

Екологічні питання

УДК 666965

И.Э. Казимагомедов, А.В. Рачковский, Ф.И. Казимагомедов

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков

ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ ДЕЗИНТЕГРАТОРНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Рассматривается вопрос возможности использования техногенных побочных продуктов (гранулированных шлаков) промышленности дезинтеграторного измельчения как сырья для производства вяжущих веществ.

Ключевые слова: шлакощелочное вяжущее, дезинтеграторная обработка, наполнитель, доменный гранулированный шлак, утилизация отходов.

Введение

Постановка проблемы. Доля строительных материалов при производстве строительно-монтажных и ремонтных работ составляет более половины всех совокупных затрат и третью часть капитальных вложений. В связи с этим в настоящее время и на ближайшую перспективу на первое место будут выходить такие показатели, как количество, качество, ассортимент, экономичность и экологическая безопасность сырья и готовой продукции. В последнее время наметились различные пути для достижения данных показателей. Одним из таких направлений является развитие технологий утилизации промышленных отходов на основе изучения их источников, составов и свойств.

На сегодняшний день во всех промышленно развитых странах самым крупным источником эмиссии промышленных отходов является такая отрасль как чёрная металлургия. Промышленные отходы данной отрасли хорошо изучены, широко используются, весь их полезный потенциал постоянно находится под пристальным вниманием учёных материаловедов и регулярно находят всё новые и новые способы применения. Материалы анализа отрасли содержатся в статистических источниках. По самым свежим данным только по Украине металлургическая промышленность ежегодно производит около 19 млн. тонн отходов. Их запасы и постоянный прирост представляют собой как большую экологическую проблему, так и источник необходимого сырья для технических и технологических целей в такой научной дисциплине как строительное материаловедение. В результате изучения структуры утилизации данных отходов было установлено, что доля данных отходов для строительной отрасли составляет менее 20 % по отношению к годовому приросту их запасов. Данная проблема успешно решается путём использования промышленных отходов в виде сырья для производства строительных материалов. Эти вопросы в научной литературе рассматриваются как комплексная утилизация промышленных отходов. В данной работе исследуются

вопросы утилизации таких отходов, как шлаки чёрной металлургии путём их использования для получения эффективных вяжущих веществ с заранее заданными свойствами, даётся анализ экономической целесообразности их утилизации.

Анализ последних исследований и публикаций. В масштабах государства проблема утилизации промышленных отходов и попутных продуктов приобрела приоритетную актуальность. Данная проблема вызвана структурными изменениями на рынке минерального сырья, которое количественно и качественно имеет тенденцию к снижению. Кривая роста промышленных отходов на этом фоне свидетельствует о дисбалансе по показателям прироста и утилизации. На протяжении последних десяти лет, наряду с количеством, отмечается и рост качества промышленных отходов. Наряду с этим целесообразность использования промышленных отходов и попутных продуктов подтверждена многими отечественными и зарубежными исследователями и их практическим применением с последующим контролем качества. Шлаковое сырьё обладает множеством ценных качеств и свойств, но при этом длительное время не находило широкого применения в промышленности строительных материалов. Утилизация данного ценного сырья приобрела в последнее время промышленные масштабы. С использованием шлаков налажено производство строительных материалов, которые используются при строительстве многоэтажных домов, промышленных зданий, дорожном строительстве. Из экологически проблемных отходов, шлаки превращены в ценное сырьё.

Основной раздел

Что касается утилизации шлакового сырья в развитых странах, то там созданы специальные институты и организации, занимающиеся вопросами использования шлаков в строительстве. В США и Канаде создана и работает так называемая Национальная шлаковая ассоциация, во Франции существует Техническая ассоциация по изучению и использованию доменных

шлаков, в Англии – Британская ассоциация шлака. Специфика использования и переработки шлаков в разных странах неодинакова, что обусловлено различными экономическими условиями каждой страны. Но повсеместно шлак признан минеральным сырьевым материалом. Что касается ценных свойств и качеств шлаков, как сырья для переработки, то они обусловлены их химическим составом и физическими свойствами. Являясь продуктами высокотемпературного взаимодействия компонентов исходных материалов, они имеют колеблющиеся в широких пределах химический состав и структуру [1].

В основе химического состава и физических свойств шлаков лежат условия их образования. Известно, что они являются продуктами высокотемпературного взаимодействия компонентов исходных материалов. Доменные шлаки представлены четырьмя оксидами в определённых пределах: CaO (29–30 %), MgO (0–18 %), Al₂O₃ (5–23 %) и SiO₂ (30–40 %). Шлаки цветной металлургии характеризуются пониженным содержанием CaO + MgO (7–13 %) и высоким содержанием FeO (21–61 %) [2].

Таким образом, шлаки черной и цветной металлургии имеют различное содержание основных компонентов, что учитывается при их переработке в целях использования как сырья для компонентов при производстве вяжущих. На металлургических заводах образуется значительное количество различных железосодержащих пылей и шламов. Они пригодны в качестве железистой корректирующей добавки в производстве портландцементного клинкера. Актуальность использования шлаков в промышленных масштабах в настоящее время подтверждается фактом ежегодного роста стоимости цемента на 20–30 % и одновременным увеличением объемов строительства.

Методы, материалы и оборудование. Различ-

ными лабораторными методами изучался один из самых эффективных материалов для решения задачи экономии цемента – тонкомолотый доменный гранулированный шлак. Данный материал достаточно хорошо изучен как активная минеральная добавка в цементы, кроме того, шлак является основным компонентом при получении шлакощелочных вяжущих и изделий на их основе. Его утилизация также обеспечивает одновременное решение экологических проблем.

В проводимых лабораторных исследованиях изучается конкретный химический состав доменного шлака, который всегда зависит от вида и свойств железных руд, качества кокса, флюсов и вида выплавляемого чугуна. По содержанию окислов доменные шлаки близки к цементу, но при этом их минералогический состав существенно отличается от минералогического состава портландцементного клинкера. Химический состав и свойства шлаков определяются технологическими процессами в металлургии [3].

В работе учитываются исследования разных лет, которыми было установлено, что гранулированные шлаки (шлаки быстрого охлаждения) обладают гидравлической активностью.

Шлаки медленного охлаждения (шлаковые пески) обладают заметно меньшей гидравлической активностью вследствие отличной от гранулированных шлаков кристаллической структуры. Эти данные легли в основу исследований, которые позволили в лабораторных условиях изучить свойства шлакощелочных вяжущих и получить оптимальные комбинации в рабочих составах.

Целью исследований является получение шлакощелочных вяжущих путём утилизации гранулированных доменных шлаков Алчевского и Днепродзержинского металлургических комбинатов, химические составы которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные химических составов гранулированных доменных шлаков

Наименование шлака	CaO %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	MgO %	TiO ₂ %	Fe ₂ O %	ММО %
Алчевский граншлак	49,0	37,9	6,3	5,9	0,31	0,0	0,23
Днепродзержинский граншлак	47,2	39,3	5,0	5,7	0,21	0,407	0,073

Гидравлические свойства доменного граншлака определяются по величине модуля основности (МО) и коэффициента качества (К).

Модуль основности определяли по формуле

$$MO = \frac{CaO\% + MgO\%}{SiO_2\% + Al_2O_3\%}$$

У Алчевского граншлака МО=1,242, а у Днепродзержинского МО=1,194.

Коэффициент качества определяли по формуле:

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + \%MgO}{\%SiO_2 + \%TiO_2}$$

У Алчевского граншлака К=1,6, а у Днепродзержинского К=1,465.

Для определения активности тонкомолотых шлаков были изготовлены стандартные образцы –

балочки размером 16×4×4 см. При изготовлении балочек использовался следующий состав – шлак, кальцинированная сода, песок мелких фракций Безлюдовского карьера Харьковской области. При испытании образцов после их хранения в нормальных условиях была использована нормативная документация ДСТУ Б В 2.7-24-95. При назначении тонкости помола были приняты во внимание исследования проф. Глуховского и других учёных, согласно которым тонкость помола 3200-5000 см²/г обеспечивает наибольшую эффективность шлака в качестве гидравлического компонента. Для получения шлакощелочного вяжущего используются щелочные активаторы. Одними из самых эффективных, дешёвых и изученных на сегодняшний день активаторов являются растворы жидкого стекла и кальци-

нированной соды. В экспериментальных исследованиях в качестве щелочного активатора использована кальцинированная сода производства ОАО «Крым-

ский» г. Красноперекоска. Составы смесей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Составы растворов

№ п/п	Производитель шлака	Способ измельчения	S _{удр} , см ³ /г	Количество материалов		
				шлака, в частях	песка, в частях	воды
1	г. Алчевск	Шаровая мельница	3200	1	3	Р-р кальцинир. соды, ρ _о =1,2 г/см ³
2	г. Днепро-дзержинск	Шаровая мельница	3210	1	3	Р-р кальцинир. соды, ρ _о =1,2 г/см ³
3	г. Алчевск	Дезинтеграторе, при 4500 об/мин. совместно с содой	4560	1	3	В/Ш =0,5
4	г. Днепро-дзержинск	Дезинтеграторе, при 4500 об/мин. совместно с содой	4570	1	3	В/Ш =0,5
5	г. Алчевск	Дезинтеграторе, при 4500 об/мин. совместно с содой и клинкером	4575	1	3	В/Ш =0,5
6	г. Днепро-дзержинск	Дезинтеграторе, при 4500 об/мин. совместно с содой и клинкером	4565	1	3	В/Ш =0,5

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Прочность исследуемых образцов

№ состава	Прочность при сжатии, МПа			Прочность при изгибе, МПа		
	3 суток	7 суток	28 суток	3 суток	7 суток	28 суток
1	0,9	11,2	17	0,4	1,7	3
2	1,1	11,4	18,4	0,4	1,9	3,2
3	1,3	26,6	32,5	0,85	2	4,3
4	1,8	27,3	32,8	0,74	2,2	4,3
5	1,85	27,4	35	1,03	3,04	5,9
6	2,03	28,9	39	1,14	3,7	6,2

Вывод

По результатам проведенных исследований установлена возможность получения экономичного шлакощелочного вяжущего вещества марки 400 на основе совместного помола гранулированного шлака, кальцинированной соды и портландцементного клинкера в дезинтеграторе.

Список литературы

1. Глуховский В.Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В.Д. Глуховский,

Р.Ф. Рунова, С.Е. Максун. – К.: Вица школа, 1991. – С. 145-149.

2. Пащенко О.О. Вяжучі матеріали / О.О. Пащенко, А.П. Сертик, О.О. Старчевська. – К.: Вица школа, 1995. – 416 с.

3. Пащенко А.Н. Теория цемента / А.Н. Пащенко. – К.: Будівельник, 1991. – 168 с.

Поступила в редколлегию 28.04.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. Т.А. Костюк, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков.

ШЛАКОЛУЖНІ В'ЯЖУЧИ НА ОСНОВІ ШЛАКІВ ДЕЗІНТЕГРАТОРНОГО ПОМОЛУ

І.Е. Казімагомедов, О.В. Рачковський, Ф.І. Казімагомедов

Розглядається питання можливості використання техногенних продуктів (гранульованих шлаків) промисловості дезінтеграторного помолу як сировини для виготовлення в'язучих речовин.

Ключові слова: шлаколузне в'язуче, дезінтеграторна обробка, наповнювач, доменний гранульований шлак, утилізація відходів.

ALKALESCENT STRICKEN BASED SCHLACKE DISINTEGRATOR GRINDING

I. Kazimagomedov, A. Rachkovskiy, F. Kazimagomedov

The question of the possibility of using by-products of man-made (granulating slag-bath) industry dezitegratornogo grinding as a raw material for the production of binders.

Keywords: alkalescent knitting, Disintegrator processing, filling, granulated blast furnace slag, waste.