

---

**УДК 614.8 - 666.943**

*О.В. Миргород, канд. техн. наук, ст. викл., НУЦЗУ,  
Г.М. Шабанова, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,  
А.М. Корогодська, канд. техн. наук, наук. співр., НТУ «ХПИ»,  
К.В. Попсуй, студент, НТУ «ХПИ»*

## **ВОГНЕСТІЙКІ ШЛАКОЛУЖНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.А.)

В статті розглянуто можливість використання доменних шлаків ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» в якості альтернативного сировинного компонента вогнетривких шлаколуужних в'язучих матеріалів для будівництва та реконструкції будівель і споруд.

**Ключові слова:** вогнетривкі шлаколуужні в'язучі, бетони, конструкційні матеріали, вогнестійкість, рентгенофазовий аналіз, висоли, пожежонебезпечні властивості.

**Постановка проблеми.** В наш час будівництво займає невід'ємну ланку у розвитку країни та суспільства. Висока ефективність нових матеріалів при будівництві та реконструкції будівель і споруд, передбачає їх широке використання. Однак, мало уваги приділяється питанням їх пожежної безпеки, особливо – вогнестійкості будівельних конструкцій.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Високі темпи розвитку народного господарства пов'язані з концентрацією виробництва, будівництвом великих і складних будов, концентрацією у спорудах значної кількості пожежо- та вибухонебезпечної сировини і готової продукції, запровадженням нових технологічних процесів із вибухо- і пожежонебезпечними виробництвами, а також використанням легких конструкцій з металу та полімерних матеріалів, що мають низьку вогнестійкість.

Слід зауважити, що технічний стан значної частини об'єктів промислового та житлово-громадського призначення в Україні характеризується надзвичайно високим ступенем фізичного та морального зносу. Так, виробничі будівлі і споруди основних галузей промисловості мають в середньому 50-60 % фізичного та морального зносу, а по деяким галузям цей показник наближається до 65-70 %.

Використання усіх видів будівельних матеріалів повинно базуватися на знанні їхніх фізико-механічних і хімічних властивостей при

нормальних і високих температурах, а також токсичних властивостей. При цьому необхідно знати не тільки міцність і деформативність матеріалів при нагріванні, але і пожежонебезпечні властивості [1, 2].

**Постановка задачі та її вирішення.** У зв'язку з тим, що ціна на будівельні матеріали щоденно зростає, виробникам та споживачам такої продукції доводиться іноді використовувати альтернативні матеріали.

До одного з видів таких матеріалів відносяться вогнестійкі в'язучі на основі металургійних відходів, а саме доменних гранульованих шлаків.

На основі доменних гранульованих шлаків виготовляються два види в'язучих матеріалів: шлакопортландцемент та шлаколужні, причому шлаколужні в'язучі більш перспективні, оскільки в них міститься близько 90% шлаку. Шлаколужні в'язучі та бетони за своїми властивостями є прогресивними та ефективними матеріалами сьогодення та майбутнього. На шлаколужних в'язучих отримують майже всі види бетонів від важких до легких на різних заповнювачах.

Тому, метою даної роботи є розробка складів вогнетривких шлаколужних в'язучих матеріалів з використанням гранульованого доменного шлаку ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» в якості матеріалів для реконструкції будівель і споруд різноманітних галузей.

Металургійні шлаки – техногенний продукт виробництва сталі та кольорових металів. Доменний шлак, активний «учасник» та продукт виробництва чавуну, утворюється при його виплавці в процесі взаємодії сировинних компонентів – руди, коксу та флюсів (вапняки, доломіти та ін.).

Вивантажені з домни розплави шлаків твердіють в залежності від ряду факторів, в основному від хімічного складу та швидкості охолодження. Перехід з вогняно-рідкого в твердий стан не супроводжується розпадом на окремі фази, хоча при подальшому зберіганні шлаки можуть проявляти до цього схильність. В залежності від способу охолодження шлаки підрозділяються на довго- та швидкоохолоджені.

При вірному визначенні режимів тверднення, виборі лужного компоненту та відповідних добавок практично на всіх доменних гранульованих шлаків можливо вирішити задачу отримання шлаколужних в'язучих матеріалів активністю більше 50 МПа. [3] і вогнестійкістю 450-650 °С.

Сумісно з лабораторією в'язучих матеріалів кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» було вирішено задачу розробки вогнестійких шлаколужних в'язучих матеріалів. В якості сировини використовувались наступні матеріали: гранульо-

ваний шлак ВАТ “Алчевський металургійний комбінат”; портландцемент ПЦ 1-500-Н ВАТ “Балцем”; глина Новорайського родовища марки ДН-0. У якості лужного затворювача використовували: розчин NaOH з масовою концентрацією 14%, сода Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> з густиною розчину 1,3 г/см<sup>3</sup>, а також вводили для порівняння соду по сухому у вихідну речовину у кількості 11 г.

Модуль основності шлаку складає  $M_0 = 1,125$ , тобто шлак відноситься до основних, модуль активності  $M_A = 0,1816$ , коефіцієнт якості 1,51. За коефіцієнтом якості даний шлак відноситься до другого сорту та може бути використаний для отримання вогнетривкого шлаколужного в'язучого матеріалу за лужним способом активізації [3].

Хімічний склад вихідних сировинних матеріалів наведений у табл. 1.

**Таблиця 1. – Хімічний склад сировинних матеріалів**

Матеріал	Вміст оксидів, мас. %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ппп
Шлак доменний гранульований	39,10	7,10	0,34	46,70	5,30	0,16	1,09	-	-	-	-
Портландцемент	22,87	4,26	5,69	65,86	1,16	0,46	-	-	-	-	-
Глина	51,76	32,96	1,04	0,77	0,76	-	0,02	0,67	1,04	1,04	9,94

Для встановлення фазового складу був проведений рентгенофазовий аналіз гранульованого шлаку та встановлено, що значна частина шлаку знаходиться у рентгеноаморфному (склоподібному) стані. Це пояснюється тим, що при грануляції рідкий сплав шлаку не встигає закристалізуватися і твердне у скло. Бредігіт, окерманіт, геленіт і кальцит у скловидному стані проявляють в'язучі властивості з утворенням гідросилікатів та гідрогеленіту. Такі фази будуть забезпечувати міцність затверділого шлаколужного в'язучого матеріалу. У якості базового було обрано наступний склад шлаколужного в'язучого матеріалу: шлак гранульований – 91 %, глина – 6 %, портландцемент – 3 %. За результатами проведених рентгенівських досліджень встановлено, що у складі розроблених композицій, затворених різними лужними розчинами присутні майже однакові фази – кварц, кальцит та солі натрію. Однак композиція базового складу має у своєму складі фази, характерні для затверділого портландцементу – пор-

тландіт, тоберморіт та авфіліт. Тому при зміні кількісного складу композиції повинна проявляти більшу міцність, ніж отримана у результаті досліджень.

Розроблений оптимальний склад шлаколужного в'язучого на основі відходів вітчизняної промисловості є швидкоотжуваним та з мінімальною кількістю висолів. Теплофізичні характеристики визначено в розрахунках температурних полів в розрізі конструкції. Показники міцності, що досягають від 170 до 345 МПа, і деформативні властивості матеріалів дозволяють знайти несучу здатність в нагрітому стані [2, 4]. Так, вогнетривкість розроблених матеріалів досягає 1700 °С, тоді як звичайний портландцемент, який найчастіше використовується, має вогнетривкість 1500-1600 °С.

Одержаний матеріал на основі шлаку має високі фізико-механічні і хімічні властивості при нормальних і високих температурах.

**Висновки.** Вивчення властивостей будівельних матеріалів в процесі їх нагріву до високих температур і охолодження дозволяє з мінімальною похибкою визначити границю вогнестійкості, яка є велими важливою складовою частиною в рішенні загальної проблеми вогнестійкості нових будівельних конструкцій [2, 4]. Розроблені шлаколужні матеріали можуть бути використані для отримання бетонів та конструкційних матеріалів, оскільки вони мають міцність та вогнестійкість на 10 % вищі, ніж у матеріалів, що використовуються для будівництва та реконструкції промислових будівель у наш час.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пушкаренко А.С. Будівельні матеріали та їх поведінка в умовах високих температур; Навч. посібник для пожежно-техн. навч. закладів / А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко – Харків: АПБУ, 2001.– 166 с. – (Дільниця оперативної поліграфії АПБ України; зам. № 81).

2. Ржаницин А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. / А.Р. Ржаницин – М.: Стройиздат, 2000. – 143 с. – (Труды / Стройиздат; т. 1).

3. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев – М.: Высшая школа, 1990. – 472 с.

4. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / Яковлев А.И. – М.: Стройиздат, 1988. – 145 с. – (Труды / Стройиздат, вып. 3).  
nuczu.edu.ua

О.В. Миргород, Г.Н. Шабанова, А.Н. Корогодская, К.В. Попсуй

**Огнестойкие шлакощелочные вяжущие материалы для реконструкции зданий и сооружений.**

В статье рассмотрена возможность использования доменных шлаков ОАО «Алчевский металлургический комбинат» в качестве альтернативного сырьевого компонента огнестойких шлакощелочных вяжущих материалов для строительства и реконструкции зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** шлакощелочные вяжущие, бетоны, конструкционные материалы, огнестойкость, рентгенофазовый анализ, модуль основности, высолы.

O.V. Mirgorod, G.N. Shabanova, A.N. Korogodskaya, K.V. Popsuy

**Fire slag alkaline binding materials for the reconstruction of buildings and structures.**

The article considers the use of blast-furnace slag Alchevsk Metallurgical Plant "as an alternative raw materials, fire resistant slag alkaline binders for the construction and renovation of buildings and structures.

**Keywords:** slag alkaline binders, concrete, construction materials, fire resistance, X-ray analysis, module basicity, efflorescence.