

УДАЛЕНИЕ ХРОМА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Показана актуальность проблемы образования и очистки хромсодержащих сточных вод машиностроительных предприятий. Приведены результаты исследования процессов удаления хрома из модельных растворов с применением нанофильтрации и ионного обмена.

Ключевые слова: очистка сточных вод, хром, нанофильтрация, ионный обмен.

Одним из основных источников загрязнения водоемов выступают недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий. Среди загрязнителей окружающей среды наиболее опасными являются ионы тяжелых металлов. Наибольший вклад в образование подобных стоков вносят гальванические участки машиностроительных предприятий. Вопрос очистки сбрасываемых сточных вод весьма актуален, поскольку накопление ионов тяжелых металлов в водоемах наносит серьезный вред их обитателям и вызывает затруднения в дальнейшем безопасном использовании водных объектов в хозяйственно-питьевых целях [1,2].

Технология нанесения гальванических покрытий широко применяется в различных областях индустрии. Данный вид обработки изделий отличается большим потреблением воды и образованием высокотоксичных сточных вод и твердых отходов. На сегодняшний день одним из наиболее популярных видов гальванических покрытий является хромирование. Образующиеся при этом сточные воды, попадая в водные объекты, крайне негативно влияют на живые организмы, а при поступлении через питьевую воду могут нанести серьезный вред здоровью людей. Даже при небольших концентрациях хромат-ионы обладают высокой аллергичностью, канцерогенностью, мутагенностью, способны оказывать резко выраженное токсическое действие [3,4].

В настоящее время существует множество методов, позволяющих удалить ионы хрома из отработанных вод.

К ним относятся:

– механическая очистка, позволяющая удалить нерастворимые соединения;

- реагентные методы, основанные на переводе соединений Cr(VI) в нерастворимую форму и дальнейшее их удаление;
- биохимическая очистка, основанная на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные загрязнения в качестве источника питания в процессе своей жизнедеятельности;
- физико-химические методы очистки, такие как мембранные и ионообменные методы.

Несмотря на то, что мембранные и ионообменные методы являются весьма перспективными, при их практическом использовании возникает ряд трудностей, снижающих их популярность среди проектных организаций и инжиниринговых компаний.

Мембранные методы (ММ) основаны на разделении компонентов раствора при его прохождении через селективный барьер – мембрану. Для очистки природных и сточных вод чаще используются баромембранные методы, сущность которых заключается в создании разности давления по обе стороны мембраны. Среди баромембранных методов в настоящее время распространение получили установки на основе обратного осмоса (ОО) и нанофильтрации (НФ) для доочистки природных вод, позволяющие получить фильтрат высокого качества. Однако использование баромембранных методов в сфере очистки сточных вод ограничивается их сложным составом и необходимостью предочистки [5, 6].

Ионный обмен представляет собой процесс обмена ионов между раствором и ионообменным материалом. Данный метод зачастую применяют в качестве заключительной стадии после реагентной очистки, с целью достижения норм ПДК. При этом его использование в качестве самостоятельного метода встречается довольно редко, что можно объяснить недостаточностью информации о конкретных условиях использования ионообменных загрузок и их регенерации [7, 8,9].

Для исследования процессов очистки от Cr(VI) использовались модельные растворы с концентрацией хромат-иона от 5 до 12 мг/л (ионный обмен) и от 50 до 100 мг/л (нанофильтрация). Все исследования проводились в лабораторных условиях, в качестве ионообменного материала использовался сильноокислый катионит Na-формы в виде полимерной матрицы полистирола, сшитого дивинилбензолом.

Удаление хрома из модельных растворов мембранным методом исследовалось на НФ мембранах из полиамида (мембраны Владипор типа ОПМН – П), при этом работа осуществлялась в режиме

рециркуляции, при котором часть концентрата после мембранной ячейки возвращалась в исходную емкость для обеспечения достаточной скорости над поверхностью мембраны. Некоторые результаты исследований представлены на рисунке 1.

Согласно экспериментальным данным, селективность очистки от соединений хрома, при исходной концентрации 50 и 100 мг/л, составила не менее 98 %. Хромат-ион в сточных водах при pH выше 3 находится в шестивалентной форме, и, зачастую, в соединении с кислородом образует соединение $(Cr_2O_7)^{2-}$. Данная форма Cr(VI) позволяет удалить его с высокой эффективностью при использовании НФ мембран, характеризующихся более высокой проницаемостью и меньшими рабочими давлениями по сравнению с ОО мембранами, которые чаще используются для удаления тяжелых металлов из растворов.

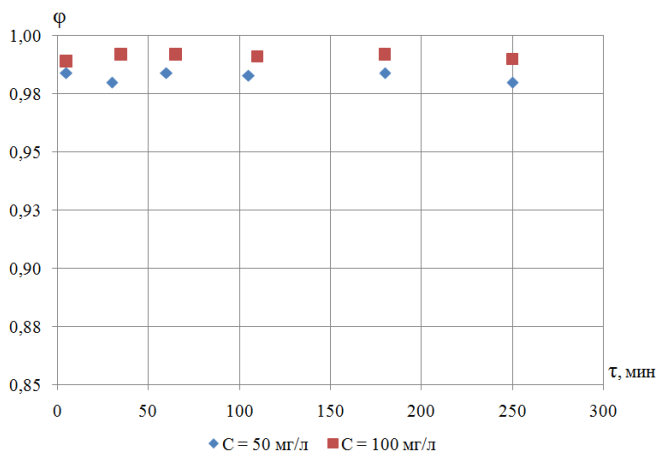


Рис. 1 – Зависимости селективности плоской НФ мембраны от времени фильтрования при различных концентрациях хрома

Как было отмечено выше, исследования ионного обмена проводились на меньших концентрациях, что было обусловлено низкой статической емкостью по хром, которая не превышала 0,2 мг/г. При проведении исследований в динамических условия была установлена значительная зависимость эффективности очистки от pH раствора (рисунок 2), при этом максимальная эффективность не превышала 30% при pH 1,4.

Как показали исследования, в качестве основной стадии очистки сточных вод машиностроительных предприятий от Cr(VI), может быть использована нанофильтрация, позволяющая удалить значительную

его часть при рН исходной воды выше 3. При этом рациональное использование НФ для очистки сточных вод должно основываться на тщательном изучении их состава и выделении компонентов, негативно влияющих на основные характеристики мембран: проницаемость и селективность. Предварительная подготовка воды, в связи с этим, является одним из наиболее важных этапов.

Использование ионного обмена в данной области возможно только в качестве доочистки и при условии подкисления исходной воды.

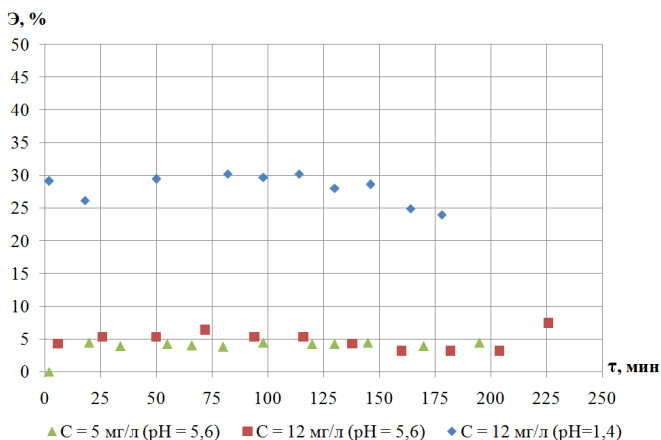


Рис. 2 –Зависимости эффективности извлечения (Э) ионов хрома из раствора CrO_3 от времени фильтрации (τ) при различных концентрациях и рН

Библиографический список

1. Алясова А.В., Влияние гальванического производства на окружающую среду. / Алясова А.В. // Успехи современного естествознания. - №7. – 2011. - С. 68-69.
2. Теплая Г.А Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). / Теплая Г.А // Астраханский вестник экологического образования. - № 1 (23). - 2013. - С. 182-192.
3. Золотых Я.Д., Влияние выбросов гальванического цеха на окружающую среду. / Золотых Я.Д., Молдаков А.К. // Безопасность городской среды. - 2018. - С. 236-239.
4. Павлов Д.В., Современная ресурсосберегающая система оборотного водоснабжения гальванического производства. / Павлов Д.В., Гогина Е.С. // Вестник МГСУ. - № 10. - 2013. - С. 175–183.
5. Baker R.W. Membrane Technology and Applications. / Baker R.W. - Wiley , 2004. - 552 p.
6. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах. / Филатова Е.Г. //

Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2015. - № 2 (13). - С. 97-109.

7. Галкина Ю.М., Перспективы ионообменной технологии очистки сточных вод гальванического производства. / Галкина Ю.М., Тарчигина Н.Ф. // Энергосбережение и водоподготовка. - №3. - 2008. - С. 25-27.

8. Субботин В.А., Реагентная очистка сточных вод от цинка и меди в присутствии солей аммония. Физико-химическая очистка и методы анализа промышленных сточных вод. / Субботин В.А., Кобякова Н.И. - Москва: ВНИИС, 1998. –240 с.

9. Волоцков Ф.П., Очистка и использование сточных вод гальванического производства. / Волоцков Ф.П. - Москва: Стройиздат, 1983. – 104с.

УДК 628.31

Шайхиев И.Г. д-р. техн. наук, доц.,
Нгуен Тхи Ким Тхоа, асп.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

Калиндеева И.А., ведущ. инж.
(АО «Завод им. Горького» г. Зеленодольск, Россия)

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПИЛОК ДЕРЕВЬЕВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*Проведен анализ литературных источников по использованию целлюлозосодержащих отходов деревопереработки и от переработки сельскохозяйственного сырья и в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред. Найдено, что опилки, образующиеся при переработке древесной биомассы, являются перспективными сорбционными материалами для удаления ионов тяжелых металлов из природных и сточных вод. Сделан вывод о целесообразности исследований по удалению ионов тяжелых металлов опилками сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и березы повислой (*Betula pendula*).*

Ключевые слова: целлюлозосодержащие отходы деревопереработки, сельского хозяйства, сорбционные материалы, поллютанты, удаление.

Адсорбционный метод очистки широко применяется в промышленном производстве и водоподготовке для удаления поллютантов различной природы из сточных и природных вод. Преимуществами адсорбционной очистки является возможность извлечения из водных сред загрязнителей любой концентрации, очистка до требований природоохранных и санитарно-гигиенических норм, простота процесса и оборудования и ряд других факторов.

Применяемые в промышленности активированные угли, как правило, имеют развитую поверхность с площадью более 500 м²/г и,