

УДК 54.381/817:543.05

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРНОГО КЕКА В КАЧЕСТВЕ ДИСПЕРГАТОРА ДЛЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Кравченко К.Н., студентка гр. ХНм-161, II курс
Научный руководитель: Черкасова Е. В., к.х.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Практически все сернокислотные системы на предприятиях России имеют значительный капитальный износ, что связано с большими ежегодными затратами на капитальные и текущие ремонты. Кроме этого, существующие технологии морально устарели и не отвечают изменившимся технико-экономическим и экологическим требованиям.

В бункер-плавилках, приемных сборниках, отстойнике происходит осаждение крупных и тяжелых примесей, содержащихся в комовой сере в виде шлама. Удаление шлама из этих аппаратов производится периодически, по мере накопления.

Образование серного кека (шлам-битума, содержащего серу) составляет 4,32 кг/т серной кислоты [1].

Содержание различных компонентов в серном шламе определяется технологией производства серной кислоты, а также составом сырья – серы технической [1,2]. Условно состав шлама можно представить следующим образом:



Таблица 1

Состав шлама

Название компонента	Содержание, %
Сера элементарная	56,34
Сульфат железа (III)	8,88
Алюминия оксид	1,08
Кальция оксид	0,61
Кремния диоксид	31,23
Магния оксид	1,5
Вода	0,36

Проведенный литературный обзор [3-6] по имеющимся способам переработки серного шлама, дает представление о возможных путях его утилизации:

- получение сероасфальта;

- получение серобетона и изделий из него;
- извлечение серы из шлама для производства литий-серных аккумуляторов, анодов;
- получение пластика для топливных элементов.

Рассмотренный метод получения серобетонных смесей из шлама, предполагает следующую последовательность:

- подача серного вяжущего;
- подача бетонной смеси;
- смешение компонентов;
- формирование изделий;
- сушка;
- выход готовой продукции в виде бетоноблоков, бетоноплит

По исследованиям [5], содержание серы в бетоне делает его более прочным и морозостойким. Так, даже незначительное наличие серы в бетонных смесях увеличивает морозостойкость и истираемость изделий в 1,5 раза.

В проведенной работе по приготовлению тротуарного камня из серобетона, показана возможность использования серного шлама в качестве диспергатора для бетонных смесей, тем самым минимизируя отходы производства серной кислоты.

Готовится серобетонная смесь, исходя из следующего состава:

- цемент марки МП100 – 22%;
- песок речной – 20%;
- щебень мелкой фракции – 57%
- серный кек, дробленный (диспергатор) – до 1%
- вода – 40% от сухих компонентов

Полученный раствор заливали в форму для приготовления, встряхивали для равномерного заполнения формы и оставляли на 24-36 часов для застывания раствора. Уплотнение смеси наблюдалось спустя 3-4 дня, полный период упрочнения смеси – через 21 день.

Полученные образцы были подвергнуты испытаниям для тротуарных бетонных плит [7,8]:

- испытание на содержание влаги;
- испытание на морозостойкость;
- на прочность при сжатии и растяжении;
- на истираемость;
- на схватываемость

Полученные образцы должны соответствовать требованиям ГОСТ 10180 или 28570, или 17624, или 22690. При изготовлении плит, по способу или режиму уплотнения бетона приводящих к изменению его состава, следует применять поправочный коэффициент к прочности бетона

контрольных образцов, устанавливаемых экспериментально в соответствии с ГОСТ 10180.

Испытания на прочность проводились визуально, сначала определялась влажность полученного образца в момент испытания, ω % (масс.).

Влажность ω (%) – содержание воды в материале в данный момент. Она определяется отношением воды, содержащейся в материале в момент взятия пробы для испытания к массе сухого материала.

$$\omega = \frac{m_{вл} - m_{с}}{m_{с}} \cdot 100$$

где $m_{вл}$, $m_{с}$ — масса влажного и сухого материалов, г.

Таблица 2
Поправочные коэффициенты для полученного образца

Влажность бетона в момент испытания ω % (масс.)	Поправочный коэффициент K_{ω}
0	0,8
5	0,9
10	1,0
15	1,05
20	1,10
25 и более	1,15

Полученный образец взвешивали, помещали в муфельную печь при $t = 150$ °C на 20 мин. Затем взвешивали сухой образец и рассчитывали влажность.

Испытаниям подвергался также серный шлам для определения возможности использования в бетонной смеси в качестве диспергатора. Проводились определения гигроскопичности серного кека и определение содержания серы в используемом шламе.

Содержание гигроскопичной влаги серного кека (в массовых долях) определяли по потере массы пробы в результате сушки до постоянной массы [9]. Для анализа использовали 5 г серного кека, взвешенного на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. В предварительно высушенный до постоянной массы бюкс помещали 5 г пробы образца. Бюкс с содержимым сушили при температуре 100 °C (при этом крышка бюкса должна быть открыта) в течение одного часа. По истечении указанного времени бюкс извлекали из сушильного шкафа, закрывали крышкой и помещали в эксикатор. После охлаждения бюкс взвешивали и ставили в сушильный шкаф еще на 30 мин. Операции повторяли несколько раз.

Гравиметрический метод определения общего содержания серы основан на переводе ее в растворимое состояние разложением серного кека смесью концентрированных азотной и соляной кислот («царской водкой») [9].

При этом образовывались сульфат-ионы, которые затем осаждали с помощью хлорида бария. Разложение пробы серного кека проводили в вытяжном шкафу.

Содержание влаги вычисляли по формуле:

$$W^a = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m}$$

где m - масса пробы сырья до высушивания, г; m_1 - масса пробы сырья после высушивания, г.

Содержание серы в серном кеке рассчитывали по формуле:

$$W^s = \frac{m_1 \cdot 0,1374 \cdot 100}{m}$$

где m_1 - масса осадка сульфата бария, г; m - масса кека, г; 0,1374 - масса кека, соответствующая 1 г сульфата бария, г.

Вычисления проводились с точностью до второго знака после запятой.

Проведенные исследования показали, что полученные образцы соответствуют государственным стандартам для плит бетонных тротуарных, серный шлам может быть использован в качестве диспергатора, что усиливает прочность и схватываемость бетонных смесей в 2-3 раза, в зависимости от процентного соотношения введенного диспергатора.

Список литературы:

1. Серная кислота, свойства, производство, применение – Международная научно-информационная компания "Инфохим" ; под. ред. Левина Б. В., Т. И. – Москва : Инфохим, 2014 .– 653 с.
2. Игин В. В. Опыт работы по реконструкции сернокислотных установок на основе современных энергосберегающих технологий / В. В. Игин // Мир серы, N, Р и К – № 6. – 2013. – С. 6-16.
3. Патент РФ № 200200686. Способ приготовления асфальтобетонной смеси / Алексеев С. З. и др. – НИИ МК МАДИ (ГТУ). – Москва. – 2002.
4. Каталог предприятия ООО «Газпром сера» / [Электронный ресурс] Управление маркетинга промышленной продукции. Состояние на 2015 г. // - Режим доступа: www.gazpromsera.ru – Заглав. с экрана.
5. Odler I. Special Inorganic Cements. New York. ISBN 0-203-34175-9. – 2000. – 416 p.
6. Сербиновский М. Ю. Литиевые источники тока: конструкции, электроды, материалы, способы изготовления и устройства для изготовления электродов / М. Ю. Сербиновский – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2001. – 155 с.

7. ГОСТ 17608-91. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия. с изм. 1. от 23.04.97. Действующий. Постановление Государственного строительного комитета СССР от 03.04.91 № 14. – Москва, ИПК Издательство стандартов – 2003.

8. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Действующий. Межгосударственный стандарт. Дата введения 01-07-2013. Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона «НИИЖБ» – Москва, Стандартинформ –2013.

9. Технический анализ сырья: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Общая химическая технология» для студентов специальностей 240301, 240401, 240403, 240502 и 240801 всех форм обучения / сост. А.В. Неведров, Б.Г. Трясунов, Е.В. Жбырь. ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2011.