

П.А. Ситников // Тез. докл. Всерос. конф. «Химия твердого тела и функциональные материалы». – Екатеринбург. – 2000. – С. 111. **20.** Рябков Ю.И. Процессы восстановления оксида алюминия в системе $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{C}$ при низких давлениях / Ю.И. Рябков, Т.Л. Леканова, Т.М. Споршева // Журнал физической химии. – 2001. – Т. 75, № 8. – С. 21 – 25. **21.** Рябчиков И.В. К механизму восстановления кремнезема углеродом / И.В. Рябчиков // Изв. АН СССР. – Металлы. – 1966. – № 4. – С. 38. **22.** Толстогузов Н.В. О механизме восстановления кремния / Н.В. Толстогузов // Изв. вузов. Черн. металлургия. – 1992. – № 2. – С. 89 – 92. **23.** Кожевников Г.Н. О взаимодействии монооксида кремния с углеродом / Г.Н. Кожевников, А.Г. Водопьянов, Г.И. Чуфаров // Изв. АН СССР. – Металлы. – 1972. – № 4. – С. 82 – 85. **24.** Глазов В.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия / В.М. Глазов, Л.М. Павлова. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Металлургия, 1988. – 560 с. **25.** Термические константы веществ: справочник в 10 выпусках / под ред. акад. В.П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1970. – Выпуск IV (C, Si, Ge, Sn, Pb). – Ч. 1: Таблицы принятых значений. – 510 с. **26.** Свойства, получение и применение тугоплавких соединений: справ. изд. / Под ред. Т.Я. Косолаповой. – М.: Металлургия, 1986. – 928 с. **27.** Термические константы веществ: справочник в 10 выпусках / Под ред. акад. В.П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971. – Выпуск V (B, Al, Ga, In, Tl). – 530 с. **28.** Апончук А.В. О термодинамических свойствах алюминиевой шпинели и оксикарбидов алюминия / А.В. Апончук, О.М. Катков, И.К. Карпов // Известия вузов. Цветная металлургия. – 1986. – № 6. – С. 50 – 53. **29.** Карлина О.К. Термодинамический анализ и экспериментальное исследование фазовых равновесий при термохимической переработке облученного графита в системе $\text{C} - \text{Al} - \text{TiO}_2$ / О.К. Карлина // Атомная энергия. – 2003. – Т. 94, Вып. 6. – С. 457 – 463. **30.** Герасимов Я.И. Курс физической химии / [Герасимов Я.И., Древинг В.П., Еремин Е.Н. и др.]. – М.: Госхимиздат, 1963. – Т. 1. – 624 с.

Поступила в редколлегию 12.05.09

УДК 666.943

Г.М. ШАБАНОВА, докт. техн. наук, **Д.Ю. МАРКОВ**,
А.М. КОРОГОДСЬКА, канд. техн. наук, **О.С. НАБОКА**,
О.О. ГАПОНОВА, канд. техн. наук, НТУ «ХП»

ВИСОКОМІЦНІ ШЛАКОЛУЖНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ, ЗАТВОРЕНІ РІДКИМ СКЛОМ

У статті наведені результати отримання високоміцних в'язучих матеріалів на основі доменного гранульованого шлаку ВАТ «АМК» та рідкого скла. Досліджено доменний гранульований шлак, розроблено оптимальний склад, визначено його основні фізико-механічні характеристики. Досліджено процеси, що протікають при затворенні в'язучого матеріалу оптимального складу рідким склом та встановлено основні фази, що при цьому утворюються.

In the article the results of obtaining high durable binding materials are resulted on the basis of blast-furnace granular slag of OC «AMF» and liquid glass. A blast-furnace granular slag is researched, optimum composition is developed, his basic physical and chemical characteristics are defined. Processes are

investigated, proceeding at tempering of binder material liquid glass and phases which appear here are set.

У теперішній час у сфері виробництва будівельних матеріалів гострим є використання енергоощадних технологій. Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є використання відходів різних виробництв, найпоширенішими з яких є шлаки. Їх різноманітність дозволяє використовувати такі матеріали у виробництві будівельних матеріалів для досягнення підвищених показників якості.

Шлаки гранульовані, що є відходами металургійної промисловості, здобувають останнім часом все більшу цінність як сировина для будівельної промисловості. Рівень переробки доменних шлаків в цілому по Україні становить близько 70 %.

В'яжучі властивості доменних шлаків пов'язані з хімічним і мінералогічним складом, що визначають їх структурні особливості. При правильному підборі режимів твердіння, виборі лужного компонента й відповідних добавок практично на всіх доменних гранульованих шлаках, що випускаються металургійними заводами країни, можливо одержувати шлаколужні в'яжучі активністю більше 50 МПа [1].

Шлаколужний цемент – гідралічна в'яжуча речовина, у якій алюмосилікатний компонент представлений гранульованими шлаками, а лужний – сполуками лужних металів, що дають лужну реакцію. Шлаколужний цемент одержують шляхом спільного здрібнювання гранульованих шлаків із сполуками лужних металів або затворенням мелених гранульованих шлаків розчинами цих сполук [2].

Шлаколужні цементы характеризуються наступними властивостями. Нормальна густина становить 25 – 30 %. Строки схоплювання залежать від природи і кількості лужного компонента, основності шлаків, їх структури, дисперсності, виду і стану добавки й т.д. Активність цементу з питомою поверхнею 300 – 350 м²/кг при вмісті лужного компонента у перерахунку на Na₂O = 3 %, залежно від його природи й виду шлаків при випробуванні в тісті нормальної густоти вимірюється в межах 500 – 1300, а при випробуванні в розчині 1 : 3 (по ГОСТ 310-86) – 400 – 100 кг/см² і може бути підвищена шляхом збільшення тонкості помелу шлаків або витрати лужного компонента [3].

Тому мета даної роботи полягає у розробці в'язучого матеріалу на основі доменного гранульованого шлаку ВАТ «Алчевський металургійний комбінат».

При розробці шлаколузних в'язучих матеріалів використовувались наступні сировинні матеріали: доменний гранульований шлак ВАТ «Алчевський металургійний комбінат»; портландцемент ПЦ 1-500-Н ВАТ «Балцем»; глина Новорайського родовища марки ДН-0.

У якості лужного затворювача використовували рідке скло з модулем 2,45 густиною 1,3 г/см³.

Хімічний склад сировинних матеріалів наведений у табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад сировинних матеріалів

Назва матеріалу	Вміст оксидів, мас. %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
Шлак доменний	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

Згідно з відомими даними для використання шлаку в якості в'язучого найбільше підходять шлаки в яких основною фазою є склоподібна, бо вона є найбільш активною.

Для цілеспрямованої роботи по розробці в'язучого був проведений рентгенофазовий аналіз для визначення сполук, що присутні у доменному шлаку ВАТ «АМК». Аналіз показав, що більшість речовини в шлаку знаходиться у рентгеноаморфній фазі, тобто у склоподібному стані (рис. 1). Це є нормальним станом для гранульованих шлаків, адже при грануляції рідкий розчин шлаку не встигає закристалізуватися і твердне у скло.

Також на рентгенограмі чітко помітні невеликі кількості наступних кристалічних сполук: бредігіт, геленіт, кальцит, окерманіт. Ці сполуки мають слабкі в'язучі властивості, але вони присутні у шлаку у невеликій кількості і значного впливу на прояв ним в'язучих властивостей не впливають. Тому для «пробудження» шлаку використовуються активізатори тверднення.

Гранульований шлак представляє собою зерна розміром більше 0,5 мм. Для механічної активації доменного гранульованого шлаку ВАТ «АМК» був проведений його помел. Помел проводився в металевому кульовому млині з металевими помольними тілами. Перед помелом шлак висушується до сухого стану при температурі 105 – 110 °С. При спробі розмолоти шлак без його сушки, спостерігалось залипання млину. З літератури відомо, що питома поверхня шлаку для отримання шлаколузних в'язучих повинна бути не менш 400 м²/кг. Для цього помел необхідно проводити до проходу шлаку крізь сито № 008 не менш 75 %. При цьому питома поверхня шлаку, виміряна методом повітропроникності становить 875 м²/кг.

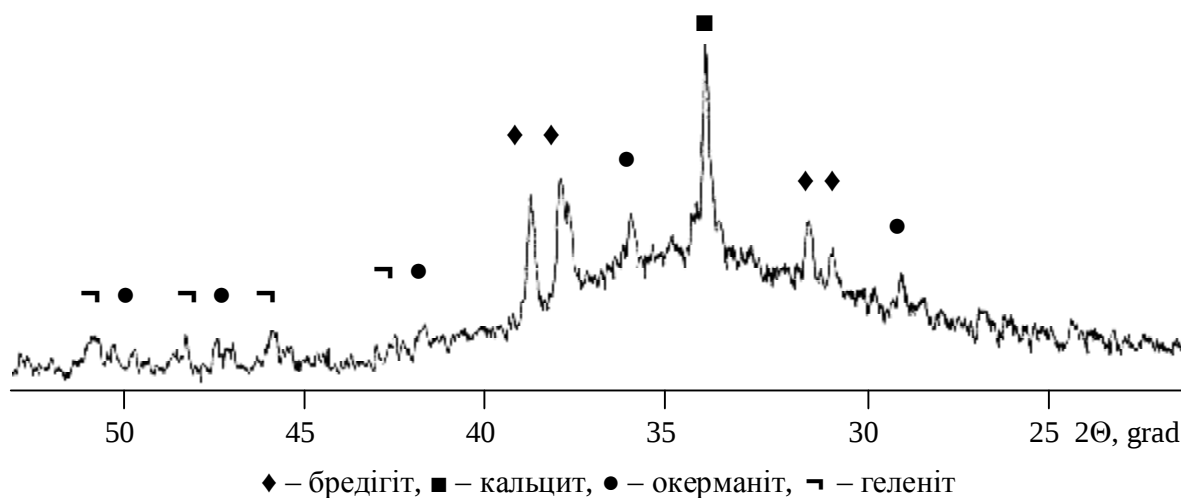


Рис. 1. – Штрих-рентгенограма доменного гранульованого шлаку ВАТ «АМК»

На основі проведеного аналітичного огляду літератури у якості базового було обрано наступний склад шлаколузних в'язучих матеріалів: шлак гранульований – 91 %, глина – 6 %, портландцемент – 3 %.

Портландцемент вводиться до складу матеріалу у якості компоненту, який пробуджує тверднення шлаку за комплексною активізацією. Глина вводиться до складу матеріалу для зв'язування новоутворених алюмосилікатів лужних металів та знищення висолів.

Підготовка сировинних матеріалів та отримання шлаколузного в'язучого проводилась змішуванням зазначених компонентів у металічному кульовому млині впродовж 20 хв, для гомогенізації в'язучого. Отриману суміш затворювали лужним розчином рідкого скла. Затворену суміш укладали у металеві форми – куби розміром 20×20×20 мм та піддавали ущільненню та вібростолі. Зразки зберігали у формах впродовж 1 доби в провітряно-вологих

умовах. Через 1 добу розбирали і зразки зберігали впродовж 28 діб в аналогічних умовах. Через 1, 3, 7, 28 діб визначили міцність розроблених зразків.

Кількісний склад розроблених композицій шлаколузних в'язучих матеріалів наведений у табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості отриманих шлаколузних в'язучих

№	Склад шлаколузного в'язучого, мас %			Затворювач	Співвідношення затворювач / тверда речовина	Границя міцності на стиск, кг/см ²			
	Шлак	Глина	ПЦ			1	3	7	28
1	100	–	–	Рідке скло, M=2,45; g=1,3 г/см ³	0,31	112,1	143,1	314,9	548,6
2	91	6	3	– « –	0,23	181,2	305,3	381,5	601,1
3	94	6	–	– « –	0,25	40,5	181,26	245,7	381,2
4	94	–	6	– « –	0,26	214,7	219,4	281,4	402,1

Як видно із отриманих результатів базовий склад шлаколузних в'язучих матеріалів є високоміцним, строки схоплювання отриманого шлаколузного в'язучого матеріалу: початок – 20 хв., кінець – 50 – 60 хв. Такі строки схоплювання на наш погляд є достатню технологічним, оскільки бетонні вироби, отримані з використанням розробленого шлаколузного в'язучого встигають набрати необхідну міцність до виймання їх із форми (1 – 1,5 год).

Виключення зі складу глини або портландцементу призводить до суттєвого зниження міцності отриманих виробів.

Таким чином у якості оптимального складу шлаколузного в'язучого матеріалу було обрано склад № 2, який містить 91 мас. % доменного гранульованого шлаку, 6 мас. % глини та 3 мас. % портландцементу і має міцність на стиск у віці 28 діб 601,1 кг/см².

Був проведений рентгенофазовий аналіз зразків шлаколузного в'язучого матеріалу складу № 2, затвореного рідким склом, у віці 1 та 28 діб.

Результати рентгенофазового аналізу наведені на рис. 2 та 3.

З наведених даних видно, що область рентгеноаморфної фази з часом тверднення зменшується. Це вказує на те, що зі збільшенням віку тверднення відбувається кристалізація гелеподібних продуктів взаємодії склофази шлаку та рідкого скла з частинками цементу та глини. За рахунок цього підвищується міцність обраної композиції.

Таким чином, досліджено хімічний та фазовий склад гранульованого доменного шлаку ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» та визначено

що він може використовуватися у якості вихідного матеріалу при виробництві шлаколужного в'язучого.

Розроблено склад шлаколужного в'язучого матеріалу на основі дослідженого доменного шлаку, та обрано оптимальну вихідну суміш, яка складається з 91 мас. % доменного гранульованого шлаку, 6 мас. % глини та 3 мас. % портландцементу, затворених рідким склом з модулем 2,45 густиною $1,3 \text{ г/см}^3$.



Рис. 2. Штрих-рентгенограма шлаколужного в'язучого матеріалу, затвореного рідким склом у віці 1 доби



Рис. 3. – Штрих – рентгенограма шлаколужного в'язучого матеріалу, затвореного рідким склом у віці 28 діб

Визначено основні фізико-механічні та технічні властивості розробленого шлаколужного в'язучого матеріалу та встановлено, що оптимальний склад має такі характеристики: співвідношення затворювач / тверда речовина

0,23 з міцністю у віці 1 доби – $181,2 \text{ кг/см}^3$, у віці 3 доби – $305,3 \text{ кг/см}^3$, у віці 7 діб – $381,5 \text{ кг/см}^3$, у віці 28 діб – $601,1 \text{ кг/см}^3$.

Отримані за результатами виконання досліджень отримані шлаколужні в'язучі матеріали є високоміцними та можуть бути використані для отримання найпоширенішого будівельного матеріалу цивільного будівництва – тротуарної плитки.

Список літератури: 1. Глуховский В.Д. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / В.Д. Глуховский. – К.: Вища школа, 1979. – 232 с. 2. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы. / П.В. Кривенко. – К.: Будівельник, 1993. – 224 с. 3. Кривенко П.В. Ефективність шлаколужних цементів нового покоління при виготовленні бетонів / [П.В. Кривенко, О.М. Петропавловський, Г.В. Вознюк, В.І. Пушкар] // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2009. – Вип. 1(31). – С. 24 – 30.

Надійшла до редколегії 12.05.09

УДК 666.1.056:666.1.055.3

В.А. ДОРОНИНА, Р.Д. СЫТНИК, докт. техн. наук, НТУ «ХПИ»,
Е.В. ДОРОНИН, канд. техн. наук, ХНАГХ, г. Харьков, Украина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТЕКОЛ

На основі методів математичної статистики розглянуті питання прогнозування світлопропускання стекол з модифікованою поверхнею. Встановлено, що на світлопропускання цих стекол значний вплив оказує не вміст в ПУР K_2O , Li_2O , SiO_2 , а співвідношення $\text{Li}_2\text{O}/\text{SiO}_2$.

On the basis of methods of mathematical statistics the questions of prognossng of lightadmission glasses are considered with the modified surface. It is set that on lightadmission of these glasses the considerable influencing is rendered by not maintenance in FMS of K_2O , Li_2O , SiO_2 , and correlation of $\text{Li}_2\text{O}/\text{SiO}_2$.

Постановка проблемы. Одним из основных требований современного рынка стекла является свето- и теплотехнические свойства стеклопродукции, обеспечивающее улучшение условий труда, быта, световой комфорт, а также дополнительный декоративный эффект и архитектурную многообразную изысканность.

Анализ последних достижений и публикаций. Известно [1, 2], что факторами, влияющими на получение модифицированных стекол со специ-