

ЖЕЛЕЗО- И ЦИНК-СОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

В последние годы большое внимание уделяется вторичному использованию отходов различных производств. Это открывает перспективы сокращения воздействия на окружающую среду и замены частично или полностью используемых товарных веществ при производстве различных продуктов.

Одними из перспективных для вторичного использования являются отходы водоподготовки, среди которых можно выделить осадки станций обезжелезивания, так как они характеризуются постоянством элементного состава, обычно не содержат высокотоксичных веществ.

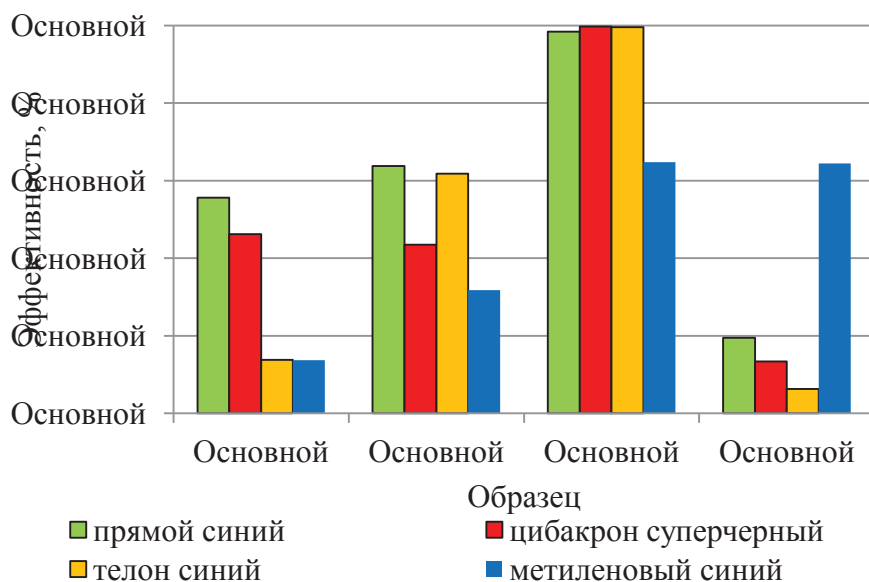
Среди различных направлений использования железосодержащих отходов станций обезжелезивания перспективным может рассматриваться получение из них каталитических материалов, например, для фотокаталитической очистки сточных вод от растворенных органических веществ либо катализаторов химического синтеза.

Ранее было исследовано получение наноразмерных оксидов железа [1, 2] и оценены их фотокаталитические свойства [1]. Известно, что одним из эффективных фотокатализаторов является оксид цинка [3]. Поэтому получение комплексного железо- и цинк-содержащих фотокатализаторов представляет определенный интерес.

Прекурсоры железа для синтеза получали растворением железосодержащих осадков азотной кислотой [4]. В качестве прекурсоров цинка использовался нитрат цинка. Расход реагентов брали из расчета получения 1:1 оксидов железа и цинка.

Рентгенофазовый анализ показал, что в результате синтеза в образце с глицином преимущественно образуются оксид цинка и феррит цинка. Для образца, с использованием лимонной кислоты обнаружено практически равномерное содержание оксида цинка, магнетита и феррита цинка. Образцы, синтезированные с помощью мочевины (второй образец для сравнения был синтезирован с использованием химически чистого нитрата железа) в своём составе содержат преимущественно магнетит и феррит цинка. Как и в случае синтеза оксидов железа [2] при использовании мочевины в данных образцах на спектрах РФА наблюдается достаточно интенсивный фон.

Полученные образцы были использованы для фотокаталитической деструкции красителей различной природы (рисунок): прямой синий, цибаcron суперчерный, телон синий, метиленовый синий.



1 – без катализатора; 2 – образец с глицином; 3 – образец с карбамидом; 4 – образец с лимонной кислотой
Рисунок – Эффективность деструкции различных типов красителей

Из представленных данных на рисунке видно, что различные типы красителей по-разному поддаются фотодеструкции (образец 1) благодаря своей химической структуре. В случае образца 2 наблюдалось небольшое увеличение деструкции для красителей, однако введение данного образца не повлияло на деструкцию красителя цибаcron суперчерный. Образец 3 показал хорошие результаты фотокаталитической деструкции для всех типов красителей, а для некоторых практически 100% эффективность. Образец 4 показал положительные результаты только для красителя метиленового синего.

Анализируя расчеты константы скорости реакции [5] следует, что при дозе 100 мг/л она возрастает в 8 раз по сравнению с обработкой только ультрафиолетом, а максимум наблюдается при дозе 300 мг/л – в 20 раз выше. Дальнейшее увеличение дозы катализатора до 400 мг/л приводит к уменьшению константы скорости реакции на 18% в сравнении с максимумом.

По такой же методике был синтезирован катализатор из чистого нитрата железа и цинка (восстановитель карбамид) и был проведен

эксперимент по деструкции в таких же условиях. Эффективность деструкции в течении 45 минут составила – 84,7%, в тех же условиях у катализатора, полученного из железосодержащих отходов эффективность составила – 98,7%. Возможно такое увеличение связано с наличием в отходах нескольких процентов марганца, а также ионов калия и некоторых других, которые могут несколько повышать каталитическую активность целевого катализатора.

Основываясь на результатах проведенных исследований можно сделать следующие выводы: наибольшую эффективность очистки дают образцы, полученные с использованием карбамида в качестве восстановителя; наличие в образце феррита цинка значительно увеличивает фотокаталитическую активность катализатора в сравнении с использованием только железосодержащего образца; образец, полученный из отходов станций обезжелезивания, дает несколько большую эффективность деструкции красителей в сравнении с образцом, полученным с использованием чистого нитрата железа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Romanovskii V. I. Modified Anthracites for Deironing of Underground Water / V. I. Romanovskii, A. A. Khort // *Journal of Water Chemistry and Technology*, 2017, Vol. 39, Issue 5, pp. 299–304.
2. Романовский В.И. Железосодержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / В.И. Романовский, Д.М. Куличик, М.В. Пилипенко, Е.В. Романовская // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*, 2019. – № 4. – С. 18–22.
3. Ahmed, M.N. Photocatalytic activity of nanocrystalline ZnO, α -Fe₂O₃ and ZnFe₂O₄/ZnO / M. N. Ahmed, K. B. Chandrasekhar, A. A. Jahagirdar, H. Nagabhushana, B. M. Nagabhushana // *Applied Nanoscience Journal*. – 2015. – Vol. 5, iss. 8. – P. 961–968.
4. Романовский, В.И. Получение каталитических материалов для водоподготовки и очистки сточных вод из отходов станций обезжелезивания / В.И. Романовский, Д.М. Куличик, П.А. Клебеко, Е.В. Крышилович // *Вода magazine*. – 2017. – №6(118). – С. 12–15.
5. Романовский В.И. Железо-цинк-содержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / В.И. Романовский, Д.М. Куличик, М.В. Пилипенко // *Водоочистка*. – 2019. – №4(178). – С. 71–77.