

УДК 66.067

Р.Б. САДОЯН, студент гр. 8ЭРПХ-21
Научные руководители: В.А. СОМИН, д.т.н., доцент,
Л.Ф. КОМАРОВА, профессор
АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

**ОЧИСТКА ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СТОКОВ ОТ СОЕДИНЕНИЙ
ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА**

В настоящее время гальваническое производство является неотъемлемой частью большого количества отраслей промышленности, среди которых можно выделить машиностроительную, горнодобывающую, химическую, электронную и др. Сточные воды, образующиеся в результате деятельности гальванических цехов, загрязнены такими тяжелыми металлами, как хром, никель, медь, кадмий, цинк и свинец. Попадание их в окружающую среду влечёт за собой загрязнение водоемов и деградацию водной флоры и фауны. На организм человека тяжелые металлы (в частности, хром) оказывают канцерогенное и мутагенное воздействие. Поэтому необходима глубокая очистка сточных вод гальванического производства с минимизацией рисков попадания тяжелых металлов в окружающую среду.

В ИТС 36-2017 [1] рассмотрены следующие методы очистки сточных вод, содержащих хром VI: ионный обмен, электролиз, электродиализ.

Метод ионного обмена представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе (в данном случае, сточной воде). Очистка хромсодержащих сточных вод и выделение из них соединений хрома (VI) осуществляются в блоке, состоящем из катионитовых и анионитовых фильтров. При очистке применяют Н-катиониты КУ-2-8, КУ-2-16, КУ-23 и аниониты в ОН-форме АВ-17, АН-18П, АН-25. Они достаточно устойчивы в хромовокислых растворах и могут быть использованы для обработки растворов с различным содержанием хрома. Преимуществами данного метода очистки являются возможность возвращения до 90-95% очищаемой сточной воды в гальваническое производство, а также выделение тяжелых металлов для повторного использования. В качестве недостатка можно отметить высокие капитальные и эксплуатационные затраты, а также необходимость утилизации элюатов.

Суть электродиализа заключается в следующем: ванна разделяется с помощью диафрагмы на три отделения. В центральное отделение заливается вода с растворенными солями, а крайние наполняются чистой водой, после чего в них помещаются электроды. Анионы переносятся током в анодное пространство. На аноде в ходе реакции происходит выделение кислорода, после чего образуется кислота, количество которой пропорцио-

нально количеству образовавшегося кислорода. Вместе с тем катионы переносятся в катодное пространство; на катоде выделяется водород, а также происходит образование щелочи, количество которой также пропорционально количеству выделившегося водорода. Схема может быть прямой, когда загрязненная вода пропускается через дилуатный контур единой установки и только часть рассола (реже — дилуат) возвращается в цикл работы. Однако это может привести к большим энергетическим потерям из-за понижения концентрации очищаемого потока. Циркуляционные установки отличаются тем, что загрязнённая вода многократно пропускается через дилуатные камеры до тех пор, пока не будет достигнута заданная концентрация. Однако такая схема усложняет автоматизацию процесса из-за необходимости регулирования напряжения, так как электрическое сопротивление постоянно изменяется ввиду того, что режим очистки нестационарен. Процесс электролиза способствует осаждению солей на мембранах; по этой причине установку необходимо периодически промывать серной кислотой [2].

Очистка методом электролиза происходит благодаря катодному восстановлению металлов по схеме:



В случае очистки стоков от шестивалентного хрома концентрацией более 2 г/л чаще всего используют электролизеры типа «Свис ролл». Особенность работы таких электролизеров заключается в наличии нерастворимых свинцовых или свинцово-оловянных анодов, а также катодов из легированной стали. В присутствии ионов железа трехвалентного на катоде происходит процесс восстановления шестивалентного хрома до трехвалентного. [2]

В справочнике ИТС 36-2017 среди рекомендуемых методов не упоминается гальванокоагуляция, хотя она во многом соответствует следующим критериям наилучших доступных технологий:

- внедрение малоотходных, безотходных и ресурсосберегающих технологий;
- внедрение локальных систем очистки и регенерации электролитов, а также систем очистки и регенерации промывочной воды и использования её по замкнутому циклу;
- использование очищенных производственных сточных вод в замкнутом цикле (организация водооборота);
- сокращение поступления в сточные воды опасных загрязняющих веществ.

Нами предложена схема очистки сточных хромосодержащих вод методом гальванокоагуляции [3] с возвращением очищенной воды обратно в производство и возможностью утилизации получившегося хромферритного шлама. Основным аппаратом в данном процессе является гальванокоагулятор, представляющий собой ёмкость, изготовленную либо из высоко-

легированной стали, либо из пластика на основе поливинилхлорида, либо из полипропилена и заполненную металлургическим коксом и железной стружкой. В данную ёмкость поступают на очистку хромсодержащие стоки, подкисленные до необходимого значения рН.

В гальванокоагуляторе проходит реакция восстановления шестивалентного хрома до трехвалентного при взаимодействии с трехвалентным железом в гальванической среде кокса и железной стружки, которая выступает катодом. Стоки, содержащие часть непрореагировавшего железа, должны пройти процесс отстаивания в отстойнике для отделения гидроксидов хрома и железа. Далее поток разделяется: осажденный шлам отправляется в илоуплотнитель, а отстоявшаяся вода подается на фильтр с песчаной загрузкой на доочистку, после которой она может быть использована в качестве технической воды на предприятии. После прохождения илоуплотнителя шлам с помощью илососа отправляется на обезвоживание к вакуум-фильтру, после прохождения которого вода отправляется в отстойник, а обезвоженный осадок — в бак хранения обезвоженного осадка. Далее последний вывозится и впоследствии может быть использован при производстве сплавов стали и чугуна в доменной печи.

Данная схема проста в аппаратном исполнении, обслуживании и автоматизации. Кроме этого, она позволяет утилизировать отходы производства в виде железной стружки и организовать замкнутый водооборот.

Список литературы:

1. ИТС 36. Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. М.: Бюро НДТ. 2017. 228 с.
2. Виноградов С.С. Гальванотехника и обработка поверхности» // Экологически безопасное гальваническое производство М.: Глобус. 2002. С. 165 - 262.
3. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности Барнаул: АлтГТУ. 2010. 174 с.