

ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЕ ШЛАКИ КАК КОМПОНЕНТ САМООТВЕРЖДАЮЩИХСЯ СМЕСЕЙ

КАЛЫСКА А. О.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Основные направления использования шлаков в строительстве – применение их в качестве инертных материалов: подсыпки, дренажа, заполнителей в бетонах, основания дорожных одежд и др [1, 2, 3]. Это позволяет экономить дорогостоящий и дефицитный щебень, песок, причем может оказаться даже более предпочтительным, поскольку шлаковый щебень имеет более шероховатую поверхность и содержит мало зерен лещадной формы. Второе направление связано с использованием способности шлаков проявлять вяжущие свойства, что позволяет более рациональным образом подходить к проблеме экономии цемента.

На Белорусском металлургическом заводе (БМЗ) ежегодно образуется более 120 тыс. т электросталеплавильного шлака, запасы которого в отвалах уже превышают 1 млн т. Основное применение электросталеплавильные шлаки Белорусского металлургического завода (БМЗ) в строительстве находят в качестве неукрепленных оснований дорожных одежд, наполнителя для асфальтобетона, и др.) [4]. На БМЗ установлено дробильно-сортировочное оборудование, с помощью которого шлак из отвала перерабатывается в фракционированные смеси, шлаковые щебень и песок. Следует отметить, что мелкая его фракция (0–5 мм) является маловостребованной. Между тем, по нашим данным, она обладает потенциальными вяжущими свойствами.

В НИИЛ БиСМ были выполнены исследования различных активаторов твердения шлаковых смесей в виде растворов щелочей и солей, которыми затворяли мелкую фракцию шлака (<1,25 мм), полученную дроблением крупных кусков. Смесь, готовилась вручную, далее формовались кубики 2 × 2 × 2 см, на которых далее через каждые 7 суток определялась прочность при сжатии.

Полученные данные показывают, что можно увеличить скорость твердения и прочностные показатели в 1,5–2,0 раза и получить в течение пер вых 7 суток прочность на сжатие до 5 МПа (рис. 1)

Применение сульфатного компонента (сульфатная активация) исследовалось подробнее ввиду доступности такого реагента.

По химическому составу шлаки схожи с цементным клинкером. Они представляют собой расплав оксидов, образующихся при взаимодействии с кислородом примесей, содержащихся в металлическом леме, шлакообразующих, вносимых в сталеплавильную ванну для корректировки состава, а также футеровки сталеплавильных агрегатов. В процессе медленного охлаждения в отвале образуются высокоосновные слабоактивные электросталеплавильные шлаки с плотной структурой, подверженные силикатному и известковому распаду.

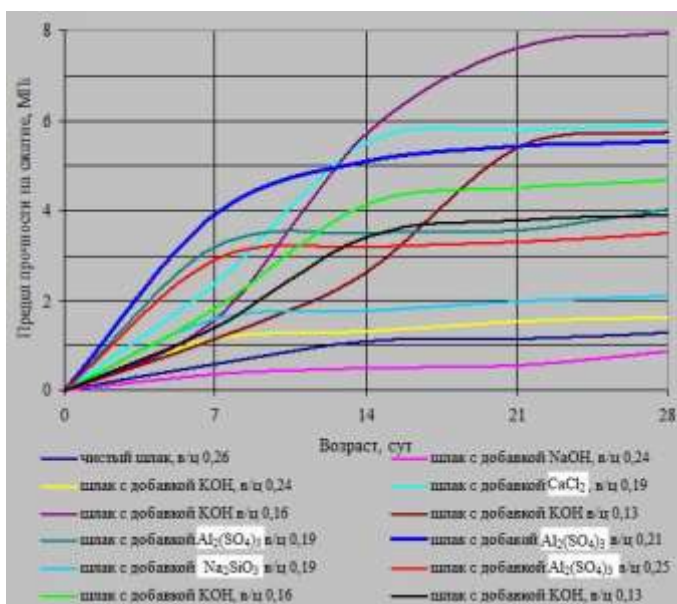
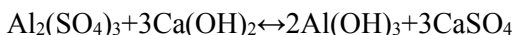


Рис. 1. Набор прочности образцов активированных шлаков

При затворении водным раствором сульфата алюминия при гидратации могут образовываться минералы с вяжущими свойствами, например этtringит. Известно, что этот минерал может образовать

ваться в присутствии гипса и гидроксида кальция [5]. Гидроксид кальция может появляться в шлаке в результате гашения свободной CaO, присутствующей в свежем шлаке, и неполного перехода его в CaCO₃ при хранении в отвале. При затворении шлака сульфатным активатором (в качестве активатора применяли раствор сульфата алюминия, являющегося побочным продуктом Гомельского химического завода) происходит следующая реакция:



Для проверки высказанного предположения контрольные образцы дробленого шлака затворялись водой (состав 1), а основные – раствором сульфата алюминия (составы 2–6). Результаты определения прочности в возрасте 7 суток нормально влажностного твердения показывают, что происходит набор прочности основных образцов до 3 МПа (табл. 1). Контрольные образцы в этих условиях набирают очень малую прочность. В возрасте 28 суток прочность основных образцов увеличилась незначительно – до 5 МПа, что свидетельствует о том, что интенсивный набор прочности завершается в первые дни после затворения.

Таблица 1

Прочность образцов шлака

состав №	количество активатора, % от m шлака	возраст, сут			
		7	14	21	28
1	0	0,6	1,1	1,2	1,3
2	1,0	2,4	2,5	2,8	2,4
3	1,5	3,3	3,5	3,8	3,1
4	2,0	3,2	3,8	4,0	4,5
5	2,5	3,3	3,8	4,3	5,5
6	3,0	3,2	3,6	4,6	5,5

При работе со смесью шлака с активатором наблюдалось быстрое схватывание смеси, которое, по нашему предположению, может быть результатом образования в первую очередь сульфата кальция (гипса) и гелеобразного гидроксида алюминия, связывающих значительное количество воды. Дальнейшее твердение вызвано медленным процессом возникновения гидратных новообразований, в частности, гидросульфоалюмината кальция.

Снимки структуры затвердевшего шлака, сделанные при помощи сканирующего электронного микроскопа «Vega II LMU» (Tescan, Чехия) показывают, что в ней появляются игольчатые новообразования, характерные для гидросульфоалюмината кальция [6], который вносит положительный вклад в рост прочности материала за счет механического переплетения кристаллов В этом случае можно говорить об армировании структуры. На снимках контрольных образцов шлака, затворенных водой, такого явления не наблюдается.

Рентгенофазовый анализ затвердевшего активированного шлака показал появление характерных для гидросульфоалюмината кальция пиков ($d = 9,79; 5,64$) на дифрактограмме (рис. 4).

На основании полученных результатов можно сделать вывод о перспективности дальнейших исследований применения электросталеплавильных шлаков в отверждающихся строительных смесях совместно с химическими активаторами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТБ 1957-2009 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия.
2. Подольский В. П., Духовный Г. С., Погромский А. С. Опыт использования электросталеплавильных шлаков в составе минеральной части асфальтобетонов // Научный вестник ВГАСУ. – 2004. – № 2. – С. 136–138.
3. Духовный Г. С., Погромский А. С. Комплексное использование электросталеплавильных шлаков в конструкциях дорожных одежд // Строительные и отделочные материалы. Стандарты XXI века: Труды XIII Международного семинара Азиатско-Тихоокеанской академии материалов. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2006. – Т. 2. – С. 72–73.
4. Костенко А. К. Оценка эколого-экономической эффективности использования электросталеплавильного металлургического шлака в дорожном строительстве. Минск: «Вестник БНТУ» 2.2008.
5. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
6. Дворкин Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности: учеб.-справ. пособ. / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 368 с.