



ISBN 978-5-89873-597-5



9 785898 735975

**Электронный сборник статей  
по материалам конференции**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**1**



**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 27-29 апреля 2022 г.)**

**Электронный сборник статей  
по материалам конференции**

**В трех томах**

**ТОМ 1**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022 «ЭНЕРГЕТИКА И  
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 27-29 апреля 2022 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 1

*Под общей редакцией ректора КГЭУ  
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2022

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

заведующий кафедрой ЭиЭ ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,

доктор технических наук, доцент К. В. Суслов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,

доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),

Е. С. Дремичева

М43 Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 1. – 736 с.

ISBN 978-5-89873-597-5 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-600-2

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-597-5 (т. 1)

© КГЭУ, 2022

ISBN 978-5-89873-600-2

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА ТЭС ОТХОДОМ ЭНЕРГЕТИКИ

Э.Р. Зайнуллина

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

my-elechka@mail.ru

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Л.А. Николаева

В работе предложено изучение процесса очистки обратноосмотического концентрата от сульфат- и хлорид-ионов методом адсорбции. В качестве адсорбционного материала использован многотоннажный отход энергетики – шлам химводоподготовки. Получены экспериментальные данные по очистке обратноосмотического концентрата на стенде «Медиана-фильтр».

**Ключевые слова:** адсорбция, обратноосмотический концентрат, шлам химводоподготовки, тепловые электрические станции.

Технология обратного осмоса широко применяется в схемах водоподготовки на ТЭС. При обратноосмотическом обессоливании образуется пермеат высокого качества. Преимуществами мембранных установок является простота в эксплуатации, отсутствие применения реагентов. Серьезную проблему составляет наличие у обратноосмотических установок сбросных расходов концентрата, которые содержат все удаленные из воды соли и другие загрязнения, имеют высокую минерализацию, что делает невозможным не только их возврат в оборотный цикл, но и сброс в городской коллектор.

Утилизация обратноосмотического концентрата является серьезной проблемой не только в России, но и за рубежом.

Существует четыре основных метода утилизации обратноосмотического концентрата: сброс; минимизация отходов; безвредная обработка; переработка [1].

Для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду предложена возможность использования твердого отхода энергетики для очистки обратноосмотического концентрата ТЭС от сульфат- и хлорид-ионов.

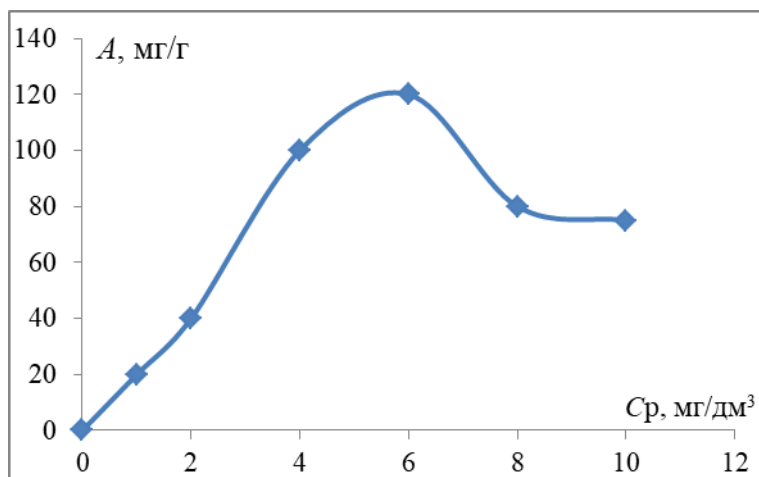
На лабораторной установке проводились экспериментальные исследования по получению обратноосмотического концентрата ТЭС. Лабораторная установка включает две ступени. Первая включает механическую очистку и ультрафильтрацию, вторая: мембранный блок обратноосмотического фильтра. Мембранные процессы характеризуются наличием особенного селективно проницаемого барьера между двумя фазами – мембраной. Мембрана – устройство, содержащее обратноосмотическую мембрану и представляющее собой аппарат минимальной производительности. Состоит из пермеатной трубки, а также плоских листов обратноосмотических мембран [2]. В процессе очистки происходит задержание частиц с размерами большими, чем размер пор, при этом фильтрат способен проникать сквозь поры, таким образом происходит разделение на два потока: концентрат и пермеат.

В качестве адсорбционного материала, для очистки полученного концентрата, предлагается использовать шлам химводоподготовки (ХВО) Казанской ТЭЦ-1. Шлам ХВО – образуется на предварительной стадии очистки сырой воды в результате процессов известкования и коагуляции. Химический состав и показатели водной вытяжки шлама представлены в ранних работах [3]. Гранулированный материал изготовлен из данного отхода энергетики.

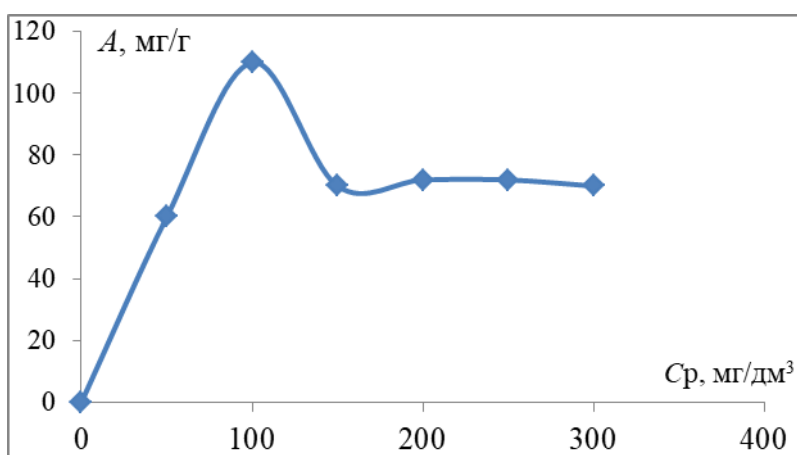
Для оценки адсорбционной емкости шлама ХВО по отношению к сульфат- и хлорид-ионам проведены исследования на полученном концентрате лабораторной установки. В статических условиях изучался процесс адсорбции. Были построены изотермы адсорбции с помощью которых определяли адсорбционную способность сорбента по отношению к сульфат- и хлорид- ионам. Для опыта использовался метод переменных навесок и постоянной концентрации [4]. По методике «Классического титрования солью свинца в присутствии дитизона» определяли концентрацию сульфат-ионов, методику меркуметрического титрования с индикатором дифенилкарбозидом применяли для определения хлорид-ионов.

Изотермы относятся в Н-типу по классификации Смита, что свидетельствует о протекании хемосорбции. Полученные изотермы описывают протекание хемосорбции, т.к. относятся к Н-типу по классификации Смита (см. рисунок).

Таким образом, эффективность очистки при использовании данного метода составляет 92 %.



а



б

Изотермы адсорбции сульфат- (а) и хлорид-ионов (б) карбонатным шламом Казанской ТЭЦ-1

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №18-79-10136 <https://rscf.ru/project/18-79-10136>.

### Источники

1. Малахов И.А. Технология глубокого обессоливания добавочной воды на ТЭС с утилизацией сточных вод // Теплоэнергетика. 2006. № 8. С. 14–16.
2. Тверской В.А. Мембранные процессы разделения. Полимерные мембраны: учеб. пособие. М.:ИПЦ МИТХТ, 2008. 59 с.
3. Николаева Л.А., Хамзина Д.А. Замазученный шлам химводоочистки – вторичный энергетический ресурс на объектах малой энергетики // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2016. № 5–6. С. 50–54.
4. Николаева Л.А., Миннеярова А.Р. Адсорбционная очистка обратноосмотического концентрата водоподготовительных установок ТЭС // Теплоэнергетика. 2019. № 5. С. 95-100.