

*И.В. Грайворонская,
аспирант кафедры химии
Э.Б. Хоботова,
д.х.н., профессор кафедры химии
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ШЛАКОВЫМИ АДСОРБЕНТАМИ

Внедрение малоотходных технологий стимулирует реализацию мероприятий по охране окружающей среды: ликвидацию отвалов промышленных отходов (ПО), выявление ресурсной ценности и полезных свойств ПО, обоснование целесообразности их утилизации в качестве технических материалов и сорбентов при очистке сточных вод.

Цель работы – минимизация накопления ПО и сточных вод путем безопасного использования металлургических шлаков как техногенного сырья в технологиях сорбционной очистки питьевых и промышленных сточных вод.

Объект исследования – адсорбция шлаками ООО Побужского ферроникелевого комбината (ПФНК), ПАО Никопольского завода ферросплавов (НЗФ) и ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» органических загрязнителей питьевых и промышленных сточных вод для обеспечения экологической безопасности.

Методом воздухопроницаемости определены удельные поверхности (S) фракций шлаков < 0,63 мм: шлак НЗФ $S = 880 \text{ см}^2/\text{г}$; шлак «АрселорМиттал» $S = 1625 \text{ см}^2/\text{г}$. Удельная поверхность шлака ПФНК рассчитана по значению, соответствующему максимуму изотермы адсорбции: $S = 4000 \text{ см}^2/\text{г}$. Фракционный состав шлака ПФНК от 0,315 до 3,0-2,5 мм.

Рентгенофазовым анализом в составе шлака ПФНК обнаружен минерал диопсид $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$, слоистая структура которого способствует к проявлению им сорбционных свойств. Образец, обработанный водой на протяжении месяца, кроме диопсида содержит кварц, маргарит $\text{Ca}_{0,88}\text{Na}_{0,12}\text{Al}_2(\text{Si}_{2,12}\text{Al}_{1,88}\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, иллит $\text{K}(\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_9(\text{OH})_3)$. В составе шлака НЗФ кроме минерала диопсида обнаружен минерал – титанит $\text{Ca}(\text{Ti}_{0,818}\text{Al}_{0,182})(\text{O}_{0,818}\text{F}_{0,182})(\text{SiO}_4)$. Основными минералами шлака «АрселорМиттал» являются ранкинит $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$, окерманит $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ и геленит $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Al},\text{Si})_2\text{O}_7$.

С помощью растровой электронной микроскопии доказано присутствие стеклофазы и жидких пор на поверхности образцов шлаков ПФНК и шлака НЗФ производства FeSi. Поверхность отвального шлака «АрселорМиттал» более разрыхленная по сравнению с гранулированным. Согласно состоянию поверхностного слоя все изученные шлаки являются хорошими адсорбентами, которые обладают многочисленными микроскопическими выступами и углублениями.

Гамма-спектрометрическим методом определены удельные активности радионуклидов (C_i) и эффективные удельные активности ($C_{\text{эф}}$) шлаков, которые не превышают 370 Бк/кг, что соответствует I классу радиационной опасности. Таким образом, шлаки могут использоваться в качестве технических материалов: строительных материалов и сорбентов.

Пористость частиц шлака ПФНК составляет 46,7 %, большая часть пор замкнутая, открытая пористость составляет 3 %. Адсорбция ароматических соединений протекает не в порах, а на открытой поверхности шлака, что характерно для порошкообразных адсорбентов. Повышение эффективности процесса сорбции возможно при разрыхлении и увеличении площади поверхности сорбентов.

Практическое использование шлаковых сорбентов разрешается при отсутствии вымывания из них собственных компонентов и поглощенных сорбатов. Подщелачивание воды после выдержки шлака на протяжении 1 мес. объясняется гидролизом силикат-ионов. Превышение норм по катионам (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+}) и анионам (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , SiO_3^{2-}) не наблюдается, кроме катиона Ba^{2+} , после выдержки шлака НЗФ. Следовательно, данный шлак нельзя рекомендовать в качестве сорбента для очистки питьевых вод, но возможно его использование для обработки сточных вод при условии замкнутого цикла водопотребления.

Методом ИК-спектроскопии показано, что химическая активация изменяет природу и количество функциональных групп шлака. При спекании шлака протекает термическое дегидроксилирование. Исходный шлак характеризуется полосами поглощения силоксановой ($\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv$), силанольной ($\equiv\text{Si}-\text{OH}$) групп и молекул воды. Наличие аморфных веществ и сильное напряжение силоксановых связей способствуют протеканию при кислотной активации регидроксилирования с повышением интенсивности пика поглощения силанольных групп.