

лектрического блескомера ФБ-2. Экспериментальным путем установлено, что КТР эмали составляет  $110 \cdot 10^{-7}$  град.<sup>-1</sup>, коэффициент диффузного отражения покрытия – 83%. Таким

образом, разработанный состав эмали отвечает заданным требованиям и является оптимальным для эмалирования чугуна.

### Список литературы

1. Andrew Irving Andrews. *Porcelain (vitreous) Enamels and Industrial Enamelling Processes: The Preparation, Application, and Properties of Enamels. Tipografia Commerciale, 2010. 870 с.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОВОГО ШЛАМА В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ

В.Р. Галеев

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, wilym@sibmail.com

Увеличение мирового спроса на природные ресурсы компенсируется за счет бурения большего количества нефтяных скважин, что в свою очередь приводит к неизбежному увеличению отходов бурения. Одной из экологических проблем повышенной скорости добычи нефти является образование большого количества буровых шламов, негативно влияющих на гидросферу, литосферу и здоровье человека [1].

В данной работе исследуется возможность использования бурового шлама в качестве заполнителя для цементной системы. Новизна исследования состоит как в расширении сырьевой базы для цементных систем, так и в решении экологической задачи.

Цель работы – установить принципиальную возможность использования бурового шлама в качестве заполнителя для цементных систем.

Для достижения цели, поставлены задачи:

- 1) получение образцов с различным содержанием

бурового шлама; 2) определение прочности на сжатие полученных образцов; 3) сравнительный анализ полученных прочностных характеристик.

Объект исследования выбран буровой шлам, образующийся на месторождении ОАО «Сургутнефтегаз», высушенный при комнатной температуре, а также измельченный до порошкообразного состояния в шаровой мельнице.

Бетонный раствор готовили исходя из следующих соотношений компонентов: цемент класса I 22,5 Б в количестве 100, 95, 90, 85, 80 и 75%; буровой шлам – 0, 5, 10, 15, 20 и 25%. Цемент и буровой шлам тщательно перемешивали до получения однородной смеси. Также были приготовлены контрольные образцы без добавления бурового шлама. Далее в смесь добавляли воду до образования удобоукладываемой массы, которую переносили в формы. Для определения прочностных характеристик изготовлена серия

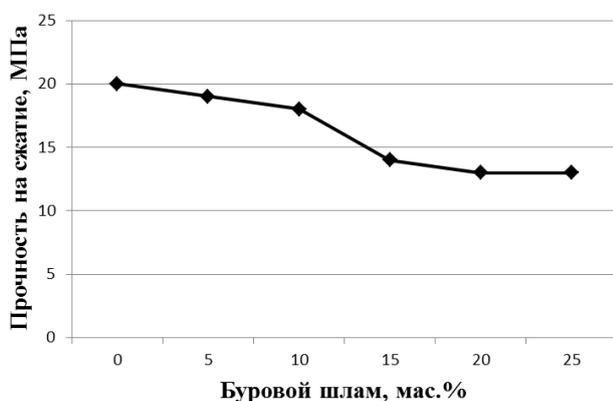


Рис. 1. График зависимости прочности образцов от содержания в них бурового шлама

Таблица 1. Состав исходной смеси и основные характеристики образцов

№	Состав исходной смеси, мас. %		Прочность на сжатие, МПа
	Цемент	Буровой шлам	
0	100	0	20
1	95	5	19
2	90	10	18
3	85	15	14
4	80	20	13
5	75	25	13

образцов размером  $10 \times 10 \times 10$  мм. Через сутки образцы извлекали и размещали в ванне с гидравлическим затвором для протекания процессов твердения в течение семи суток. Результаты, приведенные в таблице 1, показали, что прочность изделий, содержащих 5 и 10% бурового шлама, снижается незначительно на 4 и 8%, соответственно. Дальнейшее увеличение содержания бурового шлама до 15, 20 и 25% приводит к более ощутимым потерям прочности на 30, 33 и 35%, соответственно (рис. 1).

В результате проведенных экспериментов была оценена возможность использования бурового шлама в качестве заполнителя в цементной системе. Исследования показали, что прочность изделий с количеством бурового шлама 5 и 10% снижается незначительно и находится на уровне прочности цементных образцов. Однако, замена большего количества цемента буровым шламом вызывает резкое падение прочности на сжатие и не рекомендуется к использованию на практике. Замена 10% цемента буровым шламом рассматривается в качестве оптимального варианта.

### Список литературы

1. Mostavi E., Asadi S., Ugochukwu E. *Feasibility Study of the Potential Use of Drill Cuttings in Concrete // Procedia Engineering. Chicago, 2015. – V.118. – P.1015–1023.*

## ИНЪЕКЦИОННЫЙ КАРБОНАТГИДРОКСИАПАТИТОВЫЙ ЦЕМЕНТ ДЛЯ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Т.Ф. Гамзаева, Ю.С. Лукина

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.П. Сивков

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, tamara08-05@mail.ru

Наиболее перспективными для быстрого восстановления костных тканей человека являются кальцийфосфатные цементные материалы, способные постепенно резорбироваться в организме и стимулировать процессы образования новой костной ткани [1]. К таким материалам относится карбонатгидроксиапатитовый цемент  $\text{Ca}_n(\text{PO}_4)_5\text{CO}_3(\text{OH})_2$ , состав и структура которого схожи с минеральными компонентами нативной кости [2].

Возможность инъекционного введения является одним из основных преимуществ кальцийфосфатных цементов, так как позволяет минимизировать хирургические вмешательства в организме. Инъекционная форма должна обладать рядом свойств: пластичностью, позволяющей цементной пасте выдавливаться через иглу, целостностью структуры раствора при инъекции и схватывании [3]. Для достижения необходимых реологических свойств используются добавки природных и синтетических полимеров [3, 4].

Для получения порошковой составляющей карбонатгидроксиапатитового цемента использовали смесь синтезированного и измельченного  $\alpha$ -трикальциевого фосфата ( $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\alpha\text{-ТКФ}$ ),

карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) и монокальцийфосфата моногидрата ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) в соотношении 85 : 12 : 3 по массе.

В качестве жидкой фазы в работе были использованы растворы натриевой карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) (0,25; 0,5 и 1%), гидроксипропилцеллюлозы (3%) (ГПЦ) и альгината натрия (0,5%) (АН) в 10%-ном растворе  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Жидкость сравнения – 10%-ный раствор  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Водотвердое соотношение (В/Т) подбиралось эмпирически по минимальному количеству жидкости, при котором получается цементное тесто консистенции густой сметаны. При использовании раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  – В/Т=4,41, раствора КМЦ: 0,25%-ного – В/Т=0,44; 0,5%-ного – В/Т=0,45; 1%-ного – В/Т=0,46; раствора АН – В/Т=0,44; раствора ГПЦ – В/Т=0,43.

Исследование способности к инъекционному цементного теста производилось с помощью стандартного медицинского шприца, объемом 5 мл с иглой G14×80. Для оценки способности к инъекционному определялось весовое соотношение цементной массы  $m_1$ , которое выдавилось из шприца под действием прило-