



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы докладов

В трех томах

Том 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы конференции

В трех томах

ТОМ 1

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

Казань 2022

ОЧИСТКА ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА СОРБЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ЭНЕРГЕТИКИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Элеонора Райнуровна Зайнуллина
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Л. А. Николаева
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
my-elechka@mail.ru

Аннотация. В статье предлагается адсорбционная технологическая очистка солевых сточных вод от сульфат- и хлорид ионов шламом химводоподготовки, образующимся на стадии предварительной очистки сырой воды. На промышленных предприятиях образовывается большое количество высокоминерализованных стоков после химического обессоливания и обратного осмоса. Для применения технологий очистки сточных вод концентрата возникают сложности: высокие энергетические, эксплуатационные и капитальные затраты.

Ключевые слова: обратноосмотический концентрат, адсорбция, сточные воды, шлам химводоподготовки.

PURIFICATION OF REVERSE OSMOTIC CONCENTRATE BY SORPTION MATERIAL BASED ON ENERGY WASTE IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Eleonora R. Zainullina
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
my-elechka@mail.ru

Abstract. The article proposes the adsorption technological purification of salt wastewater from sulfate and chloride ions of chemical water treatment sludge formed at the stage of preliminary purification of raw water. A large number of highly mineralized effluents are formed at industrial enterprises after chemical desalination and reverse osmosis. For the application of concentrate wastewater treatment technologies, difficulties arise such as high energy, operational and capital costs.

Keywords: chemical water treatment sludge, adsorption, sulfate and chloride ions.

Для снижения антропогенного воздействия на водные объекты окружающей среды применяются различные технологии очистки высокоминерализованных вод промышленных предприятий. В работе предлагается адсорбционная очистка отходом энергетики обратноосмотических вод от сульфат-ионов и хлорид-ионов. В качестве адсорбента используется твердый отход энергетики – карбонатный шлам химводоподготовки (ХВП). Данный материал образуется на стадии предварительной очистки в результате процессов известкования и коагуляции.

В экспериментальных исследованиях использовали карбонатный шлам (влажность 3 %) Казанской ТЭЦ-1. Высушенный шлам – мелкодисперсный порошок от светло-желтого до бурого цвета. Очистку высокоминерализованных вод промышленных предприятий от ионов тяжелых металлов Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} рассматривают в работе [1], где в качестве адсорбционного материала используют шлам ХВП.

Представлена технология адсорбционной очистки карбонатным шламом ХВП высокоминерализованных сточных вод от сульфат-ионов и хлорид-ионов. Произведен эксперимент определения адсорбционной ёмкости шлама, построены изотермы адсорбции, влияние pH на адсорбцию по отношению к сульфат- и хлорид-ионам [3, 2].

В практике обессоливания сточных вод промышленных предприятиях применяются ионообменные фильтры с гранулированной загрузкой. Разработан гранулированный сорбционный материал (ГСМ) на основе мелкодисперсного шлама, который имеет адсорбционную емкость способную поглощать сульфат- и хлорид-ионы. При сравнении динамических и статических условий адсорбционной очистки, первый имеет ряд преимуществ – большие технологические, эксплуатационные и экономические [4].

Представлены технологические характеристики полученного ГСМ в таблице.

Технологические характеристики ГСМ

№	Наименование показателей	Значение	Единица измерения
1	адсорбционная ёмкость по SO_4^{2-}	130	мг/г
2	адсорбционная ёмкость по Cl^-	116	мг/г
3	суммарный объём пор	0,592	$\text{см}^3/\text{г}$
4	удельная поверхность	46,2	$\text{м}^2/\text{г}$

Определены показатели качества фильтрата при пропускании различных объемов модельных растворов через загрузку ГСМ в динамических условиях. Разработанная технология очистки обратноосмотического концентрата промышленных предприятий гранулированным сорбционным материалом на основе карбонатного шлама позволит снизить солесодержание исходной воды до норм ПДК водных объектов рыбо-хозяйственного значения (по сульфат-ионам 100 мг/дм^3 , по хлорид-ионам до 300 мг/дм^3). Эффективность очистки должна составить более 98 %.

Предложено применение гранулированного сорбционного материала для очистки концентрата обратноосмотической установки, включённой в пилотную схему очистки условно-чистых сточных вод ПАО «Нижекамскнефтехим» [5].

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

Источники

1. Лупейко Т.Г., Баян Е.М., Горбунова М.О. Исследование техногенного карбонатосодержащего отхода для очистки водных растворов от ионов никеля (II) // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77. №1. С. 87–91.

2. Николаева Л.А., Бородай Е.Н., Голубчиков М.А. Сорбционные свойства шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2011. №1–2. С. 132–137.

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., Голубчиков М.А. Исследование сорбции нефтепродуктов сточных вод электростанций модифицированным шламом осветлителей ТЭС // Теплоэнергетика. 2012. №5. С. 59–62.

5. Николаева Л.А., Хамитова Э.Г. Использование отхода энергетики в качестве сорбционного материала при очистке обратноосмотического концентрата // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2019. Т. 55. № 5-6. С. 427-432.

УДК 658.567.1

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ И ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Владислав Игоревич Королев

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор Э.Р. Зверева
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
eziodepakes@gmail.com

Аннотация. В статье предложено усовершенствование технологии реагентного обеззараживания осадков с использованием шламовых отходов, в частности карбонатного шлама ТЭС/ТЭС. Кратко описаны результаты научных работ, ученических изысканий адсорбционную способность карбонатного шлама.

Ключевые слова: ТЭС, карбонатный шлам, обработке иловых осадков сточных вод, технологии реагентного обеззараживания осадков.