



**УДК 666.972**

**О. М. ПРОСКУРНЯ**, канд. техн. наук, асистент, **Г. М. ШАБАНОВА**, докт. техн. наук, старший науковий співробітник, **В. В. ТАРАНЕНКОВА**, канд. техн. наук, доцент, **О.І. РЯБКОВА**, студентка, **Д. В. БАКШЕЄВ**, студент НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

**ВИКОРИСТАННЯ ШЛАКІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

У даній статті розглядаються питання ресурсозберігання у виробництві будівельної кераміки та спеціальних цементів. У результаті проведених фізико-хімічних досліджень встановлено, що за своїм хімічним і мінералогічним складом шлаки ТЕЦ, чорної та кольорової металургії можуть використовуватися як основні компоненти під час виготовлення лицьової цегли та глиноземистого цементу. На основі шлаків Зміївської ТЕЦ і шлаків, які утворюються під час переплавки відходів хімічної промисловості при виготовленні лігатур, розроблено суміші, що дозволяють отримувати лицьову цеглу марки М 125 і глиноземистий цемент з активністю 500.

**шлак, хімічний та фазовий склад, лицьова цегла, глиноземистий цемент, властивості**

Все більшої актуальності набуває проблема раціонального використання природних ресурсів, оскільки вона пов'язана з розвитком промисловості та охороною навколишнього середовища.

На сьогоднішній день є необхідність у переробці золи, шлаків теплових електростанцій та металургійної промисловості, які при ефективному їх використанні є багатим джерелом поширення сировинних ресурсів промисловості будівельних матеріалів.

За своїм хімічним, мінералогічним складом шлаки наближені до природної сировини, яка використовується у виробництві лицьової будівельної кераміки та цементу як повноцінний економічний компонент.

Для одержання лицьової будівельної кераміки було використано сировинні матеріали: зелена глина Залютинського родовища, Кіровоградська вогнетривка глина, шлак Зміївської ТЕС. Хімічний склад сировини наведено у табл. 1.

Шлак являє собою склоподібні зерна неправильної форми неоднорідного дисперсного складу. Він непластичний, нечутливий до сушки, не формується та не спікається за температури випалу виробу. Було встановлено фракцію

шлаку, яка не «стріляє» і не зменшує технологічні властивості зразків. У випадку плавного підвищення температури оптимальним розміром зерен шлаку, при якому не буде пострілів на готовій продукції, є розмір від 0,5 до 0,8 мм.

Для дослідження впливу шлаку на властивості лицьової будівельної кераміки було виготовлено зразки за методом жорсткої екструзії (в комбінованому вакуумному екструдері) з різноманітним вмістом шлаку від 10 % ваг. до 50 % ваг. маси суміші. Було визначено повітряну і вогневу усадку, водопоглинання, міцність та морозостійкість отриманих зразків. Оптимальним складом шихти є склад, який містить 30 % шлаку, 10 % глини кіровоградської (КД) та 60 % харківської глини. Для визначення часу, необхідного на гомогенізацію шихти, були проведені дослідження в лабораторних умовах. Перевірялась зміна вологості до того часу, коли вона буде постійною (рис. 1).

Отримана лицьова цегла має такі технічні характеристики: границя міцності на стиск – 135 кгс/см<sup>2</sup>, границя міцності на згин – 43 кгс/см<sup>2</sup>, водопоглинання – 10,1 %, морозостійкість – 50 циклів, розмір виробу – 249×119×65 мм. Отримані результати іспитів свідчать про те, що лицьова цегла відповідає марці М 125.

**Таблиця 1. Хімічний склад сировини**

Сировина	Хімічний склад ваг. %													
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Cl	H <sub>2</sub> O	в. п. в.
Глина кіровоградська	52,59	1,50	31,88	1,02	0,01	0,22	0,24	0,11	0,13	0,06	0,04	0,01	1,04	10,76
Глина харківська	81,05	0,49	5,84	3,84	0,47	0,47	0,46	0,36	1,37	0,03	0,04	0,02	1,97	3,85
Шлак ТЕС	62,13	0,87	18,48	9,12	0,11	2,21	2,28	1,03	2,96	0,06	0,02	0,10	0,03	0,20

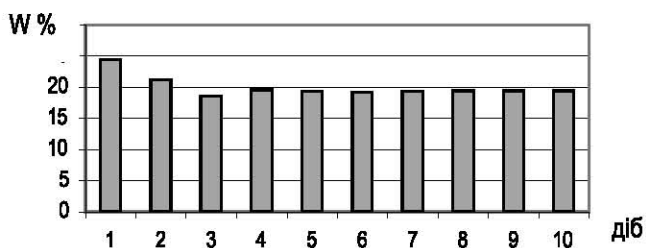


Рис. 1. Визначення часу гомогенізації шихти складу 30 % шлаку, 10 % глини КД, 60 % глини харківської

Відомо, що шлаки металургійного виробництва поряд зі шлаками ТЕС використовуються також і для одержання шлакопортландцементу [1–4]. Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України разом з ВАТ «Константиновський завод «ВторМет»» розробляє технологію з переплавлення відходів хімічної промисловості з метою одержання лігатур. При цьому утворюються шлаки, що містять 20–30 % ваг. CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – до 70 % ваг., а також матеріали, що потрапляють у шлак з футерівки печі – до 12 % ваг. MgO чи до 20 % ваг. SiO<sub>2</sub>. При впровадженні розробленої технології щорічно буде утворюватися до 800 т таких шлаків. Завдяки цьому, викликає безумовний інтерес установлення можливості використання даних відходів для одержання глиноземистих цементів.

З метою часткової заміни клінкера глиноземистого цементу шлаком були проведені фізико-хімічні дослідження. Встановлено, що досліджуваний шлак містить ваг. %: SiO<sub>2</sub> – 8,23; CaO – 25,0; MgO – 3,73; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 63,08; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,80, а фазовий склад – моноалюмінати кальцію та магнею, а також геленіт (рис. 2 а). Запропонований шлак характеризується високим коефіцієнтом якості, що свідчить про його придатність для одержання спеціальних в'язучих матеріалів.

З метою дослідження в'язучих властивостей шлаку були виготовлені зразки відповідно до методики, запропонованої М.І. Стрелковим [6]. Установлено, що досліджуваний шлак характеризується наявністю в'язучих

властивостей, має водоцементне відношення 0,31; границя міцності при стиску після 28 дiб твердіння складає 14 МПа. На рентгенограмі гідратованого шлаку (рис. 2 б) чітко ідентифікуються міжплощинні відстані, які характерні для низькоосновних гідроалюмінатів кальцію, що і забезпечують його механічну міцність.

Відомо, що введення до шлаку добавок, які його активізують, буде сприяти збільшенню гідралічної активності. Ще в роботах П. П. Будникова [7–9] доведена присутність в'язучих властивостей у геленіта, але тільки у разі одночасної наявності лужного і сульфатного активізаторів.

Оскільки геленіт є одним із основних мінералів досліджуваного шлаку, нами була запропонована комплексна добавка, яка активізує шлак. Ця добавка включає як лужний компонент – вапно, так і сульфатний – гіпс, узяті в співвідношенні 1:1. Як свідчать отримані результати, найбільшу механічну міцність мають зразки, що містять 7 % мас. комплексної добавки. У зв'язку з цим наступні дослідження проводилися з використанням шлаку, що містить 7 % мас. добавки.

Виходячи з хімічного і мінералогічного складу шлаку, а також результатів дослідження його в'язучих властивостей, буде доцільною часткова заміна клінкера глиноземистого цементу активізованим шлаком.

Установлено, що максимальну міцність – 58 МПа мають зразки, які містять 30 % ваг. активізованого шлаку і 70 % ваг. глиноземистого цементу, які тужавили в нормальних умовах і були оброблені в автоклаві.

Таким чином, у результаті проведених досліджень була теоретично обґрунтована і експериментально підтверджена можливість використання шлаків металургійної та енергетичної промисловості для одержання шлакоцементу та лицьової будівельної кераміки. Використання даних шлаків дозволить зробити часткову заміну дорогої сировини при виготовленні вищезазначених виробів, що приведе до зниження їх вартості, створення практично безвідходного технологічного процесу, поліпшення екологічного стану промислових регіонів.

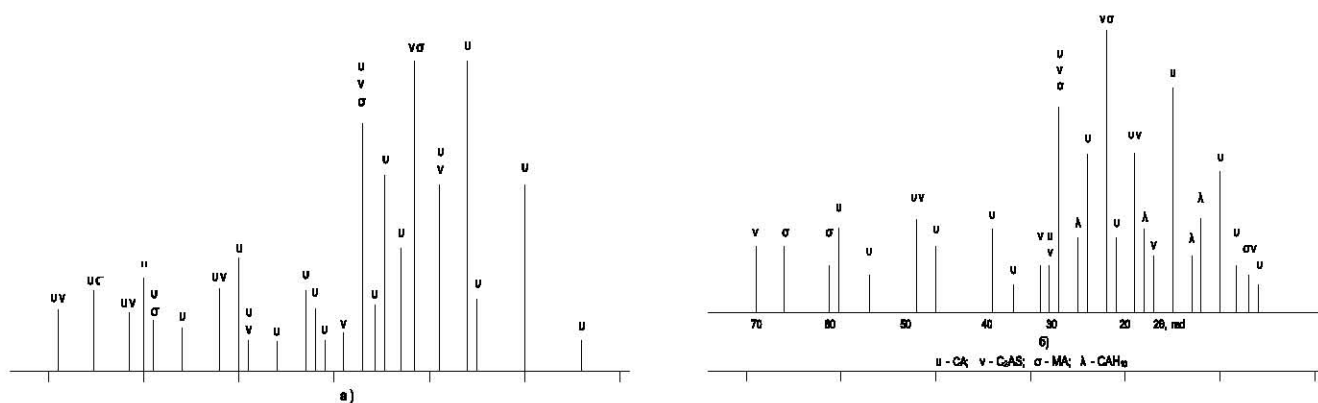


Рис. 2. Штрих-рентгенограма: а) шлаку; б) гідратованого шлаку



## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пащенко А. А., Сербин В. П., Старчевская Е. А. Вяжущие материалы. – К.: Вища школа, 1985. – 440 с.
2. Бутт Ю. М., Сычев М. М., Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
3. Дворкин Л. И., Пашков И. А. Строительные материалы из промышленных отходов. – К.: Вища школа, 1980. – 144 с.
4. Эффективность использования промышленных отходов в строительстве / Под ред. Я. А. Рекитаре – М.: Стройиздат, 1975. – 205 с.
5. ГОСТ 3476—74. Шлаки доменные гранулированные для производства цементов.
6. Бутт Ю. М. Практикум по технологии вяжущих веществ и изделий из них. – М.: Промстройиздат, 1953. – 497 с.
7. Будников П. П., Черкасова А. Ф. Геленит и его роль в твердении глиноземистого цемента // ДАН СССР, 1955. – Т. 102. – № 4. – С. 793–795.
8. Будников П. П., Панкратов В. Л. Гидравлическая активность однокальциевого силиката и геленита // Научные сообщения НИИЦемент. – 1961. – № 11. – С. 28–32.
9. Будников П. П., Панкратов В. Л. Гидравлическая активность некоторых кристаллических и стекловидных фаз доменного шлака // ДАН СССР, 1962. – Т. 146. – № 1. – С. 156–159.

*Поступила в редакцию 04.02.04*

В данной статье рассматриваются вопросы ресурсосбережения в производстве строительной керамики и специальных цементов. В результате проведенных физико-химических исследований установлено, что по своему химическому и минералогическому составу шлаки ТЭЦ, черной и цветной металлургии могут использоваться в качестве основных компонентов при изготовлении лицевого кирпича и глиноземистого цемента. На основе шлаков Змиевской ТЭЦ и шлаков, образующихся при переплавке отходов химической промышленности при изготовлении лигатур, разработаны составы, позволяющие получать лицевой кирпич марки М 125 и глиноземистый цемент с активностью 500.

Questions of power-saving in building ceramics and special cements manufacturing are considered in the article. Physical and chemical researches show that slags from thermal power stations, ferrous and nonferrous metallurgy can be used as the basic component during manufacturing of face brick and alumina cement. On the basis of slags from Zmievskaya TPS and slags from remelting of wastes from chemical industry during manufacturing of foundry alloys we developed the compounds enable obtaining face brick M125 and alumina cement with activity 500.