

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ V

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 - 18 мая 2017 г.*

выпуск 21

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2017**

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянец,
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,
д-р техн. наук, доцент А.Г. Никитин,
д-р техн. наук, профессор С.М. Кулаков,
канд. техн. наук, доцент И.В. Камбалина

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды
Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и
молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред.
М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017.–
Вып. 21.– Ч. V. Технические науки.– 390 с., ил.–161, таб.–34 .

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области технических наук: теории механизмов, машиностроения и транспорта, новых информационных технологий и систем автоматизации управления, актуальным проблемам строительства, металлургическим процессам, технологиям, материалам и оборудованию.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ки цементного камня.

В ходе лабораторного эксперимента были изготовлены образцы кубов (15x15 см). По истечению 28 суток, образцы подверглись испытанию на сжатие. В результате испытания получен бетон, обладающий прочностью равной 62 МПа, что относит его к марке 600 (В45).

Вывод: в работе исследованы техногенный отход – ОФС, доменный шлак «ЗСМК» и газоочистная пыль «КФ», как сырье для получения высокопрочного бетона. Установлено, что отходы пригодны к использованию в качестве экологичных заполнителей и наполнителей в бетонную смесь, имеют одинаковый химический состав и стойки к распадам. Рассчитан состав высокопрочного бетона и разработана технология его получения. Изготовленные и испытанные лабораторные образцы бетона подтвердили марку 600, класс В 45.

Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
2. Оценка качества промышленных отходов: Метод. пособие / В.Ф. Панова, С.А. Панов, И.В. Камбалина. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 29 с.
3. Павленко С.И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности: Учеб. пособие / С.И. Павленко-М.: АСБ, 1997. – 176 с.
4. Качественная оценка заполнителей для тяжелого бетона по технологическим характеристикам: Метод. указ. / Сост.: С.И. Меркулова, А.А. Карпачева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2007.-24 с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов. 2-е издание., перераб. – М.: Высш.шк., 1987. – 415 с.

УДК: 620.17[691.658.567.1]

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА, КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Сорочинский А.В.

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,
канд. техн. наук, доцент Панов С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены основные свойства отвалной золошлаковой смеси Кузнецкой ТЭЦ, применения её в роли заполнителя, а также проверка данного отхода на экологичность и токсичность. Приведена методика расчета состава бесклинкерного вяжущего и технология его получения. Дан анализ оценки ЗШС на стойкость к силикатному распаду.

Ключевые слова: заполнитель, золошлаковая смесь, гипсовый камень, известь, расчет, силикатный распад.

Для использования ВМР в стройиндустрии необходимо проводить не только аппаратные, но и лабораторные исследования. Возможно применение расчетных методик для оценки свойств отхода. В настоящей работе приведена методика расчета состава бесклинкерного цемента и анализ оценки ВМР, как заполнителя для бетонов и растворов.

Цель работы: описать расчетный способ получения бесклинкерного цемента из ВМР и оценки его, как заполнителя, на примере использования золошлаковой смеси (ЗШС) Кузнецкой ТЭЦ.

Задачи: описать основные свойства золошлаковой смеси; исследовать отход энергетики на экологичность и токсичность; дать методику расчета состава бесклинкерного цемента на основе ЗШС; оценить ЗШС на стойкость к силикатному распаду.

Характеристики изучаемых сырьевых материалов приведены ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав исследуемого сырья.

Материал	Содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Σ
Отвальная ЗШС	41,65	19,85	4,88	1,84	6,15	2,06	1,26		100
Известь	0,58	-	82,8	3,62	-	0,15	-		100

Золошлаковая смесь (ЗШС) состоит из золы и шлака, образующихся на тепловых электростанциях при сжигании углей. Золошлаковые смеси классифицируются по ГОСТ 25592-91. Исследуемая ЗШС по виду сжигаемого угля относится к каменноугольной (КУ), по химическому составу к низкольцевой, т. к. содержание CaO+MgO не превышает 20 %, по химическому составу она «кислая» (К), так как содержание CaO < 10 % (CaO = 4,88 %). По содержанию горючих веществ (потере массы при прокаливании) является высокогорючим, так как п.п.п. более 10 % (п.п.п. = 23,5 %). Известно, что остаточный углерод отрицательно влияет на свойства материалов, поэтому данная ЗШС перед применением должна пройти обогащение, цель которого убрать примеси горючих веществ с их остатком не более 5 % [3]. Предполагается исследование ВМР на радиоактивность и токсичность [1]. Установлено, что ЗШС Кузнецкой ТЭЦ соответствуют нормам по экологичности и может быть применена для производства стройматериалов. Данный отход образуется в результате тепловой обработки (сжигания) угля. Угольные пласты, как правило, содержат глинистые составляющие, последние при обжиге активизируются с образованием активных оксидов кремния и алюминия, а также низкоосновных силикатов кальция. Они обладают вяжущими свойствами. Для применения ЗШС, как вяжущего, необходим щелочной активизатор, в качестве которого применена известь.

Исследуемая известь относится к кальциевой I сорта, т.к. содержание CaO в пределах 70-96 %, а MgO не превышает 2 %, (таблица 1). Количество не погасившихся зерен в негашенной комовой извести 6 %; Потери при прокаливании более 10 % (п.п.п. = 13 %); скорость гашения до 8 минут (6 минут) [3].

Методика расчета состава бесклинкерного цемента. Методика основана на расчете коэффициента основности $K_{осн}$. В общем виде $K_{осн}$ определяется по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) + x \cdot B_n O_m}{(0,93 \cdot SiO_2 + y \cdot R_n O_n)}$$

Предполагаемый состав цемента следующий: «кислый» компонент – ЗШС ($K_{осн \text{ ЗШС}} = -0,2$); щелочной активизатор – известь ($K_{осн \text{ извести}} = 159,48$). Для активизации алюминатной составляющей золы применен сульфатный активизатор - гипсовый камень.

Расчет состава цемента, осуществляется по уравнению:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(n \cdot 0,9 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

В уравнении коэффициент основности шихты цемента принят $N=1,5$. В числителе записывается химический состав «основного» компонента – известь ($K_{осн} > 1$). В знаменателе приводится химический состав «кислого» компонента – ЗШС ($K_{осн} < 1$). В формуле X – количество массовых частей «основного» компонента, приходящегося на одну весовую часть «кислого».

Установлено, что на одну часть ЗШС необходимо добавить 0,775 части известкового компонента, т.е. на 1 кг ЗШС – 775 г извести, в процентном соотношении компонентов: извести – 43,7 %, ЗШС – 56,3 %.

Расчет количества сульфатного активизатора в виде гипсового камня (Г.К.) ведется по формуле:

$$ГК = \frac{0,478 \cdot \sum Al_2O_3}{a_Г} = 8\%$$

где $a_Г$ содержание чистого гипса.

Учитывая, что по расчету получено $Г.К. = 8\%$, необходима проверка на содержание SO_3 в шихте цемента. Согласно ГОСТ 10178-85 допустимое содержание гипса в перерасчете на SO_3 должно быть менее 5 % [2]. Содержание SO_3 в цементе за счет добавки гипсового камня определяется по формуле:

$$SO_3^{ГК} = \frac{ГК}{\frac{M_{CSO_4} \cdot 2H_2O}{M_{SO_3}}} = 3,72\%$$

Общее содержание SO_3 за счет всех компонентов цемента, определяется по формуле:

$$\sum SO_3 = SO_3^{ГК} + SO_3^{1К} \cdot \frac{b1}{100} + SO_3^{2К} \cdot \frac{b2}{100} = 4,9\%$$

где SO_3^{1K} , SO_3^{2K} – содержание алюминатов в первом и втором компоненте (таблица 1);

b_1, b_2 - процентное содержание компонентов в цементной шихте.

Установлено, что общее содержание SO_3 в цементной шихте не превышает 5 %, т.е. расчетное количество $ГК=8\%$ является достоверным.

Технология получения бесклинкерного цемента. Для получения вяжущего его компоненты: известь и гипсовый камень требуют дробления и измельчения, также как и ЗШС и далее они дозируются в шаровую мельницу и измельчаются до $S_{уд}=500 м^2/кг$. Готовый цемент хранится в силосах. Для получения изделий на данном цементе необходима тепловлажностная обработка (автоклав или пропарочные камеры).

Методика исследования на силикатный распад, т.е. на возможность применения ЗШС, как заполнителя [1].

Предполагаются следующие формулы оценки устойчивости техногенных отходов против силикатного распада:

$$SiO_{2min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5} \quad (1)$$

$$CaO_{max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8} \quad (2)$$

По результатам расчета установлено, что ЗШС может применяться в качестве заполнителя, так как: $SiO_{2рас} (27,536) < SiO_{2факт} (41,65)$, а $CaO_{рас} (38,24) > CaO_{факт} (4,88)$.

Вывод: в работе исследованы техногенный отход – ЗШС Кузнецкой ТЭЦ. Установлено, что ЗШС относится к группе «ультракислых» ($k=-0,2$), а известь к группе «ультраосновных» ($k_{осн}=159,48$). Методика расчета состава бесклинкерного цемента основана на данных $K_{осн}$ сырья их компонентов: «кислого» - ЗШС, «основного» - известь и сульфатного активизатора – гипсовый камень. Получен следующий состав цемента: ЗШС – 52,13 %, известь – 40,5 %, гипсовый камень – 7,4 %. Полученное вяжущее обладает активностью 250 кг·с/см². Для увеличения активности такого цемента требуется повышенная тонкость помола, более 500 м²/кг, изделия из такого сырья требуют тепловой обработки.

Библиографический список

1. Вторичные минеральные ресурсы (ВМР) – сырье как для стройиндустрии. Методы исследования : метод.указ. /СибГИУ; сост.: Панова В.Ф. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – 43 с.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб.для вузов / А.В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии : монография / В.Ф. Панова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 289 с.

Пименов И.Н. Применение новых технологий при обеззараживании сточных вод (электроимпульсная обработка)	300
Демьяновский А.Е. Вариантное проектирование железобетонных ферм с использованием ПК ЛИРА-САПР	304
Зеленская Л.Р. Получение известково-золяного цемента на основе золы-унос Западно-Сибирской ТЭЦ	307
Сорочинский А.В. Разработка состава и технологии получения высокопрочного бетона из ВМР	312
Сорочинский А.В. Методика исследования техногенного отхода, как сырья для получения строительного материала	317
Бояринцева Е.А. Системы поквартирного отопления	320
Варвянский В.А. Вентиляция в помещениях малых объемов	323
Деева А.И. Факторы, влияющие на состояние систем отопления	326
Наумочкина В.С. Кондиционеры СПЛИТ-систем	329
Парчуров Д.И. Решения систем кондиционирования воздуха	332
Руднева К.С. Оборудование систем вентиляции	334
Стефанко А.Г. О системе водоснабжения высотных зданий	337
Сухоруков В.А. Установка для промывки стояков систем отопления	340
Коновалов В.О. Использование тепловой энергии отходящих газов металлургического агрегата для выработки электрической энергии	341

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ Е НАУКИ

Часть V

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 21

Под общей редакцией	М.В. Темлянцева
Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 21.11.2017 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л.22,8 Уч.-изд. л. 25,2. Тираж 300 экз. Заказ № 593

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ