

УДК 666.77

*Рищенко М.І., доктор техн. наук, професор, НТУ “ХП”,  
Цибулько Е.С., директор Харківської філії ЗАТ “СБК”,  
Щукіна Л.П., канд. техн. наук, Федоренко О.Ю., канд. техн. наук,  
Дерикон Т.П., студентка, Фоміна Л.П., канд. фіз.-мат. наук,  
Національний технічний університет “Харківський політехнічний  
інститут”*

## **РОЗРОБКА СПОСОБІВ УСУНЕННЯ СОЛЬОВИХ УТВОРЕНЬ НА ВИРОБАХ АРХІТЕКТУРНО-ФАСАДНОЇ КЕРАМІКИ**

В умовах структурної перебудови в галузі цивільного будівництва з орієнтуванням на індивідуальне житло в центрі уваги постають питання архітектурно-художнього та естетичного осмислення міських магістралей і житлових районів. З підвищенням вимог до комфортності та якості будівель підвищилися вимоги і до промислових будівельних матеріалів і виробів – споживач потребує довговічних матеріалів, які мають привабливий вигляд та є доступними за ціною. Одне з перших місць в ряду будівельних матеріалів, які в найбільшому ступені відповідають означеним вимогам, займає лицева керамічна цегла. Ці вироби, завдяки своїм високим техніко-експлуатаційним властивостям, а також великому розмаїттю кольорів і форм є найбільш затребуваним та актуальним матеріалом у сучасному будівництві.

Однією з часто виникаючих проблем виробництва лицевої керамічної цегли, як і інших стінових матеріалів, є утворення на лицевій поверхні сольових нальотів, які погіршують зовнішній вигляд цегли і можуть привести навіть до її руйнування. Поява цих нальотів на керамічних výroбах обумовлюється головним чином наявністю в них легкорозчинних сульфатів лужноземельних і лужних металів, а також наявністю забарвлюючих сполук ванадія заліза, титану, хрому, молібдена [1]. Утворення солей на поверхні цегли в процесі її виробництва може бути слідством недосконалості роботи сушильного та пічного обладнання, використання палива, що містить сірчані сполуки, використання жорсткої технологічної води тощо. Але частіш за все висолоутворення залежить від природніх особливостей глинистої сировини, а саме підвищеного вмісту в ній водорозчинних сульфатних солей або сполук,

які здатні утворювати сульфати чи інші солі в процесі виробництва цегли.

В практиці цегельного виробництва існують способи боротьби з висолами, зокрема сульфатними, особливо тоді, коли причиною їх появи є природні особливості сировини. Основні з відомих способів включають: переведення водорозчинних солей у неактивний стан за рахунок їх хімічного зв'язування; блокування шляхів виходу капілярної вологи за рахунок додавання у шихту високоглиноземного цементу; нанесення вологозатримуючих тонких шарів, плівок та захисних покриттів на лицеву поверхню сирця або випалених виробів, оптимізацію режиму випалу і складу газового середовища, а також ряд інших технологічних заходів [1,2].

В даному дослідженні для упередження висолоутворення авторами застосовувався прийом “зв'язування” солей в процесі випалу виробів за рахунок використання у шихті речовин, реагуючих з катіонами водорозчинних солей з утворенням тугоплавких силікатів або легкоплавких сполук. В першому випадку позитивний ефект досягається завдяки зв'язуванню катіонів солей у водонерозчинні силікати при протіканні твердофазових реакцій, у другому випадку – за рахунок утворення евтектичних розплавів, пов'язуючих катіони та аніони дисоційованих розчинних солей, які потім фіксуються склофазою при охолодженні виробу [1,3].

Для дослідження використовувалася лицева цегла світло-жовтого кольору, що її виробляє Харківська філія ЗАТ “Слобожанська будівельна кераміка”, яка після її випробовування на капілярний підсос показала схильність до утворення сольових нальотів зеленого кольору.

На першому етапі дослідження при вивченні природи зелених висолів методом рентгенофазового аналізу (РФА) було встановлено, що склад сольових утворень досить різноманітний і включає  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , а також складні сульфати  $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2$  і  $\text{NaV}(\text{SO}_4)_2$ . На рентгендифрактограмі відмічаються також рефлекси, які можна віднести до ванадійвміщуючих солей  $\text{CaV}_4\text{O}_9$ ,  $\text{Ca}_2\text{V}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CaV}_3\text{O}_7$ ,  $\text{KV}_3\text{O}_8$ .

Для уточнення фазового складу сольових нальотів і встановлення дже-

рела їх утворення було також проведено РФА шихти, з якої отримують жовту цеглу, та її компонентів (легкотопкої місцевої глини, вогнетривкої та тугоплавкої глин Донецького регіону). На відміну від випаленої цегли будь-яких солей (сульфатів, ванадатів) у шихті та сировині методом РФА не виявлено.

Але зважаючи на те, що цим же самим методом встановлено присутність ванадійвміщуючих солей на випаленій цегли далі проводився аналіз випалених зразків глин на їх здатність до солеутворення методом капілярного підсосу. Візуальний огляд зразків після випробовування показав відсутність солей на поверхні зразка місцевої глини і наявність схожих висолів зеленуватого забарвлення на зразках вогнетривкої і тугоплавкої глин. За даними РФА у фазовому складі сольових утворень, які утворилися на поверхні випалених зразків цих глин, ідентифіковано  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , знову ж таки  $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NaV}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{CaV}_3\text{O}_7$ , ванадат кальцію ( $\text{CaV}_4\text{O}_9$ ) і пірованадат кальцію ( $\text{CaV}_2\text{O}_7$ ). Такі результати дозволяють стверджувати, що джерелом утворення солей на готових виробках являються такі складові шихти як вогнетривка і тугоплавка глини Донецького регіону.

Для уточнення якісного елементного складу висолів на поверхні цегли додатково було проведено рентгенофлуоресцентний аналіз зразків готової цегли до її випробовування на капілярний підсос і після нього (таблиця 1).

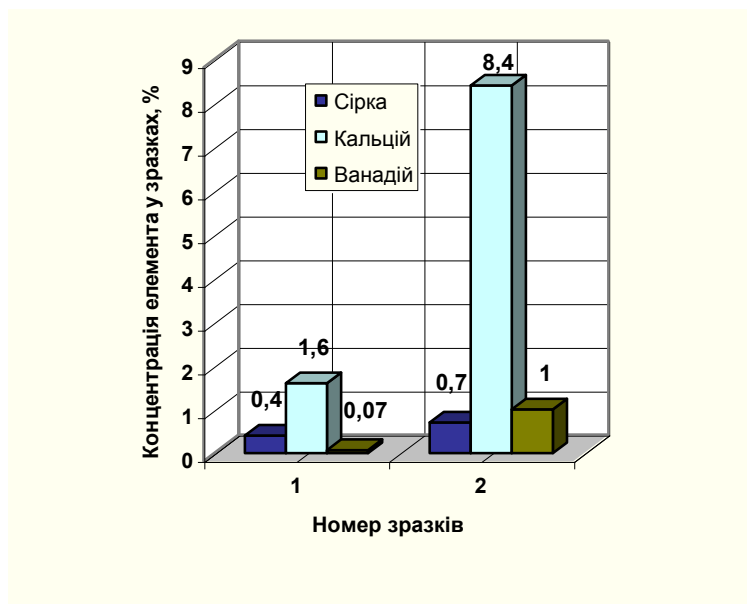
*Таблиця 1*

**Вміст основних елементів у зразках цегли**

Зразки	Концентрація елементу у зразках, %						
	Al	Si	K	Ti	Fe	Cu	Zr
Цегла до капілярного підсосу	13,846	59,99	9,048	2,316	11,635	0,542	0,179
Цегла після капілярного підсосу	15,848	49,402	8,501	2,363	12,379	0,517	0,267

За результатами цього дослідження видно, що “матричними” елементами, які входять до складу самої кераміки є алюміній, кремній, калій, титан, залізо, мідь і цирконій, якщо порівняти їх кількості в об’ємі цегли і на

засоленій поверхні, які практично не змінюються. В той же час зміни, які відбуваються з сіркою, кальцієм та ванадієм є досить суттєвими. З рис.1



*Рис. 1. Порівняльна характеристика вмісту солеутворюючих елементів у зразках цегли: 1 – цегла до випробовування на капілярний підсос; 2 – цегла після капілярного підсосу (з висолами)*

процесі випалу виробів, про який було зазначено вище.

В якості шихтних добавок, здатних утворювати нерозчинні кальцієві солі, використовувалися триполіфосфат натрію  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  та аморфний  $\text{SiO}_2$  у вигляді технічного продукту “Орісіл”. Як розплавоутворюючі компоненти керамічної маси використовувалися  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  і натрієве розчинне скло з модулем 3. Температури плавлення добавок відповідають виробничим умовам випалу (для розчинного скла розглядалася температура отримання розплаву з в’язкістю  $10^2$  Па·с). При дослідженні впливу означених добавок на схильність отриманої цегли до висолоутворення встановлено, що усі добавки виявилися ефективними – при їх використанні у шихті керамічні зразки після їх випробування на капілярний підсос характеризувалися відсутністю висолів.

При вивченні впливу добавок на колір і фізико-механічні характеристики виробів (водопоглинання, поруватість, межа міцності на стиск) встановлено,

видно, що кількість сірки у висолах збільшується у порівнянні з її вмістом в об’ємі цегли в 1,7 рази, кальцію – в 2,5 рази, ванадію – в 14 разів. Щодо можливої кількості солей на поверхні цегли, то дані про розподіл цих елементів дозволяють припустити переважний вміст ванадійвміщуючих солей (у порівнянні з  $\text{CaSO}_4$ ). Таке співвідношення солей робить малоефективним використання механізму їх хімічного зв’язування і робить доцільним застосування прийому зв’язування солей в

що аморфний  $\text{SiO}_2$  практично не впливає на колір цегли, але значним чином підвищує її поруватість (42-47 %) і відповідно знижує механічну міцність (межа міцності на стиск 10 МПа). Декілька розрихлюють керамічний матеріал  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  і  $\text{NaCl}$ , з використанням яких водопоглинання зразків становить 21-27 % при значеннях межі міцності на стиск 7 –11 МПа. Найбільш ефективну спікаючу дію чинять на матеріал  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  і розчинне скло – водопоглинання та межа міцності на стиск матеріалів, отриманих з шихти з цими добавками, знаходяться на рівні 15-16 % і 15,5-16,5 МПа відповідно (марочність цегли –150).

Таким чином, проведені дослідження довели активну нейтралізуючу дію усіх досліджених добавок з точки зору усунення висолів та недостатню ефективність деяких з них для підтримання необхідного рівня експлуатаційних властивостей виробів. Для задовільнення вимог до лицевої цегли як з точки зору виключення висолоутворення, так і з точки зору експлуатаційних характеристик слід рекомендувати до промислового використання  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та розчинне скло. Недоліком цих добавок є те, що вони дають більш насичений колір цегли у порівнянні з еталонним, що може бути усунено незначним корегуванням складу керамічної маси в бік збільшення вмісту глинистого компоненту з мінімальним вмістом  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Використання запропонованих заходів по запобіганню утворенню висолів на цеглі дозволить покращити її зовнішній вигляд, розширити сировинну базу і збільшити випуск лицевих виробів, що відповідатимуть сучасним архітектурно-декоративним вимогам.

### *Література:*

1. Альперович И.А. Способы предовращения высолов на керамическом кирпиче / Обзорная информация ВНИИЭСМ.–1993.–Вып. 1.– 71 с.
2. Вакалова Т.В., Погребенков В.М., Ревва И.Б. Причины образования и способы устранения высолов в технологии керамического кирпича // Строительные материалы.–2004.– № 2.– С.30-31
3. Зубехин А.П., Голованова С.П. Теоретические основы отбеливания цементного клинкера и красножгущейся керамики с различным содержанием оксидов железа // Вестник НТУ “ХПИ”.–2004.– Вып.33.– С.80-85