

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Извлечение соединений лития при переработке попутных нефтяных вод

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 4 _____ курса _____ 431 группы _____

направления _____ 18.03.01 «Химическая технология» _____

код и наименование направления, специальности

Института химии

наименование факультета, института

Нуриева Надира Натиговича

Научный руководитель

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Бакалаврская работа содержит 59 страниц, 4 таблицы, 7 рисунков, 32 литературных источника.

Переработка попутных нефтяных вод имеет важное значение для охраны окружающей среды. Уменьшение объема сбрасываемых в природу загрязняющих веществ способствует улучшению качества воды и снижению риска для здоровья человека и экосистем. Кроме того, извлечение драгоценных металлов из ПНВ может снизить потребность в добыче этих ресурсов из традиционных источников, что также положительно сказывается на экологии.

Актуальность работы по переработке попутной нефтяной воды обусловлена значительным увеличением объемов ее образования в процессе добычи нефти, что создает необходимость в эффективных методах ее обработки и использования. Переработка попутной нефтяной воды позволяет извлечь ценные компоненты, которые могут быть использованы в различных производственных процессах. Это открывает новые возможности для повышения экономической эффективности нефтяных компаний, улучшения материального баланса и оптимизации производственных процессов. В условиях растущей конкуренции на рынке нефти, эффективное управление ресурсами, включая попутную нефтяную воду, становится важным фактором для обеспечения устойчивого роста и повышения прибыльности предприятий.

Литий становится одним из главных продуктов переработки попутной нефтяной воды, поскольку его извлечение из таких вод может значительно повысить рентабельность нефтегазовых месторождений. Это связано с растущим спросом на литий в различных отраслях.

Литий используется для изготовления сплавов с другими металлами, включая свинец, медь, серебро, магний, кремний и алюминий. Сплавами, наиболее часто используемыми в аэрокосмической промышленности, являются литий-алюминиевые сплавы, содержащие 1-3% лития. Литий-алюминиевые сплавы обеспечивают экономию веса на 5%, повышенную жесткость до 7% и повышенную прочность до 30% по сравнению с алюминиевыми сплавами, не

содержащими литий. Благодаря такому разнообразию применений литий входит в список важнейших материалов, необходимых для экономики и безопасности и находится в центре внимания недавних исполнительных указов, касающихся важнейших полезных ископаемых и соответствующих цепочек поставок.

Цель работы является исследование процесса извлечения соединений лития при переработке попутных нефтяных вод сорбционно-десорбционным методом на сорбенте ДГАЛ-С1.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- изучить литературу, патенты, научные статьи по уже имеющимся процессам переработке попутных нефтяных вод используемым на производстве;
 - произвести расчёт;
 - провести сравнительный анализ полученных результатов и сделать выводы о возможности внедрения на производство.
- Бакалаврская работа состоит из двух глав: «Литературный обзор» и «Экспериментальная часть технологического расчета».

Литературный обзор состоит из нескольких подразделов:

- Этапы процесса переработки пластовой воды.
- Комплексная переработка попутных нефтяных вод.
- Сорбенты для сорбции-десорбции соединений лития.
- Технологии получения литиевого концентрата при использовании ДГАЛ-Хлор.

Технологический расчет состоит из восьми подразделов:

- Оценка сырья (исходный рассол).
- Сорбционный-десорбционный модуль.
- Оценка материального баланса сорбционного-десорбционного модуля.
- Пластинчатый теплообменник из сорбционного-десорбционного модуля.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе бакалаврской работы осуществлен поиск литературных данных по переработке попутных нефтяных водах, а также о технологиях получения соединений лития, проанализированы данные о назначении рассматриваемых процессов.

Основной процесс, используемый в переработке попутной нефтяной воде – сорбция. Сорбцию лития из гидроминерального сырья (ГМС) производят с целью отделения лития от рассольной основы. Операция заключается в последовательном пропускании ГМС через колонны с целью более полного насыщения сорбента литием. Процесс заполнения сорбционных колонн осуществляется снизу-вверх.

Промывка сорбента технической водой необходима для удаления остаточного количества рассола из слоя сорбента перед десорбцией и определяет чистоту получаемого элюата. Кроме того, многоступенчатый процесс промывки позволяет в процессе промывки «донасытить» сорбент литием и повысить его рабочую ёмкость, что, в свою очередь, благоприятствует ведению последующего процесса десорбции. Отработанные промывные растворы после нескольких циклов их использования по составу близки к исходному рассолу и могут быть возвращены на стадию сорбции.

Целью процесса десорбции является перевод лития из сорбента в раствор, что достигается путем последовательного пропускания через колонну порций воды и элюата с разной концентрацией лития. Процесс заполнения сорбционных колонн осуществляется снизу-вверх.

Процесс десорбции протекает аналогично на каждой из 6 колонн. С целью организации непрерывного режима эксплуатации технологический процесс организован с определенной продолжительностью согласно циклограмме.

Во второй главе бакалаврской работы описан процесс сорбции-десорбции в колоннах, загруженным в них сорбентом – ДГАЛ-ХЛОР, дана характеристика сырья, для процесса выполнен расчёт материального баланса, проведён чертёж блока схемы подготовки сырья сорбционного – десорбционного модуля.

После расчёта материального баланса предлагается модернизировать сорбционный-десорбционный модуль, заменив на подготовке сырья пластинчатый теплообменник на другой с новым теплоносителем – водяной пар.

Таблица 1 – Материальный баланс сорбционно-десорбционного модуля

Приход			Расход		
Наименование компонента	Конц., мг/л	Кол-во, кг/ч	Наименование компонента	Конц., мг/л	Кол-во, кг/ч
Рассол в СДМ			Отработанный рассол		
Na	8440	687,47	Na	7569	685,55
K	22080	1798,50	K	19773	1790,94
Li	250	20,36	Li	25	0,23
Ca ⁺²	142300	11590,90	Ca	127852	11580,06
Mg ⁺²	17000	1384,72	Mg	15285	1384,47
SO ₄ ²⁻	50	4,07	SO ₄ ²⁻	44	3,94
Cl ⁻	314000	25576,56	Cl	21512	25497,65
Br ⁻	8000	651,63	Br	7176	650,00
Fe общ	1,17	0,07	Fe общ	1,17	0,07
Нефтепродукты	0,5	0,03	Нефтепродукты	-	0,03

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были определены основные размеры, произведён материальный баланс

Из работы сделаны следующие выводы:

1. Выполнен расчёт предложенного теплообменника с теплоносителем – водяной пар на блок подготовки сырья.
2. Составлен материальный баланс сорбционного-десорбционного модуля.
3. Рассмотрена характеристика подаваемого сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химическая энциклопедия: В 5 т.: т. 1: А-Дарзана / Редкол.: Кнунянц И. Л. (гл. ред.) и др. - М.: Сов.энцикл., 1988. – С. 623.
2. Позин М.Е., Технология минеральных солей. Л., Химия, 1974, С. 236-310.
3. Ланина Т.Д. Процессы переработки пластовых вод месторождений углеводородов [Текст]: монография / Т.Д. Ланина, В.И. Литвиненко, Б.Г. Варфоломеев. - Ухта: УГТУ, 2006. – С.172.
4. Сенявин М.М., Хамизов Р.Х., Океанская вода - источник минерального сырья. Природа, 1990, №7, С. 25-33.
5. Ксензенко В.И., Стасиневич, Д.С. Химия и технология брома, иода и их соединений. - М.: Химия, 1995. – 432 с.
6. Сидкина Е. С. Рассолы западной части тунгусского артезианского бассейна / Е. С. Сидкина // Геохимия. – 2015. – № 8. – С. 743.
7. Ланина Т.Д. Извлечение лития из высокоминерализованных пластовых вод нефтяных месторождений[Текст]: монография / Т.Д. Ланина, И.Ю. Быков. - Ухта: УГТУ, 2009. – С.192.
8. Поликашина, Н. С. Причины возникновения и пути устранения дефицита редких металлов в России / Н. С. Поликашина, М. В. Торикова // Рациональное освоение недр. – 2019. – № 5. – С. 26-43.
9. Кшняйкина, С. С. Извлечение лития из попутных вод, образующихся в процессе нефтепереработки / С. С. Кшняйкина // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 145-149.
10. Савиновский, Д. А. Опробование метода извлечения лития из пластовых вод Восточной Сибири / Д. А. Савиновский, М. А. Касперович // Бурение и нефть. – 2024. – № 9. – С. 54-57.

11. Ланина, Т. Д. Комплексная утилизация нефтегазопромышленных отходов для обеспечения экологической безопасности и дополнительного извлечения минерального сырья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Т. Д. Ланина. – Ухта, 2009. – 48 с.

12. Воробьев, А. Е. Волновая обработка продуктивного пласта / А. Е. Воробьев // Вестник Атырауского университета нефти и газа им. С. Утебаева. – 2019. – № 3(51). – С. 7-15.

13. Пат.2436732 Российская Федерация. Способ комплексной переработки рассолов хлоридного кальциевого и хлоридного магниевых типов/ А.Д. Рябцев, Н.П. Коцупало, Л.А. Серикова. – Заявка № 2009118041/05 от 12.05.2009, опубл. 20.11.2010. Бюл. № 32.

14. Пат.2189362 Российская Федерация. Способ комплексной переработки попутных вод нефтяных месторождений/ В.И. Литвиненко, Б.Г. Варфоломеев. – Заявка №2000116192/12, от 19.06.2000. опубл.20.09.2002.Бюл.№58.

15. Девлешова, Н. А. Поиск эффективных технологий получения элементов попутно при эксплуатации нефтяных месторождений / Н. А. Девлешова, М. А. Дорожкина // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2020. – С. 77-80.

16. Джумадилов, Т. К. Эффективная сорбция ионов европия интерполимерной системойAmberliteIR120 - АВ-17-8 / Т. К. Джумадилов, Х. Химэрсэн, А. М. Байшибеков // Актуальные проблемы химической науки и химического образования: сборник Республиканской научной конференции. – Астана: Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 2022. – С. 46-48.

17. Кинетика и сорбционное равновесие ионов аммония на синтетических ионообменных смолах PuroliteC100E и Dowex 50WX8 / Н. Н.

Смирнова, И. А. Небукина, К. Н. Платонов [и др.] // Вода: химия и экология. – 2015. – № 10(88). – С. 54-61.

18. Смирнова, Н. В. Новые фурановые ионообменные биополимеры / Н. В. Смирнова, В. А. Клушин, В. П. Кашпарова // Мембраны-2022: Тезисы докладов XV юбилейной Всероссийской научной конференции с международным участием. – Москва: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2022. – С. 445-446.

19. Сорбция ионов Ni^{2+} силикатным сорбентом из отходов борного производства / С. Б. Ярусова, П. С. Гордиенко, Р. Г. Мелконян [и др.] // Техника и технология силикатов. – 2013. – Т. 20, № 3. – С. 20-27.

20. Гливук, А. С. Разработка синтетического силикатного сорбента нефтепродуктов / А. С. Гливук, Е. А. Гливук // Образование, наука, производство. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 44-48.

21. Помазкина, О. И. Исследование адсорбции ионов никеля (II) модифицированными природными алюмосиликатами / О. И. Помазкина, Е. Г. Филатова, Ю. Н. Пожидаев // Физико-химические проблемы адсорбции в нанопористых материалах: Материалы симпозиума. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 2018. – С. 166-168.

22. Немудрый, А. П. Технологии извлечения лития из отечественного горнорудного и гидроминерального литиевого сырья / А. П. Немудрый // Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение: Сборник тезисов 3-ей Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина. – Москва: ООО Научные технологии, 2024. – С. 180-182.

23. Рациональное использование поликомпонентных рассолов, добываемых совместно с нефтью / А. Д. Рябцев, Н. П. Коцупало, А. А. Кураков [и др.] // Химическая технология. – 2019. – Т. 20, № 4. – С. 155-162.

24. Поиск способа очистки пластовой воды с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду / А. З. Сулейманова, С. В. Водопьянова, К. Р. Дубровина, А. И. Хацринов // Современные технологии в области защиты окружающей среды и техносферной безопасности: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. – С. 350-357.

25. Кондратенко, Е. В. Оценка инновационного проекта извлечения редких металлов из попутных пластовых вод при разработке нефтегазовых месторождений / Е. В. Кондратенко, П. А. Кондратенко // Нефть, газ и бизнес. – 2016. – № 2. – С. 20-22.

26. Патент № 2816101 С1 Российская Федерация, МПК В01J 20/30, В01J 20/04, В01J 20/08. Сорбент для извлечения лития из литийсодержащих растворов, его применение для извлечения лития из литийсодержащих растворов и способ получения такого сорбента: № 2023118774: заявл. 17.07.2023: опубл. 26.03.2024 / Г. Р. Гаджиев, Д. А. Кондруцкий, Д. Х. С. Бенавенте, М. А. Никонов; заявитель Акционерное общество "Аксион Редкие и Драгоценные Металлы".

27. Пат.2664936 Российская Федерация. Способ разделения эмульсий/ П.В. Белов, А.Д. Ишков, А.В. Косяков, С.В. Кулигин. – Заявка № 2017124417 от 11.07.2017, опубл. 23.08.2018. Бюл. № 24.

28. Пат.2688593 Российская Федерация. Способ сорбционного извлечения лития из литийсодержащих хлоридных рассолов/Р.З. Сахабутдинов, Ф.Р. Губайдулин, Л.В. Кудряшова. - Заявка № 2018129921 от 16.08.2018, опубл. 21.05.2019 Бюл. № 15.

29. Пат.2284298 Российская Федерация. Способ получения гранулированного хлорида лития при комплексной переработке природных рассолов/ А.Д. Рябцев, Н.П. Коцупало, Л.Т. Манжерес.- Заявка № 2015107978 от 21.03.2015, опубл. 27.09.2006 Бюл. № 13.

30. Пусковой (временный) технологический регламент: комплект документов на технологический процесс производства карбоната лития. ТР.01.85 01.01.2023, ООО «ИНК-Лития».

31. Купцов, С. М. Методология прогнозирования теплофизических свойств пластовых жидкостей и горных пород нефтяных месторождений: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / С.М. Купцов. – Москва, 2010. – 252 с.

32. Портнов, В.В. Методические указания к выполнению контрольной работы на тему «Расчет пластинчатого теплообменного аппарата» по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» / В.В. Портнов // Актуальные проблемы химической науки и химического образования: сборник Республиканской научной конференции. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 30-36.