

УДК 628.316.12

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ДЛЯ АДСОРБЦИИ ПОЛЛЮТАНТОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Е. А. ФЕДОРОВ

Научный руководитель Н. Е. КРУЧИНИНА, д-р техн. наук, проф.
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

Ресурсо- и энергосберегающие процессы в условиях развития и модернизации промышленности, возрастающих требований и интересов к вопросам сохранения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, в особенности с экономической точки зрения, требуют современных принципов и методов сохранения и использования природно-ресурсного потенциала.

Одним из перспективных направлений ресурсосбережения, снижающего себестоимость очистки сточных вод, является использование горных пород, удаляемых при разработке основного массива полезного ископаемого [1]. Вскрышные горные породы не нашли широкого применения и накапливаются ежегодно в отвалах. В качестве яркого примера таких природных материалов можно отметить бентонитовые глины, которые представляют собой алюмосиликаты с формулой $Al_2[Si_4O_{10}]_2 \cdot nH_2O$.

По данным отчета ТП-2 (отходы) Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) на конец 2024 г. количество скальных вскрышных силикатных пород, размещенных для хранения на эксплуатируемых объектах, составило более 1,5 млрд т.

Для очистки сточных вод от ионов железа используют реагентные, сорбционные, ионообменные и электрохимические методы [2]. При реагентной очистке недостатками являются высокая стоимость реагентов и вторичное загрязнение вод, что исключает их возврат в цикл. Для сорбционной очистки минусом является то, что этот метод экономически выгоден лишь при условии многократного использования сорбентов или низкой стоимости сорбентов, полученных из отходов производства. Для ионного обмена недостатком является необходимость регенерации смол с применением реагентов и механическое истирание смол. При электрохимической очистке значительно возрастают расходы на электропотребление, а высокое содержание фоновых солей в очищенной воде не позволяет использовать ее повторно.

Для очистки сточных вод от фосфатов используют химические, физико-химические и биологические методы [3]. При биологической очистке недостатком является невозможность достичь нормативной концентрации фосфат-ионов в очищенной воде.

Возможным решением указанных выше проблем является использование вскрышных пород, например бентонитовой глины, для удаления ионов железа и фосфат-ионов.

Объектом исследования являются модельные растворы, содержащие ионы Fe^{3+} и PO_4^{2-} с концентрацией 0,05 и 0,013 г/дм³ соответственно.

Для приготовления модельных растворов использовали государственные стандартные образцы 7254-96 (Fe^{3+}) и 7260-96 (PO_4^{2-}). Доза бентонитовой глины составила 10 г/дм³. Время контакта растворов и глины составляло 5 мин. Определение ионов железа осуществляли турбидиметрическими методами с применением сульфосалициловой кислоты [4] и о-фенантролина [5]. Для определения фосфат-ионов применили турбидиметрический метод с использованием молибдата аммония при регулировании кислотности и при внесении лимонной кислоты [6].

Внесение бентонитовой глины в модельные растворы привело к практически полному извлечению фосфат-ионов и ионов железа из очищенной воды. Остаточные концентрации ионов железа и фосфат йонов составили 6 и 27 мкг/дм³ соответственно.

На основе полученных данных сделан вывод о возможности использования бентонитовой глины для очистки сточных вод, содержащих фосфат-ионы и ионы железа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование вскрышных пород для повышения экологической безопасности угледобывающего региона / Е. В. Макридин, М. А. Тюленев, С. О. Марков [и др.] // ГИАБ. – 2020. – № 12.
2. **Ружицкая, О. А.** Современные химические и физико-химические методы удаления фосфатов из сточных вод / О. А. Ружицкая, С. Мендеса // Системные технологии. – 2019. – № 3 (32).
3. **Филатова, Е. Г.** Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах / Е. Г. Филатова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – № 2 (13).
4. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой : ПНД Ф 14.1:2:4.50–96.
5. Методика измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с о-фенантролином : ПНД Ф 14.1:2:3.2–95.
6. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония : ПНД Ф 14.1:2:4.112–97.