

## ВОЗМОЖНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т. И. Прожорина, О. С. Бурлакова

*Воронежский государственный университет*

В данной статье дана оценка эффективности очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях промышленного предприятия ТОО «Гальванотехника», входящего в состав научно-производственного комплекса «Энергия», расположенного в г. Воронеже.

Кроме того, рассмотрена возможность усовершенствования очистки гальванических стоков путем замены реагентного метода, используемого в настоящее время на данном предприятии, на сорбционный метод. Использование шлаков электросталеплавильного производства ОАО «Флаттер» в качестве альтернативного сорбента позволит решить не только экологическую проблему утилизации многотоннажного отхода, но и экономическую проблему удешевления технологического процесса работы локальных очистных сооружений ТОО «Гальванотехника».

Антропогенное загрязнение водных объектов чужеродными веществами происходит по причине недостаточно эффективной очистки сточных вод. Около половины систем по очистке бытовых и промышленных стоков в городах находятся в аварийном состоянии, и значительная часть стоков не очищается или очищается не до требуемых ГОСТом норм. Городские канализационные системы, рассчитанные на 15-20 лет эксплуатации, работают по 30-40 лет и требуют реконструкции почти во всех городах России. Дефицит мощностей очистных сооружений составляет 15% (по состоянию на 2002 г.). В ряде регионов стоки очищаются до 80%, а остальное поступает в водоемы не очищенным [1].

Большую опасность представляют сточные воды гальванического производства, главными загрязнителями которых являются тяжелые металлы. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, в водные бассейны, приводит к превышению их предельно допустимых концентраций, что в свою очередь, оказывает негативное воздействие на экосистемы водоемов.

Целью данной статьи является оценка эффективности очистки промышленных сточных вод гальванического производства и возможности ее усовершенствования.

Объектом исследования послужили сточные воды промышленного предприятия ТОО «Гальванотехника», входящего в состав научно-производ-

ственного комплекса «Энергия», расположенного в г. Воронеже.

Данное предприятие изготавливает детали для электродвигателей и электробытовой техники, производит гальванические и химические защитные и декоративные покрытия на автоматических линиях цинкования, меднения, никелирования, хромирования.

Для осуществления производственной деятельности гальванического цеха используются: кислоты, щелочи, соли металлов (для обезжиривания, травления и получения неорганических покрытий), лакокрасочные материалы (для получения декоративных защитных покрытий), алюминиевые сплавы (для литья деталей), органические растворители (для межоперационной промывки деталей и консервации) [2].

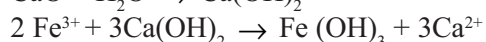
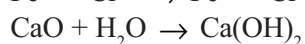
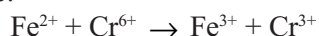
Сточные воды от процессов цинкования, меднения, хромирования и никелирования содержат в своем составе большие концентрации металлов. Промывные воды после нанесения электромагнитных покрытий, обезжиривания, травления образуют группу кислотно-щелочных и хромсодержащих сточных вод. В них содержатся катионы тяжелых металлов:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ . В процессе промывки в сточные воды поступают дополнительно органические растворители и взвешенные вещества.

Под влиянием промышленных вод изменяются цвет, прозрачность, вид и запах природной воды, на дне водоема появляются отложения нераство-

римых осадков, что затрудняет развитие флоры и фауны водоема. Взвешенные вещества забивают и повреждают жабры рыб, вызывают у них различные заболевания. В ряде случаев происходит засоление водоемов, изменение физико-химических свойств воды (рН, жесткости, минерализации, щелочности), отравление водных организмов токсичными веществами.

Сточные воды от гальванического производства сначала направляются на локальные очистные сооружения, а после очистки – в городскую канализационную сеть правого берега г. Воронежа.

Для обезвреживания хромсодержащих и кислотно-щелочных стоков на локальных очистных сооружениях ТОО «Гальванотехника» в настоящее время используется реагентный метод. Сущность данного метода заключается в осаждении катионов металлов в виде гидроксидов известью при одновременном восстановлении хрома (6+) до хрома (3+) двухвалентным железом по следующей схеме:



Концентрация загрязняющих веществ (мг/л) в очищенных таким способом промышленных стоках должна соответствовать ПДК загрязняющих веществ, сбрасываемых в городскую канализацию.

Исследования проводили в заводской лаборатории ООО «Экология-ЭНВО».

Химический анализ сточных вод выполнялся по методикам, одобренным Главным управлением аналитического контроля и метрологического обеспечения природоохранной деятельности (ГУАК). При определении массовых концентраций ионов основных металлов использовали фотометрический метод анализа.

В таблице 1 представлены усредненные значения концентраций основных металлов, содержащихся в сточных водах гальванического производства.

Анализ табличных данных показывает, что при сравнении среднегодовых концентраций хрома (6+), хрома (3+), никеля и железа с ПДК загрязняющих веществ, сбрасываемых в городскую канализацию, превышение норм не наблюдается. Это связано с тем, что изначально локальные очистные сооружения были ориентированы именно на очистку стоков от металлов, обладающих канцерогенным действием (хром, никель) и по проекту эффективность очистки сточных вод от этих ингредиентов должна составлять 98-99%. В действительности фактическая эффективность очистки стоков исследуемого производства несколько ниже и составляет 96,0-98,1%.

Однако, содержание меди в сточных водах, прошедших очистку, превышает нормы ПДК для загрязняющих веществ, сбрасываемых в городскую канализацию, в 8 раз, а цинка – в 3 раза. Эффективность очистки от этих ингредиентов находится в пределах от 94,6 до 97,7%.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что сточные воды ТОО «Гальванотехника» не соответствуют нормам ПДК по меди и цинку, т.е. поступают в городскую канализацию недостаточно очищенными.

Усовершенствование эффективности очистки стоков гальванического производства можно добиться за счет внедрения новых технологических решений или более эффективных методов очистки.

Среди известных методов очистки сточных вод от тяжелых металлов одним из перспективных является сорбционный метод, позволяющий исполь-

Таблица 1

Результаты химического анализа сточных вод гальванического производства реагентным методом

| Ингредиент       | Среднегодовая концентрация металлов в сточных водах за 2005 год, мг/л |               | ПДК ЗВ для городской канализации, мг/л | Эффективность очистки сточных вод, Э, % |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                  | До очистки                                                            | После очистки |                                        |                                         |
| $\text{Cr}^{6+}$ | 0,44                                                                  | 0,01          | 0,01                                   | 97,7                                    |
| $\text{Cr}^{3+}$ | 0,53                                                                  | 0,01          | 0,02                                   | 98,1                                    |
| $\text{Fe}^{2+}$ | 44,4                                                                  | 1,11          | 1,54                                   | 97,5                                    |
| $\text{Cu}^{2+}$ | 0,74                                                                  | 0,04          | 0,005                                  | 94,6                                    |
| $\text{Zn}^{2+}$ | 1,33                                                                  | 0,03          | 0,01                                   | 97,7                                    |
| $\text{Ni}^{2+}$ | 0,25                                                                  | 0,01          | 0,02                                   | 96,0                                    |

зовать в качестве сорбентов широкий спектр материалов как природного, так и искусственного происхождения.

Основываясь на исследованиях И.И. Проскуриной [3], мы предположили, что одним из альтернативных сорбентов для очистки сточных вод гальванического производства можно использовать отход местной электрометаллургической промышленности – шлак, образующийся на стадии плавления чугуна и железа. В исследованиях использован шлак от электросталеплавильного дочернего предприятия завода им. Тельмана – ОАО «Флаттер».

Шлак представляет собой спекшуюся многокомпонентную систему, качественный состав которой представлен следующими оксидами: CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, FeO и Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Исследуемый шлак предварительно истирали в фарфоровой ступке до мелкодисперсного состояния и просеивали через сито. Для повышения дисперсности шлака применяли его солянокислую модификацию (Т:Ж = 1:2; обрабатывали 0,5 н раствором HCl, время обработки 1,5 часа).

Для определения оптимальных параметров процесса были проведены исследования подбора дисперсности шлака (таблица 2) и массы адсорбента (таблица 3). В качестве определяемых ин-

гредиентов выбраны цинк и медь, так как их концентрации в сточных водах после очистки превышали ПДК для вод, сбрасываемых в городскую канализацию.

Из полученных результатов следует, что оптимальные параметры шлака, используемого при очистке сточных вод гальванического производства сорбционным методом следующие: дисперсность шлака – 0,1 мм; масса шлака – 1 г на 1 л сточной воды.

Сточные воды действующего гальванического производства подвергли сорбционному методу очистки (минуя реагентную очистку) путем перемешивания со шлаком в течение 15 минут и последующим отстаиванием. Сущность метода можно объяснить протеканием сорбционных процессов и химических реакций в смеси «шлак + сточная вода».

Одним из важнейших показателей очищенных сточных вод является pH, он контролирует присутствие в водном растворе большинства химических элементов и определяет форму их нахождения в растворе. Из таблицы 4 видно, что значения величины pH гальванических стоков после очистки сорбционным методом соответствуют установленным нормам для сброса в канализацию.

Таблица 2

Результаты химического анализа сточных вод, очищенных сорбционным методом, в зависимости от дисперсности шлака

| Ингредиенты      | Дисперсность шлака |               |            |               |
|------------------|--------------------|---------------|------------|---------------|
|                  | 0,1 мм             |               | 0,05 мм    |               |
|                  | до очистки         | после очистки | до очистки | после очистки |
| Zn <sup>2+</sup> | 1,33               | 0,07          | 1,33       | 0,1           |
| Cu <sup>2+</sup> | 0,74               | 0,03          | 0,74       | 0,06          |

Таблица 3

Результаты химического анализа сточных вод, очищенных сорбционным методом, в зависимости от массы шлака

| Ингредиенты      | Масса шлака          |               |                      |                  |
|------------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|
|                  | 1 г / л сточной воды |               | 5 г / л сточной воды |                  |
|                  | до очистки           | после очистки | до очистки           | после очистки    |
| Zn <sup>2+</sup> | 1,33                 | 0,07          | 1,33                 | разбухание шлака |
| Cu <sup>2+</sup> | 0,74                 | 0,03          | 0,74                 | разбухание шлака |

Таблица 4

Характеристика pH гальванических стоков

| Показатель | до очистки стоков | после очистки<br>реагентным методом | после очистки<br>сорбционным методом |
|------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| pH         | 6,5 – 9,0         | 7,38 – 7,62                         | 7,45 – 7,82                          |

Результаты химического анализа сточных вод гальванического производства сорбционным методом

| Ингредиент       | Концентрация металлов в сточной воде, очищаемой сорбционным методом, мг/л |               | Эффективность очистки сточных вод Э, % |                   |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|-------------------|
|                  | до очистки                                                                | после очистки | реагентный метод                       | сорбционный метод |
| Zn <sup>2+</sup> | 1,33                                                                      | 0,075         | 97,7                                   | 94,4              |
| Cu <sup>2+</sup> | 0,74                                                                      | 0,034         | 94,6                                   | 95,4              |

Рассчитанную эффективность очистки сорбционным методом сравнили с эффективностью очистки реагентным способом, используемом на данном производстве. Полученные результаты приведены в таблице 5.

Результаты анализа показывают, что при замене реагентного способа на сорбционный, эффективность очистки сточных вод от Zn<sup>2+</sup> понизилась на 3,3%, а от Cu<sup>2+</sup> возросла на 0,8%.

Однако, для улучшения полученных результатов необходимо продолжить научные исследования: установить оптимальные условия процесса (например, оптимизировать время перемешивания шлама со сточными водами); определить изменение концентрации всех тяжелых металлов, содержащихся в сточных водах после очистки; оценить эффективность очистки по всем ингредиентам, содержащимся в сточных водах, и др.

Несмотря на полученные предварительные результаты, применение нового метода все же обеспечивает достаточно высокую степень очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Это доказывает, что многотоннажные отходы электросталеплавленного производства ОАО «Флаттер», нигде до сих пор не используемые, могут найти достойное применение. Однако, целесообразность внедрения предложенного метода требует дальнейшей научной разработки и экономического обоснования.

Использование предлагаемого способа позволит: снизить риск загрязнения водных объектов

тяжелыми металлами; упростить технологическую схему процесса очистки; уменьшить величину эколого-экономического ущерба при пылении шлакового полигона и отчуждении плодородных земель; заменить традиционно используемые в технологии сорбенты на дешевый отход электросталеплавленного производства; осадок, полученный в процессе очистки стоков, использовать в качестве составной части строительных смесей.

Однако, уже сейчас можно утверждать, что замена реагентного метода на сорбционный при очистке сточных вод гальванического производства ТОО «Гальванотехника» позволит решить не только экологическую проблему утилизации шлаков электросталеплавленного производства ОАО «Флаттер», но и подойти к решению экономической проблемы удешевления технологического процесса работы локальных очистных сооружений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карлович И.А. Геоэкология / И.А. Карлович. – М.: Акад. Проект: Альма-Матер, 2005. – 512 с.
2. Виноградов С.С. Гальванотехника и обработка поверхности / С.С. Виноградов // Экология. – 2003. – № 2. – С. 45 – 53.
3. Проскурина И.И. Использование отходов местной промышленности / И.И. Проскурина // Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья : тез.докл.науч.-практ.конф., Курск, 15-17 июня 2005г. – Курск, 2005. – Ч.2 – С. 58-59.