

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время гальванические покрытия широко используются в различных отраслях промышленности. Наиболее распространённым покрытием является цинковое, затем никелевое и хромовое. При нанесении гальванических покрытий образуется большое количество промывных сточных вод, которые в большинстве случаев отводятся общим потоком на локальные очистные сооружения. Существуют различные способы очистки сточных вод гальванического производства, однако в Республике Беларусь в основном используются реагентный метод, гальванокоагуляция и электрокоагуляция. Общим недостатком этих методов является образование осадка сточных вод.

Осадок, образующийся при очистке сточных вод гальванического производства, содержит в своем составе соединения тяжёлых металлов (цинка, хрома, никеля и т.п.), поэтому представляет собой потенциальную угрозу для окружающей среды.

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, он относится к третьему классу опасности (код 5112000, наименование – осадки очистных сооружений гальванических производств).

В настоящее время в большинстве случаев осадки очистных сооружений гальванических производств после обезвоживания хранятся на территории предприятий. Вместе с тем, существует достаточно много научных разработок по использованию осадков очистных сооружений гальванического производства по различным направлениям: для получения пигментов, катализаторов, сорбентов, микроудобрений, извлечение металлов из отхода, в производстве легированной стали и др. [1]. Самым распространённым предлагаемым направлением переработки рассматриваемого отхода является его использование в качестве добавки в керамической промышленности: в производстве кирпича, керамзита, керамической плитки и др. [2–4].

Экспериментальные исследования, представленные в этих работах, подтверждают, что керамические изделия, полученные с использованием осадков очистных сооружений гальванических производств, характеризуются высокими физико-механическими свойствами и соответствуют ГОСТам. Однако, очень мало внимания уделяется эколо-

гическому аспекту переработки отхода.

Для подтверждения возможности использования осадка очистных сооружений гальванического производства для получения керамических изделий с экологической точки зрения необходимо изучить весь их жизненный цикл – от подготовки и транспортировки отхода к предприятию по производству керамики до эксплуатации готовой продукции. Необходимо исследовать влияние на окружающую среду на каждой стадии жизненного цикла, наиболее экологически опасными из которых являются непосредственно производство и эксплуатация готовых изделий.

На стадии производства может произойти изменение состава выбросов, сбросов и отходов, образующихся в технологическом процессе. На стадии эксплуатации особое внимание следует уделять экологической безопасности получаемой продукции, особенно учитывая наличие в отходе тяжёлых металлов, которые обладают канцерогенными и мутагенными свойствами.

В работе было проведено предварительное исследование экологической безопасности образцов керамического кирпича, полученных с использованием осадка очистных сооружений гальванического производства одного из белорусских предприятий. Образцы получали методом пластического формования с добавлением 20 масс.% отхода (по сухому веществу) с последующей сушкой в естественных условиях и обжигом в электрической печи с изотермической выдержкой при температуре 1000°C в течение часа.

Образцы со сколами экстрагировали в различных средах (кислой, щелочной и нейтральной) при температуре 20°C при соотношении образец : вода 1:10. Пробы отбирались через 30 суток и анализировались на содержание тяжелых металлов химическими методами анализа. Ионы цинка, хрома и никеля в полученных экстрактах обнаружены не были, содержание ионов железа не превышало 2,5 мг/л.

Далее было проведено экстрагирование полученных образцов в более жестких условиях – в раздробленном состоянии при температуре 100°C в различных средах (кислой, щелочной и нейтральной) в течение 8 часов при соотношении твердой и жидкой фаз 1:10. Концентрацию ионов тяжёлых металлов определяли атомно-абсорбционным методом. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Из таблицы видно, что концентрация ионов хрома и цинка в экстрактах очень мала (не более 1,8 мкг/л), ионы никеля в нейтральной и щелочной средах не обнаружены вовсе, а в кислой среде их концентрация составляет всего 0,1 мкг/л. По-видимому, это связано с переходом тяжелых металлов в прочные и труднорастворимые соединения – силикаты и алюмосиликаты – в процессе высокотемператур-

ной обработки при производстве керамического кирпича.

**Таблица – Концентрация ионов  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  в экстрактах**

рН экстракта	Концентрация ионов в экстракте, мкг/л			
	$\text{Cr}^{6+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$
4	1,8	1,2	0,1	3100
7	0,4	0,8	не обнаружено	2800
10	0,4	0,7	не обнаружено	2700

Относительно большие концентрации ионов железа обусловлены его высоким содержанием в исходном сырье: концентрации  $\text{Fe}^{3+}$  после экстрагирования образцов кирпича, содержащих осадок сточных вод гальванического производства, и без отхода практически не отличаются. Так, концентрация  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе после экстрагирования образцов кирпича, полученных без добавления осадка очистных сооружений гальванических производств, составила 2900; 2400 и 2500 мкг/л в кислой, нейтральной и щелочной среде соответственно.

Таким образом, предварительные исследования свидетельствуют о возможности использования осадков очистных сооружений гальванических производств для получения керамического кирпича. Однако, большое значение при эксплуатации строительных материалов имеет временной фактор.

Срок эксплуатации керамического кирпича точно назвать невозможно, но это один из самых долговечных строительных материалов. Известно много памятников архитектуры, которые были построены из кирпича сотни лет тому назад. Поэтому для окончательного вывода необходимы исследования с учётом временного фактора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайнуллин, Х. Н. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / Зайнуллин Х. Н. [и др.]. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. – 272 с.
2. Левицкий, И. А. Производство керамзитового гравия с использованием гальванических осадков сточных вод / И. А. Левицкий, Ю. Г. Павлюкевич, Е. О. Богдан, О. В. Кичкайло // Стекло и керамика. – 2013. – № 7. – С. 23–27.
3. Сухарникова, М. А. Исследование возможности производства керамического кирпича на основе малопластичной глины с добавлением гальванического шлама / М. А. Сухарникова, Е. С. Пикалов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 10. – С. 44–47.
4. Залыгина, О. С. Совершенствование системы обращения с отходами гальванического производства / О. С. Залыгина. // Система управления экологической безопасностью : сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19-20 мая 2023 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – С. 225–230.