

## К ВОПРОСУ ОБ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БАЙКАЛЬСКОГО ЦБК ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОСИСТЕМУ ОЗЕРА БАЙКАЛ

И.А.Родькина, Н.С.Кравченко, И.Г.Бондарик, Е.Н.Самарин, О.В.Зеркаль

За годы работы БЦБК накопилось огромное количество отходов - более 6,2 миллионов тонн, которые хранятся в так называемых «картах-накопителях». Эти отходы представляют собой обводненный шлам-лигнин (лигнинные вещества – 50-53 %; - активный ил – 15-25 %; - глинозем – 5-10 %; - полиакриламид – 5 %; - целлюлозное волокно – 5 %), золу от сжигания шлам-лигнина и т.д. Ситуацию осложняет высокая водоудерживающая способность отходов [1, 2].

В последнее время отмечаются многочисленные попытки снижения токсикологической нагрузки на окружающую среду путем омоноличивания отходов. Так, в ИрНИТУ, ЛИН СО РАН и ВЭБ Инжиниринг была предложена серия рецептур, в которых в качестве отверждающих добавок были использованы CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, цемента М500, сульфат кальция полуводный, алебастр, натриевое жидкое стекло мраморная крошка, хлорид, нитрат и формиат кальция, хлорит натрия. Для всех предложенных рецептур характерно использование цемента и извести в качестве гидравлических вяжущих для отверждения смеси шлам-лигнина и золошлакового отхода (в различных соотношениях). Было исследовано около 100 составов. После 28 суток твердения образцы имели прочность на раздавливание до 1 МПа, однако, при хранении в стоячей воде существенно размягчались [3]. Дополнительно предлагалась рецептура на основе гипса, нанодисперсного диоксида кремния с углеродными добавками, мраморной крошки и цемента, предложенная Тульским НИГП (Росгеология) совместно с ИрНИТУ. Полученные образцы имели прочность до 2 МПа после 28 суток твердения, однако также не отличались водостойкостью. В ООО «НТЦ «Технологии XXI» была предложена рецептура на основе минеральной комплексообразующей добавки (МКД). Установлено, что композиты имели прочность 0,46 МПа (срок твердения не указан) в воздушной среде, при плотности 1,65 г/см<sup>3</sup> и влажности 37 %, и 0,3 МПа после водонасыщения [1, 2].

Таким образом, порог «самонесущей прочности» (оценивается на уровне 5-7 %), вполне успешно преодолевается в большинстве рецептур на основе гидравлических вяжущих, не обладающих тем не менее достаточной водопрочностью. В композитах на основе МКД и цемента наблюдается обратная картина.

Так как состав отходов БЦБК в различных картах неоднороден, омоноличивание только шлам-лигнина не является полным решением поставленной задачи. Необходимо найти такой

состав компонентов, который подходит как для карт, содержащих шлам-лигнин, так и лигнин в различных соотношениях с золошлаковым отходом.

Известно, что лигносульфонат твердеет под действием кислых *redox* отвердителей, причем, чем ниже pH, тем более прочный полимер получается. Из наиболее известных вариантов нами были протестированы бихромат натрия и гексацианоферрат (III) калия в комплексе с перекисью водорода. В первом случае отверждения гидролизного шлам-лигнина не наблюдается. Во втором, при добавлении красной кровяной соли и перекиси водорода наблюдается быстрое увеличение вязкости системы, последующее расслоение, сильная усадка, появление трещина на поверхности композита. Вследствие этого нами был протестирован достаточно широкий круг вяжущих материалов. Рецептуры были основаны на добавлении к отходам жидкого стекла, коллоидного кремнезема, и *redox* отвердителей (перекись водорода, персульфат аммония и т.д.). Наилучшие результаты показали следующие рецептуры:

50 г лигнина + 10 мл жидкое стекло + 1,7 мл H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 1 г пиросульфат аммония

30 г лигнина + 30 г золы + 10 мл жидкое стекло + 2 мл H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 1,5 г пиросульфат аммония

Усадка 15% в композите с одним шлам-лигнином, 10% с золой в соотношении 1:1.

Трещин на поверхности не образуется. При испытании на одноосное сжатие наблюдается сжатие образца и образование трещин только на боковой поверхности. После снятия нагрузки образец возвращается в исходную форму.

Таким образом, можно сделать следующие выводы, омоноличивание отходов ЦБК не происходит из-за гидролизности лигнина, происходит интенсивный вынос органики, что подтверждается измерением ХПК, проводимости и бихроматной окисляемости. С нашей точки зрения наиболее рациональный путь это не омоноличивание, а брикетирование отходов с целью использования их в качестве топлива для электростанций.

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2009 году». Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2008. 443 с.
2. Информационно-аналитические материалы, подготовленные к заседанию Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал 27.05.2009 «О проблеме ликвидации накопленных отходов в результате деятельности байкальского ЦБК» Иркутск, 2009. 18 с.
3. Проектная документация «Реализация мероприятий по ликвидации негативного воздействия на окружающую среду отходов, накопленных в результате деятельности ОАО «БЦБК» Москва-Санкт-Петербург ООО «ВЭБ Инжиниринг», 2014г. 175с.