

исследуемые системы добавлялся фенол (оксибензол), как основное загрязняющее вещество сточных вод КХП. В число решаемых задач исследований также входила оценка очередности деструкции компонентов двухсубстратных сред бактериальными культурами и определение скоростей окисления загрязнителей по отношению друг к другу.

Для получения накопительной культуры, способной разрушать пиридин, был использован активный ил лабораторного аэротенка, работающего на сточной воде КХП и исходном биоценозе БХУ КХП. Получение накопительной культуры было начато с исходной концентрации пиридина 200 мг/дм<sup>3</sup> с постепенным ее увеличением от пассажа к пассажи до 800 мг/дм<sup>3</sup>.

Для разведения хинолин разрушающей культуры, использовали накопительную пиридин разрушающую культуру. Адаптация бактерий была начата с исходной концентрации хинолина в модельном растворе 150 мг/дм<sup>3</sup>. Последующего увеличения концентрации не проводилось из-за низкой скорости роста культуры. Переход к культивированию с фенолразрушающей культурой был сделан при этой же концентрации.

Фенольная культура дополнительно не вносились, чтобы создать преимущество для жизнедеятельности пиридиновой и хинолиновой культур, которые были получены из биоценоза БХУ КХП, содержащего фенольную культуру.

Установлено:

1. Биодеструкция как пиридина, так и хинолина, протекает с образованием аммонийного азота, что позволяет косвенным путем контролировать полноту их деструкции.

2. В статических условиях для окисления пиридина с 800 мг/дм<sup>3</sup> до следов требуется около 80 час при средней скорости окисления пиридина 100 мг/сутки. Для окисления хинолина с исходной концентрации 150 мг/дм<sup>3</sup> до следов требуется около 60 часов при средней скорости его окисления 21 мг/сутки.

3. В присутствии фенола окисление как пиридина, так и хинолина не начинается до его преимущественного окисления, что является закономерной очередностью в развитии бактериальных культур, зависящей от природы соединений: фенол – пиридин – хинолин.

## КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ ИХ АГЛОМЕРИРОВАНИЯ

Ю. В. Пасечников<sup>1</sup>, Н. В. Тихонов<sup>2</sup>

Научный руководитель – к.т.н., доцент ИШНПТ В. В. Тихонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина 30. [pasechnikov@tpu.ru](mailto:pasechnikov@tpu.ru)

<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет

650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя 28.

Согласно данным, приведённым в работе Л. М. Делицына и сотрудников [1], в СССР выпускали до 3,5 млн м<sup>3</sup> аглопорита в год. В РФ выпускается едва ли пятая часть этого объёма, что неоправданно мало. За рубежом производству заполнителей данного типа уделяется намного большее внимание. Запускаются производства пористых заполнителей из различных материалов: золошлаков тепловых электростанций, промышленных отходов, углистых глин и глинистых сланцев и т. д. Это позволяет предположить, что сырьём для производства аглопорита может стать практически любые алюмосиликатные материалы, содержание углерода в которых составляет около 10 %. Причём данное требование не является определяющим, так как алюмо-

силикатный материал (смесь материалов) может быть дошихтован углеродсодержащим материалом в необходимом количестве.

Такая «всеядность» производства аглопорита позволяет за один технологический передел утилизировать сразу несколько техногенных материалов, таких как угольная мелочь, обводнённые высокозольные шламы углебогатительных фабрик и золошлаковые материалы ТЭЦ. Как правило, все эти материалы находятся в непосредственной близости друг от друга. Положительными факторами в данном случае являются как возможность использования обводнённых мелкодисперсных углей без необходимости их предварительного обезвоживания, так и отсутствие жёстких требований по химико-минера-

логическому составу золошлаковых материалов. По разным данным, в составе материалов, используемых в качестве сырья для производства аглопорита, может быть 20–60 %  $\text{SiO}_2$ , 15–45 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2–35 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2–8 %  $\text{CaO}$ . Многие из них содержат вторичный энергоресурс в виде остаточного углерода, количества которого иногда достаточно для осуществления самоподдерживающегося термического синтеза.

Применение технологии аглопоритового обжига несет в себе дополнительные экологические и экономические преимущества, связанные с особенностями самого процесса. Так, технологические стадии подогрева, сушки, обжига и охлаждения осуществляются непосредственно внутри слоя шихты, без использования дополнительных устройств для подогрева сырья и охлаждения продукта. Горение топлива внутри обжигаемого материала обеспечивает прямой подвод тепла в зону реакции, прохождение газов сквозь слой гранулированной шихты резко увеличивает теплопередачу, а сам процесс обжига протекает при почти полном использовании тепла непосредственно в слое обжигаемой шихты. [2]. Так, температура в зоне синтеза по нашим данным находится в интервале 750–950 °С, а температура отходящих газов не превышает 80–100 °С и возрастает лишь в самом конце процесса обжига.

### Список литературы

1. Делицын Л. М., Кулумбеков Р. В., Рябов Ю. В., Петропавловская В. Б., Сульман М. Г. Перспективный метод утилизации золошлаковых отходов переменного состава на угольных электростанциях. // *Экология и промышленность России*, 2021. – Т. 25. – № 9. – С. 18–23.
2. Уфимцев В. М. Конструкционные обжиговые пористые заполнители на техногенном сырье. // *Строительные материалы, технологии, оборудование XXI века*, 2013. – № 5. – С. 25–29.

В НОЦ Н. М. Кижнера была проведена серия экспериментов с образцами кислых зол и золошлаковых материалов различного состава и места происхождения. Золошлаковые материалы, измельченные до полного прохода через сито 1 мм и дошихтованные до содержания углерода 10 % обводнённой угольной мелочью каменных углей низшей степени метаморфизма (марки Д и Г) гранулировались и подвергались агломерационному обжигу в лабораторной установке периодического действия, при принудительном прососе воздуха по направлению снизу вверх. Результаты показали возможность получения пористых заполнителей по данной технологии из всех без исключения использованных сырьевых материалов при высокой сходимости результатов определения их физико-механических характеристик.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при использовании в технологии аглопоритового обжига на специальном образце доработанных агломашин с активной площадью 100–300 м<sup>2</sup>, применяемых при агломерации руд, имеется возможность переработки всего объёма выхода золы ТЭС электростанции в востребованную продукцию - пористый заполнитель.