина 2 «Будівельні матеріали» для студентів бакалаврату, спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»." (2020).
3. ДСТУ Б.В.2.7-60-97 «Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація»
4. ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинення, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів
5. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ)
6. Santos, R. & Delgado, João & Silva, Fernando & Azevedo, Antônio & Farias Neto, Severino & Macedo Farias, Fabiana & Lima, A. & Lima, W. & Lima, E.. (2022). Behind the Manufacturing of Industrial Clay Bricks: Drying Stage Predictions Using CFD. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2022. 1-15. 10.1155/2022/5530362.
7. Santos, R.S. & Farias Neto, Severino & Lima, A.G. & Júnior, J.B. & Silva, Anderson. (2020). Drying of Ceramic Bricks: Thermal and Mass Analysis via CFD. *Diffusion Foundations*. 25. 133-153. 10.4028/www.scientific.net/DF.25.133.
8. Lima, A. & Delgado, João & Nascimento, L. & De Lima, Erivan & Oliveira, V. & Silva, A. & Silva, J.. (2021). Clay Ceramic Materials: From Fundamentals and Manufacturing to Drying Process Predictions. 10.1007/978-3-030-47856-8_1.
9. Gomes, Jerônimo & Salgado, Ana & Hotza, Dachamir. (2012). Life Cycle Assessment of Ceramic Bricks. *Materials Science Forum*. 727-728. 815-820. 10.4028/www.scientific.net/MSF.727-728.815.

10. De Souza, Diego Jesus & Medeiros, Marcelo & Hoppe Filho, Juarez & Pereira, Eduardo & Adorno, Cleberson & Quarcioni, Valdecir. (2016). Red-clay waste and limestone filler added in Portland cement composite: effects on sulfate attack and alkali-silica reaction.
11. Nascimento, J.J.S. & Belo, F.A. & Lima, Antônio. (2015). Experimental Drying of Ceramics Bricks Including Shrinkage. Defect and Diffusion Forum. 365. 106-111. [10.4028/www.scientific.net/DDF.365.106](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.365.106).
12. Lima, A. & Delgado, João & Nascimento, L. & De Lima, Erivan & Oliveira, V. & Silva, A. & Silva, J.. (2021). Clay Ceramic Materials: From Fundamentals and Manufacturing to Drying Process Predictions. [10.1007/978-3-030-47856-8_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47856-8_1).
13. Silva, W.P.; Silva, C.M.D.P.S.; Silva, L.D.; Farias, V.S.O. Drying of clay slabs: Experimental determination and prediction by two-dimensional diffusion models. *Ceram. Int.* 2013,39, 7911–7919. [CrossRef]
14. Silva, A.M.V.; Delgado, J.M.P.Q.; Guimarães, A.S.; Lima, W.M.P.B.; Gomez, R.S.; Farias, R.P.; Lima, E.S.; de Barbosa Lima, A.G. Industrial Ceramic Blocks for Buildings: Clay Characterization and Drying Experimental Study. *Energies* 2020 ,13, 2834.[CrossRef]
15. Goetzke-Pala, Adelajda & Hoła, Jerzy & Sadowski, Lukasz. (2016). Non-destructive neural identification of the moisture content of saline ceramic bricks. *Construction and Building Materials.* 113. 144-152. [10.1016/j.conbuildmat.2016.03.044](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.044).
16. Panico, Simone & Herrera, Daniel & Troi, Alexandra. (2023). Monitoring rising damp in solid masonry walls: An experimental comparison of five different methods. *Journal of Building Engineering.* 75. 106999. [10.1016/j.job.2023.106999](https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106999).
17. Ahmed, Razin & Sreeram, Victor & Mishra, Yateendra & Arif, Muammer. (2020). A review and evaluation of the state-of-the-art in PV solar power forecasting: Techniques and optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 124. [10.1016/j.rser.2020.109792](https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109792).
18. Batista, Valmir & Nascimento, J.J.S. & Lima, A.G.B.. (2008). Drying and

volumetric retraction of solid and hollow ceramic bricks: A theoretical and experimental investigation. *Matéria* (Rio de Janeiro). 14. 1088-1100. 10.1590/S1517-70762009000400002.

19. Dhingra, Saloni & Gruosso, Giambattista & Gajani, Giancarlo. (2023). Modelling Ageing and Power Production of Solar PV Using Machine Learning Techniques. 1-6. 10.1109/ICECET58911.2023.10389351.

20. Bui, Dieu & Nhu, Viet-Ha & Hoang, Nhat-Duc. (2018). Prediction of Soil Compression Coefficient for Urban Housing Project Using Novel Integration Machine Learning Approach of Swarm Intelligence and Multi-Layer Perceptron Neural Network. *Advanced Engineering Informatics*. 10.1016/j.aei.2018.09.005.

21. Kosiński, Piotr & Wójcik, Robert. (2019). Thermal and mycological active protection of historic buildings on the example of the baroque residence of Polish kings in Wilanów. *Science and Technology for the Built Environment*. 25. 10.1080/23744731.2019.1629240.

22. Goetzke-Pala, Adelajda & Hoła, Jerzy & Sadowski, Lukasz. (2016). Non-destructive neural identification of the moisture content of saline ceramic bricks. *Construction and Building Materials*. 113. 144-152. 10.1016/j.conbuildmat.2016.03.044.

23. J. Adamowski, J. Hoła, Z. Matkowski, Problems and solutions in moisture protection of the masonry of historic buildings on the example of two great baroque buildings in Wroclaw (in German), *Bautechnik*. 82-7 (2005) 426-433.

24. C. Gentillini, E. Franzoni, S. Bandini, L. Nobile, Effect of salt crystallisation on the shear behaviour of masonry walls: An experimental study, *Construction and Building Materials*. 37 (2012) 181-189.

25. Franzoni E. The role of mortars in ancient brick masonries' decay: a study in the Pio Palace at Carpi (Italy). In: Válek J, Groot C and Hughes JJ, editors. Second historic mortars conference HMC2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, 22-24 September 2010, Prague, Czech Republic, (CD) (RILEM Proceedings, PRO 78), 2010. p. 483-90.

26. Roberts, T.M. & Hughes, T.G. & Dandamudi, V.R. & Bell, B.. (2006).

Quasi-static and high cycle fatigue strength of brick masonry. *Construction and Building Materials*. 20. 603-614. 10.1016/j.conbuildmat.2005.02.013.

27. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Галина Михайлівна Крамар, and Ігор Володимирович Коваль. "Методичний посібник з предмету «Будівельне матеріалознавство» Частина 2 «Будівельні матеріали» для студентів бакалаврату, спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»." (2020).

28. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

29. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. - 14 с.