

КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ЗЕЛЬНІЧЕНКО Олена Ігорівна

СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ СТІНОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕВІДХОДІВ

Спеціальність 05.19.08 — Товарознавство промислових товарів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ 1995

Дисертація є рукописом.

Роботу виконано у Київському державному торговельно-економічному університеті та Київському науково-дослідному інституті будівельних матеріалів та виробів.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник НДІБМВ, лауреат Державної премії України Михайлов Володимир Іванович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Ємельянов Борис Михайлович

кандидат технічних наук  
Артюх Тетяна Миколаївна

Провідна організація: Львівська комерційна академія  
Захист відбудеться 6 жовтня 1995 р. о 15<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої ради Д 01.28.01 Київського державного торговельно-економічного університету за адресою: 253156, м. Київ, вул. Кіото, 19.  
З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського державного торговельно-економічного університету.  
Автореферат розіслано " " 1995 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради, кандидат технічних наук, доцент

Є.В.Тищенко

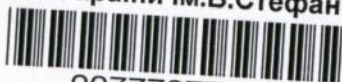
ЗЕЛЬНІЧЕНКО Олена Ігорівна  
СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ СТИНОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕВІДХОДІВ

Підп. до друку 21.08.95. Формат 60x84/16. Папір друк. Офс. друк.  
Ум. друк. арк. 1,51. Ум. фарбо-відб. 1,63. Обл.-вид. арк. 1,00.  
Тираж 100 пр. Зам. 222

РВВ КДТЕУ Дільниця оперативного друку

253156, Київ-156, вул. Кіото, 19

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00777077 (Z)

ЛННБ ім. В. Стефаника  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність та ступінь дослідженості тематики дисертації. Актуальність роботи підтверджує той факт, що основним напрямком виробництва керамічних стінових матеріалів на Україні, на найближчу перспективу, є збільшення обсягу виробництва пустотілої ефективної та лицевої цегли, розширення асортименту та підвищення якості матеріалів та виробів, що забезпечують довговічність, комфортабельність та архітектурну виразність оформлення будівель та споруд.

В умовах штучної кладки найбільш ефективним облицьовувальним матеріалом є лицева цегла, яка володіючи хорошими теплозахистними властивостями, разом з тим виконує одночасно функції конструктивного та облицьовувального матеріалів.

На світовому ринку за останні роки підвищився попит на лицеvu цеглу. В цей час в США, Англії, Німеччині та інших країнах майже 80 % цегли від загального випуску складає лицева цегла. Лицева цегла в багатьох країнах використовується не тільки для зовнішнього оформлення будівель, але і для внутрішнього декоративного оздоблення. В Україні частка її складає тільки 0,3 % від загального випуску цегли, при потребі 15-20 %.

Широко розповсюджений в Україні спосіб облицьовування будівель керамічною плиткою не завжди виправдовується, бо кріплення плитки на цементних розчинах до поверхні стіни не зв'язує її з конструкцією, що позначається на довговічності фасаду, незважаючи на відмінну якість керамічної плитки. Нерівномірна усадка плитки та цегли стала причиною обвалу портику Київського поштамту, що викликало собою людські жертви. Облицьовувальну плитку не можна застосовувати для облицьовування фасадів будівель в районах з підвищеною сейсмічною активністю.

Лицеву цеглу з традиційної керамічної сировини одержують з високоякісних глин та суглинків з вмістом солі  $SO_3$  не більш 0,5 %. При схильності цегли до висолювання у вигляді добавок, що зв'язують сірчаний ангідрид у нерозчинні солі  $BaSO_4$ , застосовують солі барія, які не тільки дефіцитні, але й сильно отруйні та при роботі з ними вимагають дотримання особливих запобіжних заходів. Крім того, вимагається ретельний контроль за кількістю добавки що вводитьься, яка також може бути джерелом появи висолів.

Актуальність напрямку розвитку виробництва керамічних матеріалів з побічних продуктів зосереджена на випуску виробів з максимальним використанням паливомістких відходів вугледобичі та вуглезбагачення, так як вони дозволяють отримувати значну до

70 %) економію гостродефіцитного технологічного палива здебільше газоподібного.

В Україні за розробками Київського науково-дослідного інституту будівельних матеріалів та виробів (НДІБМВ) створено проєкт та прийнято до експлуатації перший в країнах ближнього зарубіжжя автоматизований завод стінових будівельних матеріалів з застосуванням у вигляді основної сировини 100 % вуглевідходів та формуванням виробів з жорстких мас. На цьому заводі освоєно випуск цегли по ДЕСТ 530-80 "Цегла та камені керамічні". Створено проєкти та розпочато будівництво ще семи подібних заводів.

Науково-дослідними інститутами України та Росії розроблено технології виробництва керамічних стінових матеріалів на основі вуглевідходів з високими споживчими властивостями, більшість з яких перевищують такі, одержані з звичайних цегельних глин. Засобу одержання лицевої цегли, а також досвіду виробництва її з вуглевідходів немає.

Мета і основні завдання наукового дослідження. Метою цього наукового дослідження є розробка засобу одержання керамічної цегли з вуглевідходів з високим вмістом сірчаних сполук та обґрунтування технологічних параметрів виробництва лицевої цегли, що забезпечує поліпшені споживчі властивості.

Для досягнення поставленої мети було розроблено робочу гіпотезу, суть якої полягала у наступному:

1. Формування виробів проводити з мінімальною кількістю води, так як розчинні солі мігрують у процесі сушки тільки за наявності води в рідкій фазі.
2. Створити пористий газопроникний черепок за рахунок вигорання вуглецю при ізотермічній видержці в діапазоні температур 800-850 °С.
3. Розпад сульфідів, зокрема піриту, та вилучення основної кількості сірки проводити у газоподібному стані за рахунок обпалу в окислювальному середовищі великими об'ємами теплоносія.
4. Підвищення температури з ізотермічною видержкою кінцевій температурі проводити у присутності флюсуєчих добавок для зв'язування сірчаних сполук, що залишилися, в легкоплавкі сполуки та одержання черепка з закритою пористістю та водопоглинанням не більш 12 %.

Відходи вугледобичі також як і інші вуглемісткі відходи у своєму складі містять сполуки сірки у вигляді сульфатів, сульфідів, зокрема пірита. Вміст сірки у кількості більш 0,5 % (у перерахунку на SO<sub>3</sub>) буде причиною висолів на поверхні керамічних виробів.

Висоли сприяють руйнуванню цегли, знижують термін служби виробів у стіновій кладці, погіршують її естетичні властивості.

Високий вміст у вуглевідоходах сірчаних сполук майже на один порядок перевищує допустиме значення, присутність їх здебільшого у вигляді сульфідів та піриту, що не зв'язуються в нерозчинні з'єднання, не дозволяє використовувати розчинні солі барія, подібно традиційній глинистій сировині, в якій сірчані сполуки присутні у вигляді розчинних сульфатів, що вступають в обмінну реакцію на первинній стадії переробки та вилежування маси.

Наукова новизна та найбільш істотні наукові результати. Розроблено комплексний багатофакторний засіб усунення шкідливого впливу сірчаних сполук на формування властивостей цегли та отримання матеріалу із заданою структурою, що забезпечує поліпшені споживчі властивості лицевої цегли, відповідаючої вимогам вищої категорії якості за рахунок:

1. Одержання на першій стадії обпалу газопровикного черепка при ізотермічній видержці в інтервалі температур 750–800 °С для повного вигорання вуглецю.

2. Розкладання піриту та інших сульфідів при вилученні газоподібного сірчаного ангідриду через пористий черепок за рахунок великої швидкості теплоносія в окислювальному середовищі.

3. Розкладання та вилучення частково сульфатної сірки при більш високій температурі обпалу 900–1000 °С.

4. Ізотермічній видержці у відновлювальному середовищі при кінцевій температурі обпалу 1020–1060 °С. На цій стадії проходить остаточне формування структури черепка, яке визначає споживчі властивості виробу. Змінюється структура пор: пори превалюють за криті. Знижується водопоглинання черепка. Підвищується його механічна міцність. За рахунок флюсуючих добавок з'являються легкоплавкі евтектичні сполуки, що зв'язують сульфати у нерозчинні нові сполуки, які не утворюють висолів у процесі зволоження.

5. Зв'язування водорозчинної солі, викликаючої висоли, коректуючими домішками.

Цьому в значній мірі сприяє:

- формування виробів з жорстких мас з мінімальною кількістю води затворення, що в рідкій фазі у процесі сушки виносять розчинні солі з внутрішніх об'ємів виробів на поверхню;

- виробництво ефективних пустотілих виробів з великою площею випаровування.

Охолодження виробів провадилося по загальноприйнятому режиму для керамічних стінових матеріалів.

Практична цінність роботи полягає в тому, що вперше доведено у виробничих умовах, що з відходів вуглезбагачення на технологічних лініях, розроблених Південгіпробудом спільно з НДІСМВ для жорсткого формування керамічних виробів з застосуванням паливомісткої сировини, тільки за рахунок технологічних добавок та технологічних параметрів виробництва, без додаткових капітальних витрат, можливо випускати лицеvu цеглу високої якості марок 150-200 відповідно до вимоги ДЕСТА 7484-78 "Цегла та камені керамічні лицеві".

Реалізація результатів роботи. Виробнича перевірка проводилася на Луганському дослідно-експериментальному заводі будівельних матеріалів (ДЕЗБМ).

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та отримали позитивну оцінку на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Київського торговельно-економічного університету (м. Київ, 1991-1993 р. р.); на міжнародній науково-технічній конференції з проблем виробництва будівельних матеріалів (м. Пенза, 1993-1994 р. р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено у 5 наукових статтях, тезах міжнародної наукової конференції.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій, додатків та списку використаної літератури, який містить 120 найменувань. Робота викладена на 150 сторінках машинописного тексту, що містить \_\_\_ таблиць та \_\_\_ малюнків.

Особистий вклад автора складається у визначенні задач дослідження, проведенні аналітичної та експериментальної роботи, їх аналізі та узагальненні. Брала участь в практичній реалізації результатів проведених досліджень. Висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримані автором особисто.

Основні положення, що виносяться на захист:

1. Спосіб запобігання утворенню висолів на поверхні виробів, отриманих з вуглевідходів, що містять одночасно сульфідну і сульфатну сірку в кількості до 4 % (в перерахунку на  $SO_3$ ).
2. Спосіб десульфурації виробів у процесі обпалу.
3. Технологічні параметри обпалу виробів, що забезпечують одержання структури виробів, відповідаючої споживчим вимогам, що пред'являються для лицевої цегли вищої категорії якості.

Об'єкти, матеріали та засоби дослідження. У вигляді основної сировини для виробництва керамічної лицевої цегли були застосовані відходи вуглезбагачення ЦЗФ "Луганська" (класу 0-150 мм) з

високим вмістом сірчаних сполук. Кількість сіркових сполук у перерахунку на  $\text{SO}_3$  складає 4,07 %, з якої сульфатна сірка складає 0,16 %. У вигляді добавок застосовували легкоплавкі гірські породи (перліт, базальт), відходи виробництв (ваграночний шлак, відходи емалевого, барій-стронцієвого, капролактамського виробництв), а також розчинні солі барія.

В петрографічному відношенні вуглевідходи являють собою аргіліти, алевроліти та піщаники з вмістом до 12 % вуглецю. За мінералогічним вмістом це каолінит, змішано-шарові глинясті мінерали, гідрослюда, хлорит та монтморілоніт. Петрографічний та мінералогічний склади практично постійні.

ЦЗФ "Луганська" збагачує вугілля не тільки шахт Луганської області, але частково і Західного Донбасу. Кар'ерна вологість їх 11-12 %, ступінь метаморфізації середня. Хімічний склад практично постійний, що підтверджується даними наведеними у таблиці 1. Хімічний склад визначався по стандартній методиці згідно із ДЕСТ 2642.0-86 та ДЕСТ 2642.14-86 "Вогнетриви та вогнетривка сировина. Загальні вимоги до засобів аналізу".

Кераміко-технологічні властивості вуглевідходів подані у таблиці 2. З метою одержання виробів з заданими споживчими властивостями, у тому числі, які відповідають сучасним вимогам до естетичних показників, тобто придатних для застосування їх у вигляді лицевих, були застосовані коректуючі добавки.

Коректуючі добавки, що сприяють одержанню чистих лицевих поверхонь стінових матеріалів на основі вуглевідходів ЦЗФ "Луганська", представлені молотими гірськими породами, відходами промисловості, відходами, здатними зв'язувати сірчаноокислий ангідрид у нерозчинні сульфати барія.

Хімічний склад добавок навед у таблиці 3. Так як у роботі досліджується органо-мінеральна глиняста сировина, що є відходами гравітаційного вуглезбагачення ЦЗФ "Луганська", то звичайні засоби відбору проб сировини змінені і полягають у наступному: відходи вуглезбагачення доставлялися із збагачувальної фабрики автотранспортом на завод, де проводився помол у шахтному млині. Отриманий порошок відбирався з бункеру кілька разів через кожні 10-15 хвилин (звичайно 3-4 проби). Всі взяті проби змішувалися разом, що являло собою середню пробу для проведення випробувань.

Проба глинистої сировини випробовувалась на хімічний склад, гранулометричний склад, пластичність, вогнетривкість, теплоту згорання.

Таблиця 1

## Хімічний склад відходів вуглезбагачення

Час відбору проби	Вміст оксидів, %												S	SO <sub>3</sub> , сульфат	п.п.п.	сума
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub> , заг.	розрахунок на суху речовину, %					
лютий	52,29	17,62	6,26	0,79	1,46	1,65	0,10	2,63	0,23	4,23	1,65	0,15	10,05	99,11		
квітень	52,24	17,62	7,01	0,80	1,70	1,60	0,08	2,63	0,31	3,18	1,24	0,17	10,29	98,87		
травень	52,47	17,46	6,26	0,76	1,61	1,25	0,10	2,64	0,22	4,92	1,92	0,18	10,08	99,85		
червень	52,48	17,24	6,42	0,77	1,75	1,73	0,06	2,70	0,23	3,93	1,54	0,14	10,12	99,14		
середнє	52,37	17,48	6,50	0,78	1,64	1,56	0,085	2,65	0,25	4,07	1,58	0,16	10,13	99,26		

Таблиця 2.

Кераміко-технологічні властивості вуглевідходів ЦЗФ "Луганська".

Найменування показника	Значення показника
Формувальна вологість, %	14-15
Пластичність, число пластичності	9,4
Формувальна здібність	хороша
Відношення до сушки по Чижському, с	300
Усадка повітряна, %	3,9
Усадка вогнева, %	3,9
Усадка загальна, %	7,8
Температура плавлення, °С	1370
Температура спікання, °С	неспікаються
Оптимальна температура обпалу, °С	1060
Водопоглинання, %	7,0-12,0
Границя міцності при стисканні, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	15-30 (150-300)
Границя міцності при ізгибі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	2,5-5,0 (20-50)

Масова частка загальної сірки визначалася по ДЕСТ 8606-72 "Паливо тверде. Засіб визначення сірки" та по ДЕСТ 2059-75 "Паливо тверде. Прискорений засіб визначення загальної сірки".

Питома теплота згорання визначалася по ДЕСТ 147-74 "Паливо тверде. Засіб визначення вищої теплоти згорання і обчислення нижчої теплоти згорання".

Хімічний склад добавок.

Таблиця 3.

Оксиди	Назва добавки і її масова доля, %				
	перліт	базальт	зола	вагран, гранульований шлак	відходи емалевого виробн.
SiO <sub>2</sub>	65,0-75,0	43,5-47,0	55-75	42,10	41,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,0-15,0	11,0-13,0	22-86	6,5-12,0	0,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		4,0-7,0	6,69	6,60	
FeO	0,6-2,5	5,0-8,0	4,7	6,60	
BaO					4,46
TiO <sub>2</sub>		2,0-3,5	0,89	1,8	
MnO		0,2-0,3		2,5	
CaO	1,5-2,5	10,0-12,0	2,9	33	0,45
MgO	0,5-1,5	8,0-11,0	1,19	1,8	
Na <sub>2</sub> O		2,5-3,5	0,69		13,20
K <sub>2</sub> O	4,0-8,0	1,0-2,5	2,44		
SO <sub>3</sub>			0,18	1,15	
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					8,45
Na <sub>2</sub> F <sub>6</sub>					7,30
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub>					2,88
H <sub>2</sub> O	4,0-8,0				

Відходи вуглезбагачення, після руйнування структури породи у млині, склалися з окремих часток різної величини, форми, складу. Основні завдання аналізу гранулометричного складу — визначення вмісту часток різних розмірів у відсотках від маси проби, що досліджується. Від цього залежать такі властивості глинистої сировини як пластична спроможність, опір згину, усадка, набухання.

Гранулометричний склад порошку відходів вуглезбагачення визначався двома засобами: ситовим та піпеточним. Ситовим засобом гранулометричний склад визначався по ДЕСТ 2093-82 "Паливо тверде. Ситовий засіб визначення гранулометричного складу". Піпеточним засобом — по ДЕСТ 21216.2-81 "Сировина глиняста. Засіб визначення вмісту тонкодисперсних фракцій".

В піпеточний засіб були внесені деякі доповнення, зв'язані з особливостями властивостей метаморфізованих порід. Як відомо породи, що добуваються з вугільних шахт з різної глибини, мають не однакову ступінь метаморфізму. Тому ступінь помолу має для гранскладу визначальне значення. Метаморфізовані породи не диспергують в воді і використовуються в технології в тому вигляді, в якому вони одержані після помолу, отже, нам необхідно знати їх дійсний гранулометричний склад. При визначенні гранскладу порошка піпеточним засобом частину матеріалу що залишилася на ситі 0,1, — не розтирали в ступці, а приступали до виконання методики визначення гранулометричного складу піпеткою.

Пластичність відвальних порід у чистому вигляді визначалась по ДЕСТ 21216.1-81 "Сировина глиниста. Засіб визначення пластичності".

Зразки сушили в природних умовах та в сушильній шафі при температурі 100-105 °С.

Обпалювали зразки у лабораторних печах по режиму: 20-150 °С — підйом температури протягом 1 години; 150°С — видержка 1 година; 500 °С — видержка 1 година; підйом до кінцевої температури протягом 3 годин; кінцева температура — видержка 2 години; охолодження зразків — 14 годин до температури 40-50 °С. Для того, щоб одержати порівняні результати досліджень по спіканню в методику ДЕСТа 21216.9-81 "Сировина глиняста. Засіб визначення спікання глини" на лабораторних зразках нами були внесені наступні зміни до режиму обпалу:

1. Підйом температури, починаючи з 600 °С до 800 °С, проводиться зі швидкістю 1,0 °С за хвилину;

2. При 800 °С проводилась видержка на протязі 2–3 годин, щоб уникнути сильного рихлення черепку у процесі нагріву із-за виділення летучих газів та вигорання вуглецю;

3. Час видержки регулювався закінченням втрати маси при даній температурі, що фіксувався на дилатометрі.

Солевиділення визначалося методикам ВНДІБУДМАТ ім. П. П. Буднікова.

Мінерало-петрографічні дослідження проводилися різноманітними засобами: світової мікроскопії на поляризаційному мікроскопі МІН-8; рентгеноструктурними — на дифрактометрі ДРОН-8м; термографічними — на установці Курнакова.

Визначення кількості природних радіонуклідів  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  визначається кількісним спектральним аналізом з спеціально підготованих середніх наведених проб сировини чи готових виробів.

Безпечним у екологічному відношенні для житлових будов є ті матеріали, у яких виміряна сума радіонуклідів ( $A$ ) до допустимої ( $D$ ) менш 1 ( $A/D$ ). Цей показник нормується "Положенням про радіаційний контроль на об'єктах будівництва і підприємств будіндустрії і будматеріалів України" (Рсн-356–91) та рекомендаціями Національної комісії по радіаційному захисту.

Питома радіаційна активність проб не перевищувала гранично-допустиму питому активність для будівельних матеріалів 1-го класу — 370 Бк/кг.

Для визначення загальної і сульфатної сірки у зразках з вуглевідходів в процесі обпалу вуглевідходи дробились і розмолювались до фракцій розміром менше 0,5 мм. Після затворення водою формувалися з жорстких мас плиточки розміром 5x5x1 см та висувувались в сушильній шафі при температурі 105 °С. Сухі плиточки звантажувалися в електричну муфельну піч і вкладалися на ребро з відстанню між ними 1–2 см. Кількість плиточок складала по 3шт. для кожної температури обпалу. Середовище в пічці окислювальне. Після нагріву плиточек до температури 500 °С та годинної ізотермічної видержки витягували з печі 3 плиточки, а інші що залишалися, продовжували нагрівати до наступної температури 850 °С і після двухгодинної видержки витягали наступні 3 плиточки. Аналогічно витягали з печі по три плиточки обпалені при 980 і 1020 °С при видержці по одній годині.

З обпалених при різній температурі плиток готували проби для визначення вмісту сірки за стандартною методикою.

На підставі проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Вуглевідходи ЦЗФ "Луганська" по хімічному та мінералогічному складу, а також кераміко-технологічним властивостям задовольняють вимогам до сировини для одержання керамічних стінових матеріалів загального призначення крім лицевої цегли.
2. У вигляді коректуючих технологічних добавок для запобігання висалювання розчинної солі на поверхню виробів застосовані легкоплавкі гірські породи та відходи хімічного виробництва.
3. Для проведення комплексних досліджень фізико-хімічних, технологічних та споживчих властивостей керамічних мас та виробів з них використовували ДЕСТи та методики, розроблені ВНДІБУДМАТ, НДІБМВ та іншими інститутами країн ближнього зарубіжжя.
4. Встановлено, що незважаючи на високий вміст загальної сірки в вуглевідходах, сульфатної сірки, яка викликає висалювання, дуже мало. Розчинні солі утворюються за рахунок окислення сульфідів (піриту) та реакції з луговими та лугоземельними металами.
5. Запобігання утворенню розчинної солі треба забезпечувати за рахунок розкладення сульфідів та вилучення сірчаного ангідриду у газоподібній фазі, а також зв'язування його в нерозчинні сполуки та скло за допомогою коректуючих добавок.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

З метою одержання виробів з заданими споживчими властивостями, в тому числі відповідаючих сучасним вимогам до естетичних показників, тобто придатних для застосування їх у вигляді лицевих, були застосовані коректуючі добавки.

Коректуючі добавки, які сприяють одержанню чистих лицевих поверхонь стінових матеріалів на основі вуглевідходів ЦЗФ "Луганська" представлені молотими гірськими породами: вапном, базальтом та перлітом; відходами промисловості, що містять флюсуючі компоненти як золошлак Луганської ГРЕС, відходи емалевого виробництва (сметка), гранульований ваграночний шлак, відходи виробництва капролактаму з високим вмістом лугів; відходами виробництва, що утримують сполуки барія, наприклад, відходи барій-стронцієвого виробництва білі та чорні, здатні зв'язувати сірчаноокислий ангідрид у нерозчинні сульфати барія.

Розчинні солі барія, що вступають в обмінну реакцію з сірчаноокислими сполуками такими, як карбонат барія, углекислий

барій, окис барія, утворюють нерозчинний сульфат барія, що не утворює висолів.

Готувалися керамічні суміші з добавками молотих порід, сполук барія, відходів промисловості.

Повітряна усадка сумішу з чистих вуглевідходів невелика і складає 3,7 %. Додаток молотих гірських порід, золи, ваграночного гранульованого шлаку знижує величину повітряної усадки. Зниження до мінімуму величини усадки залежить від кількості добавки, що вводиться і досягається при максимальній кількості добавки.

Інші добавки практично не впливають на зміну повітряної усадки.

Всі керамічні суміші нечутливі до сушки: чутливість до сушки по А. Ф. Чізькому — більш 300 с.

Формувальні властивості всіх сумішів задовільні. Поліпшення формувальних властивостей при даній формовочній вологості може бути здійснено шляхом прогріву сумішей до 40–60 °С та вакуумуванні.

Максимальна вогнева усадка для сумішу з чистих вуглевідходів, обпалених на температуру 1060 °С, складає 4,6 %. Добавки гірських порід знижують її за винятком перліту, що, виявляючи флюсуючі властивості, збільшує її до 5,2 %. Збільшення вогневої усадки спостерігається при вводиті 5 % відходів емальового виробництва.

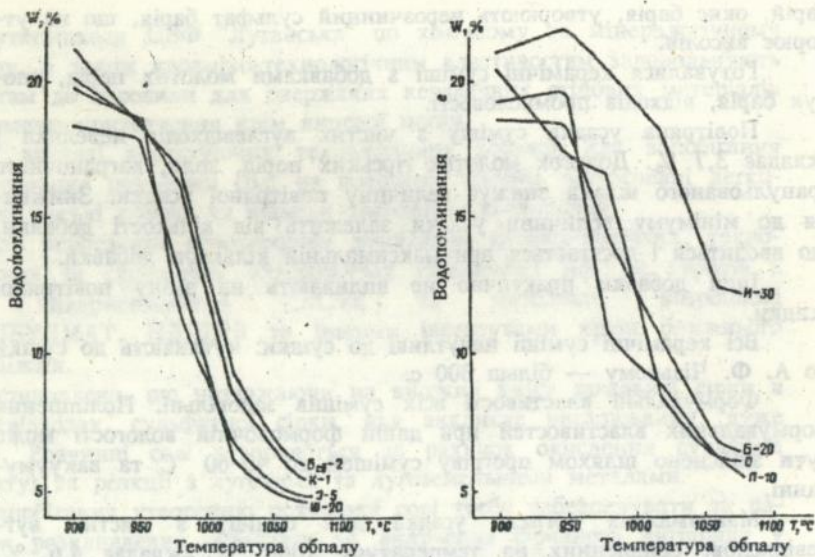
Водопоглинання черепку 12 % і забезпечується при обпалі зразків (О, П-10; Б-20) в інтервалі температур 1000–1020 °С а для зразків з високим вмістом вапна (И-20, И-30) при температурі обпалу 1060 °С як показано на мал. 1а, б.

Мінімальне водопоглинання, передбачене стандартом 6 % для сумішів з високим вмістом флюсуючих добавок, наприклад, ваграночного шлаку, емальної сметки (Ш-20, Э-5) досягається при температурі обпалу 1000–1020 °С (див. мал. 1а).

Густина черепку збільшується по мірі збільшення температури обпалу та супроводжується збільшенням вогневої усадки.

Густина зразків обпалених при температурах 900–950 °С, порівняно невелика 1600–1670 кг/м<sup>3</sup> і пов'язана з значною пористістю, викликаною вигоранням вуглеця, на що вказує високе водопоглинання 18–22 %, а у зразках з високим вмістом вапна (И-20, И-30) — до 25 %.

Густина зразків, обпалених при температурі 1020–1060 °С, збільшується та складає 1770–1790 кг/м<sup>3</sup> (зразки И-20, И-30, З-30).

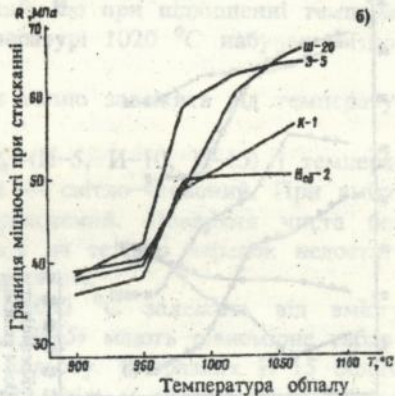
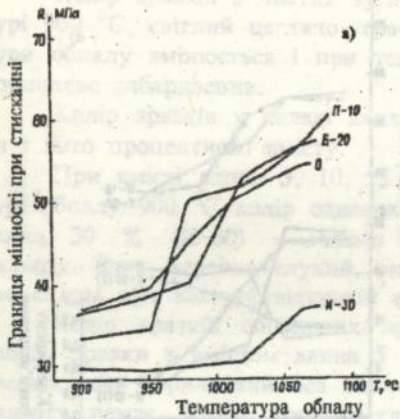


Мал. 1. Залежність водопоглинання сумішей від температури: а) О — 100 % углевідоходи; И-30 — 70 % углевідоходи, 30 % вапню; Б-20 — 80 % углевідоходи, 20 % базальт; П-10 — 90 % углевідоходів, 10 % перліт; б) Ш-20 — 80 % углевідоходи, 20 % ваграночний гранульований шлак; К-1 — 98 % углевідоходи, 1 % відходи капролактама, 1 % сметка; Э-5 — 95 % углевідоходи, 5 % сметка; Бсб-2 — 98 % углевідоходи, 2 % відходи барій-стронцієвого виробництва.

Густина зразків з чистих углевідоходів, обпалених при температурі 1020–1060 °C, складає 1873–1878 кг/см<sup>3</sup>. Додатки, що виявляють флюсоуючу дію при обпалі на цю температуру, підвищують густину, що для зразків П-30 відповідає 1876–1907 кг/м<sup>3</sup>, Ш-10 — 1864 кг/м<sup>3</sup>, К-10 — 1878–1917 кг/м<sup>3</sup>.

Гранична міцність при стисканні всіх зразків дуже висока і забезпечує при температурі обпалу 1020–1060 °C одержання виробів марки 200–300 див. мал. 2а, б.

Зразки, обпалені при температурі більш низькій, до 900–950 °C, також забезпечують одержання виробів високих марок 100–200, але вони не відповідають іншим вимогам. Оптимальну температуру обпалу виробів необхідно вважати рівною 1050 °C. Експлуатаційні споживчі властивості виробів такі, як морозостійкість, вологостійкість, визначаються не тільки механічною міцністю череп-



Мал. 2. Залежність границі міцності при стисненні від температури обпалу:

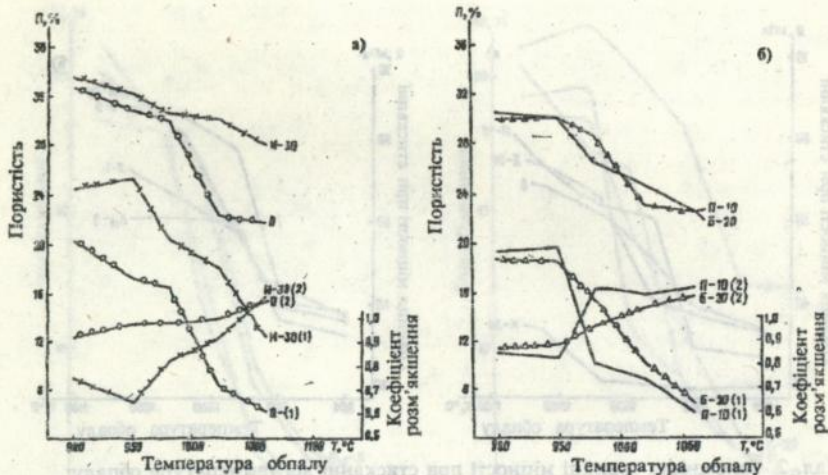
а) О — 100 % вуглевідходи; І-30 — 70 % вуглевідходи, 30 % вапно; Б-20 — 80 % вуглевідходи, 20 % базальт; П-10 — 90 % вуглевідходи, 10 % перліт;  
 б) Ш-20 — 80 % вуглевідходи, 20 % ваграночний гранульований шлак; К-1 — 98 % вуглевідходи, 1 % отходи капролактама, 1 % сметка; Бсб-2 — 98 % вуглевідходи, 2 % відходи барій-стронцієвого виробництва.

ку, але у значній мірі співвідношенням та розмірами відкритих та закритих пор, тобто структурними особливостями.

Структура черепка вивчалася шляхом зміни пористості черепка залежно від температури обпалу та шляхом мікродосліджень під мікроскопом.

В масах з чистих вуглевідходів та з добавками, починаючи з температури обпалу вище 1000 °С превалює закрита пористість. Виняток складає суміш з високим вмістом тонкомолотого вапна, для якого відкрита пористість залишається високою (І-30), див. мал. 3а, б. Тому обпал виробів з вуглевідходів повинен проводитися при температурі 1050 °С. Це пов'язано з тим, що при більш низькій температурі обпалу, у черепку переважно існує відкрита пористість, яка виникла в процесі вигорання вуглецю, а при більш високій температурі внаслідок твердофазних реакцій, коли починається утворення рідкої фази, збільшується і переходить в закрити.

З зростанням температури обпалу поліпшуються всі інші показники надійності: вологостійкість, коефіцієнт водонасичення, набухання. Коефіцієнт зм'ягчення 0,8 досягається вже при температурі



Мал. 3. Залежність пористості черепка від температури обпалу: а) Б-20 — 80 % вуглевідходи, 20 % базальт; П-10 — 90 % вуглевідходи, 10 % перліт; б) О — 100 % вуглевідходи; И-30 — 70 % вуглевідходи, 30 % вапно. 1 (2) — отворита (закрита) пористість.

обпалу  $980^{\circ}\text{C}$ , зате величина набухання черепка, що забезпечує довговічність матеріалу (0,02 %) для сумішей, досягається при температурі обпалу не нижче  $1020^{\circ}\text{C}$ . Для сумішей з вмістом вапна понад 20 % вона вища.

Для з'ясування впливу різноманітних добавок (в різній їх кількості) на структурні характеристики обпаленої керамічної цегли з вуглевідходів ЦЗФ "Луганська" були виготовлені та вивчені шліфи з зразків керамічного черепка, сформовані з різноманітних мас.

Добавки вводилися також з метою зменшення кількості вільної сірки, що утворилася при обпалі відходів вуглезбагачення, переведення її у нерозчинні та важкорозчинні у воді сполуки.

Зразки з хімічними добавками, поряд з дослідженнями під мікроскопом, вивчалися за допомогою рентгенофазного аналізу, причому в склад вводили максимальну кількість добавки, щоб наблизитись до розв'язуючої спроможності приладу.

Вапно, добавлене в шихту, розрихляє структуру черепка і тим більше, чим більша кількість вапна введено.

Добавки перліту, базальту, також як і добавки хімічного виробництва, істотного впливу на структуру керамічної цегли не виявляють.

Колір зразків з чистих вуглевідходів обпалених при температурі 900 °С, світлий цегляно-червоний, що при підвищенні температури обпалу змінюється і при температурі 1020 °С набуває світло-коричневе забарвлення.

Колір зразків у складі яких є вапно залежить від температури і його процентного вмісту.

При вмісті вапна 5, 10, 15 % (И-5, И-10, И-15) і температурі обпалу 900 °С колір однаковий — світло-червоний. При вмісті вапна 30 % (И-30) — більш прояснений. Поверхня чиста без нальоту. Звук черепка глухий, вказує на те, що черепок недостатньо спієс при високій відкритій пористості.

Колір зразків обпалених при 1050 °С залежить від вмісту вапна. Зразки з вмістом вапна 5 % (И-5) мають рівномірне забарвлення ясно-коричневий без білого нальоту. В зразках И-15 білого нальоту немає. Колір дещо світліший, ніж у зразку И-5. Зразки И-30 вкриті як би білим нальотом, але насправді такий білий колір пронизує черепок на всю товщу. Звук в усіх зразках глухий, вказує на високу відкрити пористість.

Колір зразків, в складі яких міститься базальт, обпалених при температурі 900 °С, більш інтенсивний та змінюється від ясно-коричневого до коричневого. Звук глухий з невеликим дзвоном в зразках Б-10. З збільшенням добавки дзвін покращується. Від високої температури поверхня зразків вкрилася плямами, особливо в місцях доторкувань, але перепалу немає. Де-не-де є білявий наліт. На зразку Б-30 колір більш рівномірний, коричневий. З збільшенням вмісту добавки дзвін покращується.

У зразках з добавкою перліта, обпалених при температурі 900 °С, з збільшенням добавки колір світлішає від коричневого до ясно-коричневого, також і звук — до глухого при 30 %.

Зразки, обпалені при температурі 1050 °С — світло-коричневого кольору, чисті з нормальним обпалом. Білого нальоту немає. В зразках П-20 всі зразки покриті білим нальотом.

Зразки, виготовлені на основі вуглевідходів з добавками, обпалені в інтервалі температур 900–1060 °С, випробовувалися на висалювання.

Зразок з чистих вуглевідходів, обпалений при температурі 900 °С, має багато висолів на всіх гранях. Кількість висолів поступово зменшується при підвищенні температури обпалу і при температурі обпалу 1020–1060 °С незначні висоли відзначалися тільки на верхній грані.

Зразки, що мають у вигляді добавки вапно, обпалені при температурі 900 °С показали, що при вмісті добавки 5 і 10 % (И-5, И-10) верхня частина зразку без висолів, нижня, що знаходилася

ся у воді з наявністю висолів. При вмісті вапна у кількості 15% верхня половина без висолів, та, що знаходилася у воді, з великими висолами. При збільшенні вмісту вапна до 20 % — верхня половина зразку з малим нальотом солі, нижня частина, що знаходилася у воді, — з великими висолами.

Зразки, обпалені при температурі 1020 °С показали, що при вмісті вапна 5 % (И-5) — верхня частина зразка без висолів. Нижня, що знаходилася у воді, з помірними висолами. При вмісті вапна 10-30 % (И-10, И-15, И-30) — верхня частина зразка без солі. Нижня частина з великими висолами (розділення по границі води).

Зразки, що містять у вигляді добавки базальт, обпалені при температурі 950 °С показали, що при вмісті базальту 10 % існує нальот солі на верхніх гранях зразка, на задній стінці сліди від солі, на передній стінці, що обдувається вентилятором слідів висалювання немає. Підвищення вмісту базальту до 30 % у зразках (Б-20, Б-30) привело до помітного відкладення солі по всіх гранях (по колу).

Зразки з добавками базальту, обпалені при температурі 1020 °С показали, що при вмісті його 10 % (Б-10) — невеликий нальот солі з'явився тільки на задній стінці зразка, що не обдувається. У зразках з вмістом базальту 20 і 30 % (Б-20, Б-30) дуже мале висалювання на верхній частині зразків. Нижня частина, що знаходилася у воді, — чиста.

Зразки з добавкою сирого перліта, обпалені при температурі 950 °С показали, що при вмісті перліту 10 % (П-10) верхня половина зразка з сильним висалюванням, нижня частина зразка, що знаходилася в воді, без солі. При вмісті перліта 20 % (П-20), зразок по периметру покритий рівномірним відкладенням солі; при вмісті перліту 30 % (П-30) — відкладенням солі спостерігалось тільки на верхній грані зразку.

На зразках, обпалених при температурі 1020 °С з вмістом 10 % перліта, висолів немає, зразки чисті при вмісті 20 % перліта (П-20) — слабке висалювання на верхній грані зразку; при вмісті перліта 30 % (П-30) — незначне висалювання на верхній грані зразку. Нижня частина чиста.

Зразки, що містять у вигляді добавки окис барія (Бо-0,2, Бо-0,5, Бо-1, Бо-2) при випробуванні на висалювання мають тенденцію до зміни виступання висолів в залежності від температури обпалу (950-1020 °С), процентного вмісту окису барія, присутності водного середовища. При вмісті окису барія 0,2 % є сильне висалювання на поверхні зразку; з 0,5 % добавки — висалювання на всій поверхні зразку; з 1 % добавки — на верхній частині зразку

сильне висалювання; з 2 % добавки — на верхній частині зразку добре помітне висалювання.

Зразки з добавкою вуглекислого барію в кількості від 0,2 до 2,0 % (Бу-0, 2, Бу-0, 5, Бу-1,0 та Бу-2,0) обпалені при температурі 1020°С при випробуванні на висалювання, показали, що на всіх зразках в верхній частині з'явилося помітне висалювання: зменшується з збільшенням кількості добавки. У зразках Бу-1,0 та Бу-2,0 висалювання практично відсутнє. Зразки, обпалені при температурі 1020 °С з вмістом у вигляді добавки карбоната барія у кількості від 0,2 до 2,0 % (Бк-0,2, Бк-0,5, Бк-1,0, Бк-2,0) при випробуванні на схильність до висалювання показали наступні результати, що при вмісті 0,2, 0,5 та 1,0 % — висалювання практично відсутнє. При вмісті добавки 2 % помітне висалювання у верхній частині зразків.

Зразки обпалені при температурі 1020 °С з вмістом відходів емалевого виробництва в кількості від 1 до 20 % (Е-1, Е-10, Е-20) при випробуванні на висалювання показали наступні результати:

— при вмісті добавки 1 % — помітне висалювання на верхній грані зразку; при вмісті добавки 5 % — висалювання відсутнє;  
— при вмісті добавки 10 % на всіх гранях висалювання, а при вмісті добавки 20 % — почалося оплавлення зразку.

Зразки, обпалені при температурі 1020 °С з маси, що містить вуглевідходи та 1 % відходів барій-стронцієвого виробництва (Бс-1), з добавкою гранульованого шлаку в кількості від 0,5 до 20 % (Ш-1, Ш-5, Ш-10, Ш-20) при випробуванні на висалювання показали, що ступінь висалювання зменшується з збільшенням вмісту гранульованого шлаку. При вмісті шлаку до 5 % — невелике висалювання на верхній грані. При вмісті шлаку 10 % висалювання незначне на верхній грані зразку; при вмісті 20 % шлаку висали практично відсутні.

Зразки, що містять у вигляді добавки відходи виробництва капролактаму в кількості від 0,5 до 10 % (К-0,5, К-1,0, К-5,0, К-10,0), при випробуванні на висалювання мають тенденцію до значної зміни виступання висолів. На всіх зразках не залежно від кількості впроваджені добавки висалювання відсутнє, проте при вмісті добавки в кількості 10 % на зразках з'явилася сітка тріщин.

Аналізуючи отримані результати на схильність зразків до висалювання можна зробити наступні висновки.

Зразок з чистих вуглевідходів без добавок, обпалений при температурі 900 °С, при випробуванні на висалювання показав сильне висалювання на всіх гранях. Ступінь висалювання зменшився по мірі підвищення температури обпалу. При температурі обпалу 1050 °С він був мінімальним та в основному на верхній грані.

3 гірських порід у вигляді добавок, придатних для усунення схильності до висалювання черепка на основі вуглевідходів, рекомендуються молоті базальт в кількості 20 % та сирий перліт — 10 %, що є ефузивними породами, являють собою скло основного та кислого складу з підвищеною реакційною спроможністю. Ці добавки вступають в реакцію з продуктами дисоціації солі з утворенням водонерозчинних сполук, з одночасним зниженням вологопроникності черепка. Збільшення вмісту перліту до 30 % при кінцевих температурах обпалу викликає оплавлення зразків, при швидкісному обпалі можливо спучування зразків. Оптимальна температура обпалу зразків повинна знаходитись в межах 1020–1050 °С.

Додаток молотого вапна до вуглевідходів показав негативні результати. Це пояснюється тим, що дисоціація карбонату кальція вище температури вигорання вуглецю. Для зв'язування сірчаного ангідриду з окисом кальція вимагається підвищена температура обпалу. Утворення легкоплавких сполук з оксидом кальцію утруднене, так як в процесі розкладу вапна підвищилася відкрита пористість черепку, що ускладнює протікання твердофазної реакції.

Зниження пористості черепку та висалювання шляхом запровадження сполук барія для переведення сіркових сполук в водонерозчинні сполуки показали, що дозування цих добавок повинно бути оптимальним та підбиратися експериментальним шляхом.

Хороші результати одержані при запровадженні карбоната барія та углекислого барія (Бк-1, Бу-1, Бу-2). Висалювання практично відсутнє, при введенні в шихту вуглекислого барію в кількості 1 % чи карбоната барію від 1 до 2 %. При більш високому вмісті добавок з'являється висалювання з барієвої солі. Зниження схильності до висалювання за рахунок добавки розчинної солі барію засновано виключно на переведенні водорозчинної солі барію шляхом реакції з сірчаними сполуками, в важко розчинний сульфат барія ( $\text{BaSO}_4$ ).

Хороші результати по усуненню висолів одержані запровадженням відходів білих барій-стронцієвого виробництва (Бсб-0,2, Бсб-1), при запровадженні їх в кількості від 0,2 до 1 % в шихту повністю усувають схильність до висалювання.

Практично повністю усуває висалювання добавка в шихту сметки емалевого виробництва в кількості 5–10 % (Е-5, Е-10). Легкоплавке скло, що міститься в добавці, зв'яже розчинні солі, створюючи легкоплавкі сполуки та розширюючи інтервал спікання черепка.

Аналогічну дію виявляє добавка, що складається з 1 % сметки емалевого виробництва та відходів виробництва капролактаму у кількості від 0,5 до 10 % (К-0,5, К-1, К-5, К-10). Відходи капро-

лактаму, що містять значну кількість лугів, посилюють флюсуючу дію добавки та зв'язують сірчані сполуки в нерозчинні. У вигляді коректуючих добавок для запобігання висолів на лицевій цеглі рекомендуються наступні добавки: Б-20, П-10, Бк-1, Бу-1, Бсб-1, Е-5, Ш-20, К-0,5.

Як видно з таблиці 4, добавка відходів барій-стронцієвого виробництва (білих) в кількості 0,2-1,0 % знижує вміст  $SO_3$  в черепку майже в п'ять разів, знижує вміст оксидів водорозчинної солі та повністю запобігає утворенню висолів. Аналогічні результати забезпечуються добавками карбонату барію 1-2 % або 1,0 % вуглекислого барія.

Збільшення вмісту добавок в кількості вище оптимального сприяє збільшенню інтенсивності висалювання. Введення в шихту окису барію малоєфективне (див. таблицю 4).

Таблиця 4.

Вміст оксидів водорозчинних солей в обпалених зразках з барійвмістких добавками.

Шифр зразка	Назва добавки	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
О	Вуглевідходи ЦЗФ "Луганська"	0,56		1,41	0,0206	0,0231
Бсб-0.2	Барій-стронцієві відходи білі	0,18		0,36	0,0035	0,0390
Бсб-1		0,18		0,33	0,0012	0,0390
Бсб-2		0,59	0,008	1,28	0,0129	0,0105
Бсб-5		0,48	0,04	0,97	0,0060	0,00512
Бсч-0.2		0,44		1,37	0,0190	0,02690
Бсч-1	Барій-стронцієві відходи чорні	0,29	0,057	0,91	0,0203	0,01777
Бсч-2		0,36	0,014	1,19	0,0203	0,01848
Бсч-5		0,27	0,059	0,69	0,0073	0,00574
Бо-0.2	BaO	0,53		1,6	0,0245	0,0352
Бо-0.5		0,49	0,059	1,24	0,0230	0,0229
Бо-1		0,42	0,064	1,08	0,0183	0,0181
Бо-2		0,41	0,023	1,16	0,0183	0,0200
Бк-0.2	BaCO <sub>3</sub>	0,25	0,025	0,58	0,0067	0,032
Бк-0.5		0,40	0,030	1,10	0,0206	0,0164
Бк-1		0,15	0,004	0,26	0,0020	0,0012
Бк-2		0,16	0,001	0,30	0,0020	0,0013
Бу-0.2	Ba(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	0,26	0,021	0,59	0,0067	0,0020
Бу-0.5		0,41	0,021	0,33	0,0300	0,0220
Бу-1		0,14	0,011	0,23	0,0016	0,0011
Бу-2		0,43	0,053	1,08	0,0120	0,0075

У таблиці 5 приведено вміст  $SO_3$  в зразках, що містять флюсуєчі добавки в оптимальній кількості, обпалених при температурі 980, 1020, 1060 °С.

Таблиця 5.

Водопоглинання та вміст  $SO_3$  в обпалених зразках з флюсуючими коректуючими добавками.

Шифр зразку	Назва добавки	Водопоглинання, %			Вміст $SO_3$ , %		
		980, °C	1020, °C	1060, °C	980, °C	1020, °C	1060, °C
О	без добавки	16,6	8,4	6,2	1,72	1,41	1,36
П-10	перліт (10 %)	10,8	8,8	6,2	1,06	0,26	0,19
Б-20	базальт (20 %)	14,3	10,3	6,8	1,24	0,31	0,24
Ш-20	ваграночний гранульований шлак (20 %), сметка (1 %)	12,8	6,1	4,8	1,28	0,53	0,18
Э-5	сметка (5 %)	11,4	6,8	5,8	1,30	0,41	0,32
К-0,5	відходи капролактама (0,5 %), сметка (1 %)	12,8	8,9	8,4	1,27	0,36	0,31
К-1	відходи капролактама (1 %), сметка (1 %)	12,3	8,6	6,2	1,26	0,32	0,21
К-5	відходи капролактама (5 %), сметка (1 %)	12,2	6,3	5,8	1,08	0,33	0,18

Повна відсутність висалювання черепка з оптимальною кількістю флюсуючих добавок забезпечується при температурі обпалу 1020–1060 °C, при цьому водопоглинання черепка знаходиться в межах 4,8–10,3 % (в середньому біля 6–7 %) та вміст  $SO_3$  при температурі обпалу 1020 °C — 0,26–0,53 %; при температурі обпалу 1060 °C — 0,18–0,32 %.

Інтенсивність висалювання пропорційна масі зразку та зворотно пропорційна площі випарювання, то лицеві вироби рекомендується випускати пустотілими з невеликою товщиною стінок.

## ВИСНОВКИ

1. Вуглевідходи ЦЗФ "Луганська" відповідають вимогам, що ставляться до глинистої сировини для виробництва керамічних стінових матеріалів, задовольняючи необхідні споживчі властивості.

2. Властивості надійності визначаються структурно-механічними властивостями черепка, отриманого в процесі обпалу, що для вуглевідходів повинні проводитися по особливому режиму для вигорання вуглецю.

Швидкість вигорання вуглецю в виробах залежить від товщини черепка, його газопроникності, швидкості руху пічних газів та

їх складу, концентрації та розміру часток палива, режиму обпалу. Тривалість вигорання палива пропорційна квадрату товщини стінок виробів. Ця залежність зберігається у тому разі, якщо в виробі відсутня рідка фаза. Тому в період вигорання вуглецю повинна забезпечуватися температура, при якій не підвищується температура в виробі, тобто повинна забезпечуватися ізотермічна видержка. Збільшення газопроникності черепку прискорює вигорання вуглеця. Газопроникність тісно пов'язана з відкритою пористістю виробів.

Фізико-механічні показники і відповідно споживчі властивості виробів поліпшуються з підвищенням температури обпалу до 1060 °С при дотриманні температурного режиму.

Мінімальна температура обпалу, при якій забезпечуються надійність виробів в експлуатації 1020 °С, максимальна — 1060 °С. Рекомендована — 1050 °С.

3. Естетичні властивості виробів з вуглевідходів визначаються їх зовнішнім виглядом та характером висолів на поверхні, як в процесі виробництва, так і в процесі експлуатації.

Кількість солі, що випарилася на поверхні виробів прямо пропорційна кількості вологи, яка випаровувалася та мігрувала в рідкій фазі з середини до поверхні виробів, ступінь нальоту зворотно пропорційна площі випаровування. При недостатній швидкості руху газів насичених сірчаними сполуками солі можуть випадати з теплоносія на поверхню виробів.

Для обмеження висалювання на лицеві грані виробу обмежують лицеву сторону або садкою виробів лицевими гранями щільно одне до другого, або зрощуванням вологозахистними плівками. Радикальними засобами зменшення схильності до висалювання є запровадження добавок, що містять бар'єві сполуки в поєднанні з флюсуючими добавками, що зв'язують розчинні сульфати в нерозчинні сполуки та виробництво пустотілої лицевої цегли, що характеризується великою поверхнею випаровування. Позитивні результати по зв'язуванню розчинної солі показали добавки 20 % базальту, 10 % перліта, 5 % відходів емалевого виробництва, 0,5 % відходів виробництва капролактаму, 1 % відходів барій-стронцієвого виробництва, 20 % ваграночного гранульованого шлаку, 1 % карбонату барію та вуглекислого барію. Ці добавки знижують содевиділення в 4–6 разів.

4. Поліпшення теплозахистних властивостей, а отже зниження витрат палива на опалення приміщень, забезпечується випуском пустотілих керамічних виробів.

Виробництво їх дозволяє скоротити тривалість обпалу шляхом скорочення тривалості ізотермічної видержки, прискорити розклад

та усунення сірчаних газів при окисленні сульфідів, зменшити схильність та інтенсивність висалювання черепка за рахунок великих площ випаровування.

5. Керамічні стінові матеріали на основі вуглевідходів ЦЗФ "Луганська" відповідають всім споживчим властивостям та вимогам, які пред'являються до керамічних стінових матеріалів на основі традиційної глинистої сировини, але з більш високими показниками надійності.

Основні матеріали дисертації викладені в наступних роботах:

1. Михайлов В. И., Зельніченко Е. И. Технология изготовления лицевого кирпича из углеотходов. //Строительные материалы и конструкции, Киев, НИИСМИ. — 1993. С. 16–17.
2. Михайлов В. И., Зельніченко О. І. Технология изготовления лицевого цегли з вуглевідходів та ліквідація висолів на поверхні виробів. — В зб. "Оптимізація асортименту та збереження якості товарів". — Київ, КТЕІ, 1993. С. 145–151.
3. Зельніченко О. І. Переваги та особливості виробництва черепиці з вуглевідходів. — В зб. "Оптимізація асортименту та збереження якості товарів". — Київ, КТЕІ, 1994. С. 42–45.
4. Зельніченко О. І. Механізм руйнівної дії замерзаючої вологи в пористих керамічних будівельних матеріалах. "Оптимізація асортименту та збереження якості товарів". — Київ, КТЕІ, 1995.
5. Михайлов В. И., Величко Ю. М., Зельніченко Е. И. Новые технологические процессы для производства стеновых и кровельных изделий на основе углеотходов. Тезисы международной конференции по строительным материалам. — Пенза, 1993.
6. Зельніченко О. І. Економічна ефективність використання лицевої цегли на основі вуглевідходів. "Оптимізація асортименту та збереження якості товарів". — Київ, КТЕІ, 1995.

Зельниченко Е. И. Потребительские свойства стеновых строительных материалов на основе углеотходов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.08 — товароведение промышленных товаров, Киевский государственный торгово-экономический университет, Киев, 1995.

Защищается 6 научных работ, которые содержат результаты экспериментальных исследований возможности и целесообразности применения углесодержащих отходов для производства лицевого кирпича. В условиях штучной кладки самым эффективным облицовочным материалом является лицевой кирпич, который, обладая хорошими теплозащитными свойствами, вместе с тем выполняет одновременно функции конструктивного и облицовочного материалов. На Украине доля лицевого кирпича составляет только 0,03 % от общего выпуска кирпича, при потребности 15–20 %.

Лицевой кирпич из традиционного керамического сырья получают из высококачественных глин и суглинков с процентным содержанием солей  $SO_3$  не более 0,5 %. Целью настоящего научного исследования являлось разработать способ получения лицевого керамического кирпича на основе углеотходов с высоким содержанием сернистых соединений и обосновать технологические параметры производства лицевого кирпича, обеспечивающие улучшенные потребительские свойства. Содержание в углеотходах серы в количестве более 0,5 % (в перерасчете на  $SO_3$ ) является причиной высолов. Высолы портят внешний вид кирпича, способствуют его разрушению, снижают срок службы изделий в стеновой кладке, снижают ее эстетические свойства. С целью предотвращения высолов и получения изделий с высокими потребительскими свойствами, отвечающим современным эстетическим требованиям, т.е. пригодных для применения в качестве лицевых, были применены корректирующие добавки. Корректирующие добавки, способствующие получению чистых лицевых поверхностей стеновых материалов на основе углеотходов ЦОФ "Луганская", следующие: молотые горные породы (базальт — 20%, перлит — 10 %), отходы промышленности, содержащие флюсующие компоненты (отходы эмалиевого производства — 5 %, ваграночный гранулированный шлак — 20 %, отходы производства капролактама — 5 % с высоким содержанием щелочей), а также карбонат бария и углекислый барий. Эти добавки снижают солевыведение в 4–6 раз. Результаты исследований подтверждены выпуском промышленной партии лицевого кирпича на Луганском ОЭЗСМ.

Zel'nichenko E. I. Consumer properties of the wall building materials on the basis of carbonaceous wastes.

Thesis submitted for a competition for a degree of Candidate of Technical Sciences. Speciality 05.19.08 — industrial stuffs management. — Kiev State University of Trade and Economics; Kiev, 1995.

Defended are 6 research works dealing with the results of experimental studies on the feasibility and expediency of application of the carbonaceous wastes for the manufacture of the facing brick.

In the conditions of a piece bricklaying the facing brick is the most effective facing material possessing good heat-protective properties and simultaneously functioning as a structural and facing material. In Ukraine the share of the facing brick is amounted only to 0,03 % from the total brick production at the demand of 15–20 %.

The facing brick of the traditional ceramic raw materials is produced of the high-quality clays and loamy clays with  $SO_3$  salts content of not more than 0.5 %. The present research work is aimed at the development of the method of producing the facing ceramic brick on the base of the carbonaceous wastes with a high content of sulphuric compounds and justification of technological parameters of the facing brick production, thus providing the improvement of the consumer properties. The sulphur content in the carbonaceous wastes in the amount of more than 0.5 % (in  $SO_3$  recalculation) causes the salting out. The salting outs spoil the appearance of the brick, cause its failure, reduce the service life of items in the wall bricklaying, reduce its esthetic appearance. To prevent the salting out and to provide the products with preset consumer properties meeting the updated esthetic requirements, i.e. suitable for application as facing ones, the correcting additions were used. The correcting additions contributing to the producing of clean facing surfaces of the wall materials on the base of the carbonaceous wastes TsOF "Luganskaya" are as follows: crushed rocks (basalt — 20 %, pearlite — 10 %), industrial wastes, containing the fluxing components (wastes of enamel production — 5 %), cupola furnace granulated slag — 20 %, wastes of caprolactam production — 5 % with a high alkali content), as well as barium carbonates. These additions 4–6 times reduce the salt precipitation. The results of investigations were confirmed by producing the industrial batch of brick at the Lugansk Pilot Plant of Structural Materials.

Ключові слова: вуглевідходи, висоли, лицева цегла, коректу-ючі добавки.

45397

Ab 32.967  
**AB 32.967**