

связующих добавок и отвердителя; 5. подача исходного сырья и состава в пресс зонного нагнетания; 6. формирование брикетов, сушка и упаковка готовой продукции.

Получаемые экологически чистые брикеты могут содержать основной и зажигательный слой. Зажигательный слой составляет 2-5% общей массы брикета и состоит из горючего и окислителя. В качестве окислителя могут быть использованы нитраты калия, натрия (в зависимости от характеристик исходного сырья), а восстановителя - алюминий.

Данная работа открывает перспективу создания технологических модулей, которые, в зависимости от сырьевой базы, обеспечивают получение связующего и отвердителя и возможность брикетирования любых типов углей как непосредственно на месторождении, так и на любом промышленном предприятии.

Для производства брикетов используется связующий компонент лигносульфонат и отвердитель, которые обеспечивают полное сгорание органической части брикета и исключают образование токсичных соединений. Угольные брикеты не токсичны, являются удобным, эргономичным в использовании и экологически безопасным видом топлива, что подтверждено результатами испытаний.

#### Литература

1. Алексеев А.И. Гидроалюминаты и гидрогранаты кальция (синтез, свойства, применение). – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1985. – 184 с.
2. Абрамов В.Я., Алексеев А.И., Бадальянц Х.А. Комплексная переработка нефелин-апатитового сырья. – М.: Металлургия, 1990. – 392 с.
3. Физико-химические основы гидрохимической переработки отходов, содержащих алюминий: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – СПб, 1998. – 19 с.
4. Стариков А.П. Новые решения в технологии добычи, переработки и использования угля // Уголь. – 2010. – N7(1013). – С. 31-33.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОСТЕКЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

**П. А. Осмонов, М. Е. Сулейменова**

Научный руководитель, профессор В. А. Лотов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема утилизации и переработки вторичных отходов – зол ТЭС, является весьма актуальной для ряда российских регионов. В таких регионах золо- отвалы занимают большие площади, загрязняя окружающую среду. Золошлаковые отходы являются ценным источником минерального сырья, благодаря содержанию в них оксидов, таких как кремний, алюминий, кальций, железо, магний, натрий, калий.

В 1996 году Указом Президента РФ утверждена план перехода Российской Федерации к стабильному развитию и приняты целевая программа «Отходы», Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», Федеральный закон «О государственной экологической экспертизе». Вместе с тем загрязнение окружающей среды продолжает оставаться одной из важных проблем нашей страны:

- на свалках, золоотвалах и в хранилищах скопились миллиарды тонн отходов, из которых более 5% токсичные;
- ежегодно для складирования твердых вторичных продуктов промышленных заводов выделяется более 2 тыс. га земельных площадей, пригодных для нужд сельского хозяйства и необходимых для развития жилищного строительства;
- из 1037 городов только 19% имеют благополучную или удовлетворительную экологическую обстановку;
- по разным источникам, утилизируется только от 5 до 10% общего объема промышленных отходов.

В январе 2008 года при рассмотрении этой проблемы на заседании Совета безопасности РФ по вопросам экологии Президент РФ Д.А. Медведев предложил создать в стране новую отрасль индустрии – отходоперерабатывающую. Актуальность этого предложения очевидна не только с позиций решения экологической проблемы, но и также:

- с позиции обеспечения сырьевыми минеральными продуктами строительных предприятий, который употребляет до 60% добываемых ресурсов и на которого в структуре грузоперевозок приходится не менее 25%; следует учитывать, что износ активной части основных фондов горных предприятий страны составляет 70%, а в производстве нерудных строительных материалов он еще выше; кроме того, во всем мире наблюдается прогрессирующий рост цен на природную минеральную продукцию, например, по данным Росстата, цены на щебень из плотных горных пород, выросли за период с 2006 по 2011 год почти на 100%: наконец, известно, что запасы природных ресурсов не беспредельны и многие из них находятся на грани истощения;

- с позиции необходимости сбережения энергетических ресурсов, что заставляет вести поиск аналогов традиционных строительных материалов (таких, например, как портландцемент), но существенно менее энергоемких, основой которых являются низкоэнергоемкие продукты переработки ВПП;

- с позиции решения задачи освобождения огромных земельных площадей, занятых отвалами (особенно это относится к накопленным отвалам золошлаков ТЭС и ГРЭС), объем которых составляет почти 2 млрд т, из-за чего ситуация в энергетике приближается к критической, то есть если не начать интенсивную

разработку отвалов одновременно с полной переработкой и утилизацией золошлаков текущего выхода, то, по оценкам специалистов-энергетиков, многие ТЭС и ГРЭС придется закрывать максимум через 5-10 лет.

Осуществляется крупномасштабных мероприятий по применению зол и шлаков в строительстве обеспечивается результатами многочисленных исследований, технико-экономическими разработками, проектными материалами, технологическими указаниями, нормативами по оценке свойств зол и шлаков и пригодности для использования в различных случаях строительства. Разработаны ГОСТы и технические условия на многие материалы и изделия из зол и шлаков.

Цель работы – разработка водостойкого и высоко прочностными характеристиками строительного материала на основе золы и жидкостекольного вяжущего. В настоящей работе использовалось натриевое жидкое стекло с силикатным модулем 3,0 в качестве кальцийсодержащей добавки выбран гидроксид кальция ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) и заполнитель зола ГРЭС, город Северск. Выбор кальцийсодержащей добавки обусловлен тем, что образцы композиционных материалов, полученные на основе жидкого стекла показали наибольшую прочность по сравнению с аналогичными образцами на основе жидкого стекла, с добавкой гидроксида кальция.

На основе разработанного жидкостекольного вяжущего и заполнителя (зола) получен композиционный материал. Образцы для испытаний размером 25x25x25 мм формовали в пресс-форме при удельном давлении 15 МПа, кроме образцов на основе песчаных заполнителей, которые формовали при удельном давлении 15 МПа. После предварительного твердения при температуре 25°C в течение 28 часов образцы подвергали сушке в течение 3 ч при температуре 200 °С.

Компонентный состав композиционных материалов на основе предлагаемого вяжущего, а также экспериментальные данные физико-механических свойств полученных образцов приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Компонентный состав и свойства экспериментальных образцов

Компонентный состав, %			Плотность изделий, г/см <sup>3</sup>	R <sub>сж</sub> , МПа
Жидкое стекло	Зола	Ca(OH) <sub>2</sub>		
33,1	66,2	0,7	3,80	39,67
		1,3	3,72	28,93
		2	3,57	18,10
		2,5	3,50	19,20

Сырьевая смесь на основе жидкого стекла и гидроксида кальция твердеет по объему, что позволяет изготавливать на ее основе широкий круг строительных материалов.

Благодаря относительно высокой скорости схватывания и набора прочности, изделия можно подвергать сушке уже через сутки после формования.

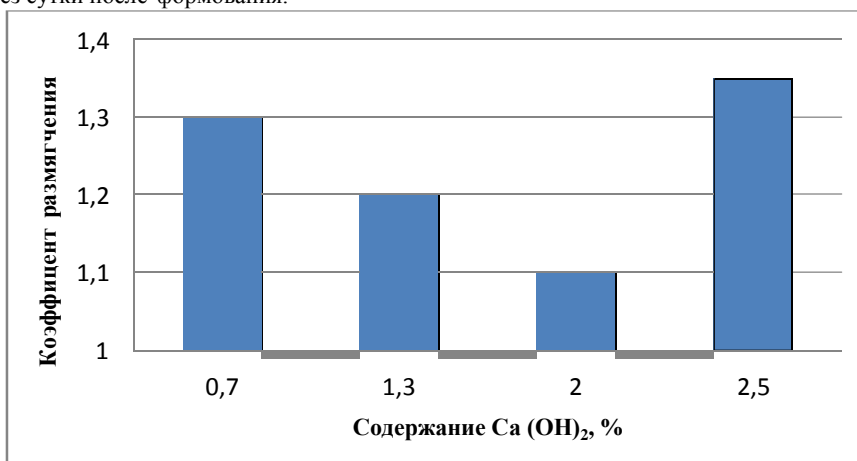


Рис 1. Зависимость коэффициента размягчения камня от содержания гидроксида кальция

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- при использовании в качестве добавки к жидкому стеклу комбинации гидроксида кальция получено, вяжущее, обладающее способностью к объемному твердению и хорошими адгезионно-когезионными характеристиками:

- оптимальные составы сырьевой смеси для получения водостойкого и объемно-твердеющего вяжущего содержат в качестве компонентов жидкое стекло – 33,1 масс. %, гидроксида кальция – 0,7 масс. %, Зола 66,2 масс. %

- сушка изделий при максимальной температуре до 200 °С приводит к улучшению структуры вяжущего за счет практически полного удаления свободной воды, а также дегидратации кремнегеля, приводящей к образованию водонерастворимого ксерогеля.

## Литература

1. Волженский А.В, Бузов Ю.С., Виноградов Б.Н. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов. М., 1969.
2. Волженский А.В. и др. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1984.
3. Ильичев В.А., Карпенко Н.И, Ярмаковский В.Н. О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности. Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы», апрель 2011.
4. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. – С-Пб.: Стройиздат, 1996.

### ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ФОРМОВОЧНЫХ МАСС НА СВОЙСТВА МАГНЕЗИАЛЬНОГО БЕТОНА С ТЕХНОГЕННЫМ КОМПОНЕНТОМ

**В. О. Полковниченко**

Научный руководитель, профессор О. А. Мирюк  
*Рудненский индустриальный институт, г. Рудный, Казахстан*

Перспективность мелкозернистых бетонов определяется возможностью создания однородной тонкодисперсной высококачественной структуры, высокой технологичностью, широким использованием техногенных заполнителей [1].

Магнезиальные материалы выгодно отличаются малой энергоемкостью производства; способностью вяжущего к интенсивному твердению; высокой прочностью, износостойкостью и адгезией к любым видам заполнителя. Доказана возможность создания магнезиальных композитов зернистой структуры на техногенном заполнителе, представленном многотоннажными отходами обогащения скарново-магнетитовых руд. Выявлено определяющее влияние фракционного состава заполнителя на технологические свойства формовочных масс, структуру и физико-механические характеристики композиционного материала. Методами математического планирования эксперимента оптимизирован фракционный состав техногенных заполнителей, при котором достигнуты наибольшие значения насыпной плотности заполнителя и компактная упаковка частиц в структуре композиционного материала [2].

Свойства многокомпонентных материалов зависят от последовательности смешения составляющих.

*Цель работы* – исследование влияния условий приготовления и уплотнения формовочных масс на свойства магнезиальных мелкозернистых бетонов на основе техногенного сырья.

Формовочные массы готовили с использованием каустического магнезита и смешанного вяжущего, включающего каустический магнезит и тонкомолотые отходы обогащения скарново-магнетитовых руд – хвосты сухой магнитной сепарации (хвосты СМС). В качестве заполнителя композиций использованы различные фракции дробленых хвостов СМС. Композиции затворяли раствором хлорида магния плотностью 1240 кг/м<sup>3</sup>. Образцы размером 40 x 40 x 160 мм твердели на воздухе.

Исследовано влияние способа приготовления подвижной формовочной массы на свойства композиций из вяжущих различного состава и техногенного заполнителя определенных фракций. Композиции на основе каустического магнезита (КМ) и смешанных вяжущих с содержанием наполнителя (хвосты СМС) 30 и 50 % включали техногенный заполнитель фракций 0,14 – 0,315 мм и 0,63 – 1,25 мм. Бетонные смеси готовили с постоянным отношением вяжущего к заполнителю 1:2.

Способы приготовления отличались последовательностью введения компонентов формовочной массы. В первом способе в смесь сухих компонентов вводили раствор хлорида магния. Второй способ предполагал первичное перемешивание вяжущего вещества с затворителем. В третьем способе первоначально смешивали заполнитель с затворителем, затем вводят вяжущее вещество. Результаты исследования на рисунках 1 и 2.

Сравнительный анализ показателей твердения магнезиальных композиций различного состава свидетельствует, что формовочной массы для композиций мелкозернистой структуры целесообразно готовить по способу, предусматривающему первоначальное смешение заполнителя с затворителем и последующее введение вяжущего вещества. Первичный контакт частиц заполнителя с раствором хлорида магния обеспечивает активизацию поверхности заполнителя, наблюдается тенденции уплотнения и упрочнения структуры, снижение дефектности контактных зон, увеличение доли кристаллических гидратов в приграничной области.

**Таблица 1**

*Влияние условий прессования на свойства мелкозернистых композиций*

Состав вяжущего, %		Давление прессования, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент размягчения	Водопоглощение %
каустический магнезит	хвосты СМС				
100	0	80	2250	0,54	3,5
30	70		2400	0,59	2,8
100	0	90	2300	0,60	3,0
30	70		2400	0,64	2,5
100	0	100	2300	0,67	2,7
30	70		2400	0,71	2,3