

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Постоянное удорожание традиционных импортируемых Республикой Беларусь энергоносителей требует активизации поиска и вовлечения в хозяйственную деятельность альтернативных источников энергии. В качестве таких ресурсов можно рассматривать древесные отходы. Использование древесных ресурсов в качестве источника энергии несомненно вызовет рост количества древесной золы, остающейся в результате процесса сжигания, что вызовет необходимость поиска направлений ее использования. Вместе с тем, древесная зола, образующаяся в процессе сжигания биомассы, относится к отходам третьего класса опасности. В настоящее время в основном ее либо размещают в золоотвалах, либо применяют в качестве удобрения на сельскохозяйственных полях или в лесах (зачастую бесконтрольно).

Целью работы является оценка возможных направлений использования древесной золы в процессах очистки сточных вод.

Объектом исследования выступала зола, полученная при сжигании древесных отходов на ОАО «Мостовдрев» и на Осиповической ТЭЦ-1. Исследованию подвергали зольный остаток, остающийся в камере после сжигания. В связи с тем, что зола характеризуется неоднородным составом (в ней присутствуют частицы как более 10 мм, так и менее 2 мм), ее подвергали фракционированию. Таким образом, в работе использовали отдельные фракции золы, полученные путем разделения исходного зольного остатка. Разделение проводили с использованием сит с диаметром отверстий: 10; 7; 4,5; 3,5; 3,25; 2,5 и 2 мм. Полученные фракции золы подвергали также активации, которая проводилась в среде жидкого азота, при температуре 850-900 °С в течение 1,5 часов.

Первоначально в работе были проведены исследования физико-химических свойств зольных остатков. Изучение дисперсного состава образцов золы свидетельствует о том, что содержание отдельных фракций в образцах значительно отличается. Для зольного остатка, полученного на ОАО «Мостовдрев», наибольшее количество (около 30 %) приходится на частицы с размерами 4,5-7 мм, наименьшим количеством (около 5 %) характеризуются фракции с размерами частиц 3-3,25 мм и более 10 мм. Для золы Осиповической ТЭЦ-1 больше всего (около 60 %) содержится частиц с размерами менее 2 мм, меньше всего (около 1 %) содержится фракции с размерами частиц 3,25-3,5 мм и не содержится частиц с размерами 10 мм и более. Указанные отли-

чия, вероятно, связаны с технологией сжигания древесных материалов (температурой сжигания, конструктивными особенностями печей, размерами используемой в качестве топлива древесной массы и др.).

Установлено, что величина показателя зольности фракций золы варьируется в диапазоне 0,94-70,7% для золы ОАО «Мостовдрев» и 23,2-94,3% для золы Осиповической ТЭЦ-1 и увеличивается с уменьшением размера частиц, что является закономерным.

Исследования химического состава древесной золы свидетельствует о значительном количестве в образцах калия (2,2 г K_2O /кг золы для зольного остатка ОАО «Мостовдрев» и 7,4 г K_2O /кг золы для зольного остатка Осиповической ТЭЦ-1), присутствию в образцах золы кальция, магния, и наличию в составе золы ОАО «Мостовдрев» карбонат и гидрокарбонат-ионов. Величины удельной поверхности зольных остатков по адсорбции метиленового голубого невысокие и составляют 1,6 м²/г (зола ОАО «Мостовдрев») и 1,1 м²/г (зола Осиповической ТЭЦ-1). При этом удельная поверхность образцов золы уменьшается, при уменьшении размера частиц, что противоречит имеющимся представлениям. Представленный факт можно объяснить не столько величиной площади внешней поверхности частиц, сколько площадью внутренних пор, присутствующих в образцах, оценить которые с помощью данного метода невозможно.

Учитывая особенности химического состава и физико-химические свойства золы, проведены исследования по использованию зольных остатков и их отдельных фракций в процессах очистки сточных вод от органических соединений и тяжелых металлов.

Исследование процессов очистки от органических компонентов проводили со сточными водами ОАО «Белорусские обои», ОАО «Брестский чулочный комбинат» и ОАО «Мостовдрев» путем добавления навески золы к определенному объему воды. Пробу, периодически перемешивая, оставляли до установления равновесного состояния (сутки). По изменению величины ХПК системы судили о степени очистки сточных вод от загрязняющих веществ. Определение ХПК проводили экспресс-методом.

Установлено, что степень очистки сточных вод ОАО «Белорусские обои» по ХПК изменяется от 12,0 до 40,0 % при использовании фракций золы ОАО «Мостовдрев» и от 1,9 до 4,1 % при использовании образцов золы Осиповической ТЭЦ-1.

Для сточной воды ОАО «Брестский чулочный комбинат» величины степени очистки варьируются в диапазоне 11,8-99,1 % в зависимости от используемых фракций золы ОАО «Мостовдрев» и в диапа-

зоне 63,9-81,9 % в зависимости от используемых образцов золы Осиповической ТЭЦ-1.

Степень очистки сточных вод ОАО «Мостовдрев» по величине ХПК изменяется от 2,3 до 51,0 % при использовании фракций золы ОАО «Мостовдрев» и от 1,1 до 6,9 % при использовании образцов золы Осиповической ТЭЦ-1.

Существенная разница в величинах степени очистки, вероятно, обусловлена различием в химическом и дисперсном составе образцов золы и свойствами удаляемых из сточных вод примесей.

При этом установлено, для достижения высоких значений степени очистки для каждого вида сточных вод необходимо предварительное фракционирование, а иногда и проведение активации поверхности образцов золы. Наилучшие результаты наблюдаются при применении в процессах очистки сточных вод частиц золы с размерами 7 мм и более, что в целом является закономерным, так как эти фракции характеризуются меньшими величинами зольности. Более высокие значения степени очистки сточных вод характерны при использовании золы ОАО «Мостовдрев».

Исследование процессов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов проводили на модельных растворах с использованием золы Осиповической ТЭЦ-1. Величину сорбции по ионам тяжелых металлов (меди и никеля) определяли по разности концентраций металлов в исходном и осветленном растворе после 2 часов контакта фаз (после установления равновесия). Масса навески древесной золы составляет 0,1 грамм. Исследования проводили при рН раствора 3-4. Исследования проводили при концентрации ионов металлов в смеси 0,1-4,0 г/л. Пробы периодически перемешивали. Отделение золы от раствора проводили путем фильтрования пробы через бумажные фильтры. В полученном фильтрате определяли содержания ионов меди и никеля.

Определение концентрации меди (II) проводили титриметрическим методом. Метод основан на образовании малорастворимого иодида меди (I) в слабокислой среде. Выделившийся в результате протекания химической реакции йод оттитровывали раствором тиосульфата.

Концентрацию никеля (II) находили титриметрическим методом. Определение основано на образовании аммиачного комплекса никеля. Полученную смесь оттитровывали раствором ЭДТА в присутствии индикатора мурексида до перехода окраски из оранжево-желтой в пурпурную.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в диапазоне концентраций раствора меди 0,1-2,0 г/л величина сорбции для всех

образцов золы практически не зависит от размера частиц древесной золы. Изменения в величине сорбции фиксируются при значениях концентраций металла в растворе 2,5 г/л и выше. Максимальная величина сорбции (4,2 мг-экв/г) характерна для частиц золы с размерами более 10 мм, что вероятно, обусловлено, химическим составом (эта фракция характеризуется низкой величиной зольности). Относительно низкие значения величины сорбции (2-2,8 мг-экв/г) характерны для фракций золы с размерами частиц 2-2,5, 2,5-3, менее 2 и 3,5-4,5 мм, что также, вероятно, обусловлено химическим составом и структурой используемых образцов.

Ход кривых сорбции по ионам никеля для всех исследуемых фракций золы в диапазоне концентраций 0,1-1,5 г/л практически идентичен. В этом диапазоне концентраций не прослеживается четкой дифференциации величин сорбции в зависимости от размера частиц. Величины сорбции при концентрациях ионов никеля в исходном растворе свыше 1,5 г/л для рассматриваемых фракций золы изменяются незначительно и варьируются в диапазоне 0,8-0,9 мг-экв/г.

Сравнение величин сорбции фракций древесной золы свидетельствует о том, что значение сорбции по ионам меди в 2-4 раза превышает величину сорбции по ионам никеля. Полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности использования древесной золы в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Вместе с тем, следует отметить, что применение древесной золы в процессах очистки сточных вод от органических веществ и тяжелых металлов вызывает необходимость поиска путей использования или регенерации золы, загрязненной удаляемыми из воды примесями.

Трудности в реализации систем очистки сточных вод с использованием древесной золы могут иметь место на начальном этапе, поскольку необходимо будет провести детальные исследования с целью определения оптимальных условий процесса очистки (используемой фракции золы, времени контакта и способа отделения жидкой и твердой фаз, способа регенерации древесной золы и т. д.). Внедрение систем очистки с использованием древесной золы возможно в случае создания межотраслевых комплексов, например, на основе предприятий деревообрабатывающей, топливной и химической отраслей промышленности.

Использование древесной золы в процессах очистки сточных вод позволит заменить дорогостоящие материалы, используемые в процессах очистки сточных вод на отход производства — древесную золу.