



Минобрнауки России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук РАН
(ИФХЭ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора
ИФХЭ РАН по науке
С.А. Кулюхин
2022 г.

—
« 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация **Рудских Вячеслава Васильевича** на тему: «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок утилизации литевых водородсодержащих материалов» по научной специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена в лаборатории хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН) и Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) Федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк» (ФГУП «ПО» Маяк»).

В процессе подготовки диссертации Рудских Вячеслав Васильевич, 16.09.1972 года рождения, с 07.10.2019 г. по настоящее время работал начальником лаборатории специального материаловедения в ЦЗЛ ФГУП «ПО» Маяк». Рудских В.В. был прикреплен к аспирантуре без освоения основной образовательной программы в лаборатории хроматографии радиоактивных элементов ИФХЭ РАН с 12 марта 2022 г. по настоящее время.

Удостоверение о сдаче кандидатского экзамена по иностранному языку (английский) выдано Федеральным государственным унитарным предприятием «Производственное объединение «Маяк» в 2001 году, удостоверение о сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов выдано Федеральным государственным унитарным предприятием «Производственное объединение «Маяк» в 2005 году, справка об обучении №102 о сдаче кандидатского экзамена по истории философии и науки выдана Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2021 году.

Научный руководитель: заведующий лабораторией хроматографии радиоактивных элементов ИФХЭ РАН, доктор химических наук (02.00.14 Радиохимия), старший научный сотрудник **Милютин Виталий Витальевич**.

По результатам рассмотрения диссертации Рудских Вячеслава Васильевича на тему «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок утилизации литевых водородсодержащих материалов» принято

следующее заключение.

Актуальность работы связана с широким применением металлического лития и его соединений в различных областях науки и техники. В связи с этим возникает необходимость организации промышленной переработки (утилизации) литийсодержащих материалов и изделий с целью повторного использования лития. До последнего времени для глубокой химической очистки лития широко использовался электрохимический метод с ртутным катодом. Очевидно, что указанная технология не отвечает современным требованиям к экологической и промышленной безопасности и не может быть предложена для переработки литийсодержащих материалов.

Научная новизна работы:

1. Впервые изучено распределение микропримесей щелочных, щелочноземельных, переходных металлов, алюминия и кремния в процессах карбонизации растворов гидроксида лития и термической декарбонизации растворов гидрокарбоната лития.

2. Предложен метод фильтрации на керамических ультрафильтрационных мембранах для очистки литийсодержащих растворов от примесей в мелкодисперсном и коллоидном состоянии.

3. Изучена сорбция примесей различных металлов из растворов гидрокарбоната лития. Показано, что в целях глубокой комплексной очистки растворов LiHCO_3 от примесей наиболее эффективными являются иминодиацетатные хелатные катиониты.

4. Определены условия образования фазы $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ и ее термического обезвоживания с получением безводного хлорида лития.

5. Впервые проведены испытания коррозионной стойкости различных конструкционных материалов в насыщенном растворе хлорида лития при температуре его кипения. Сделан вывод о высокой коррозионной стойкости в указанных условиях металлического циркония и титанового сплава ВТ1-0.

Практическая значимость работы:

1. Разработан метод технологического контроля процесса карбонизации раствора гидроксида лития, основанный на измерении значений электропроводности и pH раствора. Определены значения указанных параметров для контроля полноты протекания процесса карбонизации.

2. Предложен метод очистки литийсодержащих растворов от мелкодисперсных и коллоидных частиц примесей с использованием ультрафильтрационных керамических мембран.

3. Разработана принципиальная технологическая схема процесса получения высокочистых карбоната и хлорида лития из ЛВХР.

4. По результатам работы составлено техническое задание на проектирование опытно-промышленной установки переработки ЛВХР для получения высокочистого карбоната и хлорида лития. Определены типы и характеристики основного технологического оборудования опытно-промышленной установки.

5. На основании технического задания изготовлены и поставлены на ФГУП «ПО «Маяк» основные узлы опытно-промышленной установки переработки ЛВХР.

Диссертация логично структурирована, основные научные положения и выводы четко сформулированы и подтверждены экспериментально.

По теме диссертации опубликовано 23 научные работы, в том числе опубликовано 10 статей в изданиях, рекомендованных ВАК – 10 и 13 тезисов в сборниках тезисов научных конференций.

Публикации, в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.**, Орлова В.А., Тананаев И.Г. Выделение лития из водных растворов методами выпаривания и осаждения и стабильность полученных соединений при хранении на воздухе. // Журнал прикладной химии. 2015. Т. 88. Вып. 9. С. 1240-1247 (Volkova T.S., Rudskikh V.V., Orlova V.A., Tananaev I.G. Recovery of Lithium from Aqueous Solution by Evaporation and Precipitation and Stability of the Resulting Compounds in Their Storage in Air // Russian Journal of Applied Chemistry. 2015, Vol. 88, No. 9, pp. 1388 – 1394, DOI: 10.1134/S1070427215090025.). (Scopus, Web of Science).
2. Волкова Т.С., **Рудских В.В.**, Джевелло К.А. Влияние значения pH раствора на коэффициенты распределения лития и примесных элементов на стадии сорбции // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89. Вып. 10. С. 1322-1327. (Volkova T.S., Rudskikh V.V., Dzhevello K.A. Influence of pH on Distribution Coefficients of Lithium and Impurity Elements in Sorption // Russian Journal of Applied Chemistry. 2016, Vol. 89, No. 10, pp. 1642 – 1646, DOI: 10.1134/S1070427216100128.). (Scopus, Web of Science).
3. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Механизм и параметры сорбции ионов щелочных металлов сильноокислотными катионитами // Журнал общей химии. 2017. Т. 87. Вып. 3. С. 503-512. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Mechanism and sorption parameters of alkali metal ions on strongly acidic cation exchange resins // Russian Journal of General Chemistry. 2017, Vol. 87, No 3, P. 506 – 514, DOI: 10.1134/S1070363217030215.). (Scopus, Web of Science)
4. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Влияние параметров технологического процесса на осаждение карбоната лития при пропускании углекислого газа через раствор гидроксида лития // Журнал прикладной химии. 2017. Т. 90. Вып. 9. С. 1128-1133 (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Effect of Technological Process Parameters on Precipitation of Lithium Carbonate on Passing Carbon Dioxide through Lithium Hydroxide Solution // Russian Journal of Applied Chemistry. 2017, Vol. 90, No. 9. P. 1386 – 1391, DOI: 10.1134/S1070427217090026.). (Scopus, Web of Science)
5. Милютин В.В., Некрасова Н.А., **Рудских В.В.**, Волкова Т.С. Сорбционная очистка растворов щелочных металлов от примесей щелочноземельных и цветных металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т. 18, № 3. С. 365 -372. (Chemical Abstracts)
6. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Исследование возможности очистки раствора хлорида лития от примесей сорбционным методом // Журнал прикладной химии. 2019. Т. 92, № 8. С. 1021-1029. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Study of the Possibility of Purifying Lithium Chloride Solution to Remove Impurities by Sorption Method // Russian Journal of Applied Chemistry. 2019. Vol. 92, No 8. 3. 1021-1029. DOI: 10.1134/S1070427219080081). (Scopus, Web of Science)
7. Милютин В.В., Каптаков В.О., Некрасова Н.А., **Рудских В.В.**, Волкова Т.С. Глубокая очистка соединений лития от химических и радиоактивных примесей // Радиохимия. 2020. Т. 62, № 3. С. 1-4. (Milyutin V.V., Kaptakov V.O., Nekrasova N.A., Rudskikh V.V., Volkova T.S. Deep Purification of Lithium Compounds to Remove Chemical and Radioactive Impurities // Radiochemistry. 2020, 62(3). P. 331–334) (DOI: 10.31857/S0033831120030053).. (Scopus, Web of Science)
8. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Использование хелатных катионитов для очистки раствора хлорида лития // Химическая технология. 2020. Т. 21, № 5. С. 194-198. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Using Chelate Cationites for the Purification of a Lithium Chloride Solution // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2021, 55(4). P. 772–777. (DOI: 10.31044/1684-5811-2020-24-5-194-198) (Scopus, Web of Science)

9. Милютин В.В., Некрасова Н.А., Рудских В.В., Волкова Т.С. Получение высокочистого карбоната лития с использованием комплексообразующих ионитов // Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93, Вып. 4. С. 540–544. (Milyutin V.V., Nekrasova N.A., Rudskikh V.V., Volkova T.S. Preparation of High-Purity Lithium Carbonate Using Complexing Ion-Exchange Resins // Russian Journal of Applied Chemistry. 2020, 93(4), P. 549–553) (DOI: 10.31857/S0044461820040088). (Scopus, Web of Science)

Публикации, в рецензируемых изданиях:

1. Волкова Т.С., Рудских В.В. Исследование возможности очистки раствора гидроксида лития от примесей натрия и железа методом Труста // Химическая технология. 2018. Т. 19, № 2. С. 57–60.

Результаты диссертации представлены на 13 международных и всероссийских конференциях.

Публичные доклады на международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Волкова Т.С., Рудских В.В. Использование осадительного метода для выделения лития из водных растворов // VI Школа-конференция молодых atomщиков Сибири: сборник тезисов докладов, 14–16 октября 2015 г., г. Томск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2015. С. 18.

2. Волкова Т.С., Рудских В.В. Исследование возможности разделения лития и кальция сорбционным методом // «XIII Курчатовская молодежная научная школа», 27 – 31 октября 2015 г., г. Москва: Изд. НИЦ «Курчатовский институт», 2015. С. 16.

3. Волкова Т.С., Рудских В.В. Влияние величины pH раствора на значения коэффициентов распределения лития и примесных элементов // V Международная Конференция-школа по химической технологии ХТ/16, 16–20 мая 2016 г., г. Волгоград: ВолгГТУ, 2016. Т. 3. С. 10 – 11. РИНЦ.

4. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Рудских В.В. Очистка растворов хлорида лития от примесных элементов сорбционным методом // Материалы XXV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2018»: Тезисы докладов. Радиохимия и радиоэкология. Москва, 9–13 апреля 2018 г. [Электронный ресурс]. (<http://www.lomonosov-msu.ru>). – М.: МАКС Пресс; 2018.

5. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Рудских В.В. Очистка раствора хлорида лития от примесных элементов методом динамической сорбции // Материалы XXVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2019»: Тезисы докладов. Химия. Москва. 8–12 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. (<http://www.lomonosov-msu.ru>). – М.: МАКС Пресс; 2019. С. 952.

6. Аюпова Д.С., Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Рудских В.В. Отработка технологии получения безводного хлорида лития // Материалы Международного молодежного форума «Ломоносов-2020». Секция: Химия. Подсекция: Неорганическая химия II (аспиранты и молодые ученые) [Электронный ресурс] (https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm) / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – Электрон. текстовые дан. (1500Мб.) – М.: МАКС Пресс, 2020.

7. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Рудских В.В. Влияние условий и продолжительности хранения на изменение свойств хлорида лития // Материалы Международного молодежного форума «Ломоносов-2020». Секция: Химия. Подсекция: Физическая химия II: химическая термодинамика и химическая кинетика [Электронный ресурс] (https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm) / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – Электрон. текстовые дан. (1500Мб.) – М.: МАКС Пресс, 2020.

Публичные доклады на всероссийских научных мероприятиях

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Изучение механизма сорбции ионов щелочных металлов (Li, Na, K) сильноокислотными катионитами // Седьмая Российская молодежная школа по радиохимии и ядерным технологиям: Тезисы докладов. Озерск, 12-16 сентября 2016 г. Озерск: РИЦ ВРБ ФГУП «ПО «Маяк», 2016. С. 144-146.

2. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Использование метода Труста для очистки солей лития от примесей натрия и железа // Научная сессия НИЯУ МИФИ: Сборник научных трудов всероссийской конференции. Заседания тематических секций по направлению «Инновационные ядерные технологии». Снежинск, 12 – 13 декабря 2016 г. М.: НИЯУ МИФИ; Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2016. С. 49-50.

3. Шаповаленко Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Статическая и полная обменная емкость сульфокислотных катионитов по отношению к ионам щелочных металлов // Седьмая школа-конференция молодых атомщиков Сибири: Тезисы докладов. – Томск, 19-21 октября 2016. Северск: СТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 51.

4. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Очистка гидроксида лития от химических примесей методом карбонизации // «VII научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА 2017»: тезисы выступлений. СПб. 05-09 июня 2017 г. СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2017. С. 101 – 103.

5. Аюпова Д.С., Волкова Т.С., Ивашкевич Н.А., **Рудских В.В.** Оценка возможности использования гидрокарбоната аммония для выделения лития из десорбатов // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Тезисы докладов: Озерск, 17-20 апреля 2019 г. Озерск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019. С. 11 – 14.

6. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Аюпова Д.С., **Рудских В.В.** Сорбционная доочистка водных литийсодержащих растворов // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Тезисы докладов: Озерск, 17-20 апреля 2019 г. Озерск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019. с. 14 – 18

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части «Способы утилизации техногенного и вторичного сырья».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Рудских Вячеслава Васильевича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном и экспериментальном уровне с использованием целого ряда современных физико-химических методов анализа. Основные выводы и рекомендации, приведенные в диссертации обоснованы теоретически и подтверждены большим экспериментальным материалом. Полученные результаты выполнены лично Рудских В.В., отличаются оригинальностью, научной новизной и практической значимостью, их достоверность сомнений не вызывает.

Диссертантом лично проведен анализ литературных источников по теме исследования, получены, обработаны и систематизированы экспериментальные данные по получению и очистке лития, разработана технологическая схема выделения лития из ВХР, проведен выбор технологического оборудования, подготовлены исходные данные для проектирования опытной установки утилизации литийсодержащих ВХР. Постановка цели и задач исследования, а также обсуждение полученных экспериментальных данных выполнены совместно с научным руководителем, д.х.н. В.В. Милютиным.

Таким образом, диссертация Рудских В.В. на тему: «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок

утилизации литиевых водородсодержащих материалов» по актуальности, научной новизне и практической значимости диссертации соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертационным работам и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Диссертация рассмотрена на заседании Секции Ученого совета ИФХЭ РАН по химии и технологии радиоактивных элементов, радиоэкологии и радиационной химии. В обсуждении доклада принимали участие: зав. лабораторией ИФХЭ РАН, к.х.н. К.Э. Герман, ст. науч. сотр., к.х.н. Г.В. Костикова, зав. лабораторией ИФХЭ РАН, д.х.н. А.М. Федосеев.

Принимали участие в голосовании 10 человек. Результаты голосования: «За» – 10 человек, «Против» – нет, «воздержались» – нет.

Зам. председателя Секции Ученого совета
ИФХЭ РАН, доктор химических наук


А.М. Федосеев

Ученый секретарь Секции
кандидат химических наук


С.П. Раздрокина

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «МАЯК»
(ФГУП «ПО «Маяк»)**

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель генерального
директора по спецпроизводству
ФГУП «ПО «Маяк»

С.М.-А. Валеев
25.2021

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

28.05.2021

№ 193-5.8/3467

г. Озерск

Диссертация на тему: «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок утилизации литиевых водородсодержащих материалов» по научной специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена в Центральной заводской лаборатории Федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк» и в лаборатории хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

В процессе подготовки диссертации Рудских Вячеслав Васильевич, «16» сентября 1972 года рождения, работал начальником лаборатории специального материаловедения в Центральной заводской лаборатории Федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк» с 07.10.2019 года по настоящее время и был прикреплен к аспирантуре без освоения основной образовательной программы в лаборатории хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук с 12 марта 2022 года по настоящее время.

Удостоверение о сдаче кандидатского экзамена по иностранному языку (английский) выдано Федеральным государственным унитарным предприятием «Производственное объединение «Маяк» в 2001 году, удостоверение о сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов выдано Федеральным государственным унитарным предприятием «Производственное объединение «Маяк» в 2005 году, справка об обучении №102 о сдаче кандидатского экзамена по истории философии и науки выдана Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением

высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2021 году.

Научный руководитель: заведующий лабораторией хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, доктор химических наук (02.00.14 Радиохимия), старший научный сотрудник Милютин Виталий Витальевич.

По результатам рассмотрения диссертации Рудских Вячеслава Васильевича на тему «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок утилизации литиевых водородсодержащих материалов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена широким применением металлического лития и его соединений в различных областях науки и техники. В связи с этим возникает необходимость организации промышленной переработки (утилизации) литийсодержащих материалов и изделий с целью повторного использования лития. До последнего времени для глубокой химической очистки лития широко использовался электрохимический метод с ртутным катодом. Очевидно, что указанная технология не отвечает современным требованиям к экологической и промышленной безопасности и не может быть предложена для переработки литийсодержащих материалов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые изучено распределение микропримесей щелочных, щелочноземельных, переходных металлов, алюминия и кремния в процессах карбонизации растворов гидроксида лития и термической декарбонизации растворов гидрокарбоната лития.

2. Предложен метод фильтрации на керамических ультрафильтрационных мембранах для очистки литийсодержащих растворов от примесей в мелкодисперсном и коллоидном состоянии.

3. Изучена сорбция примесей различных металлов из растворов гидрокарбоната лития. Показано, что в целях глубокой комплексной очистки растворов LiHCO_3 от примесей наиболее эффективными являются иминодиацетатные хелатные катиониты.

4. Определены условия образования фазы $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ и ее термического обезвоживания с получением безводного хлорида лития.

5. Впервые проведены испытания коррозионной стойкости различных конструкционных материалов в насыщенном растворе хлорида лития при температуре его кипения. Сделан вывод о высокой коррозионной стойкости в указанных условиях металлического циркония и титанового сплава ВТ1-0.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

1. Разработан метод технологического контроля процесса карбонизации раствора гидроксида лития, основанный на измерении значений электропроводности и pH раствора. Определены значения указанных параметров для контроля полноты протекания процесса карбонизации.

2. Предложен метод очистки литийсодержащих растворов от

мелкодисперсных и коллоидных частиц примесей с использованием ультрафильтрационных керамических мембран.

3. Разработана принципиальная технологическая схема процесса получения высокочистых карбоната и хлорида лития из ЛВХР.

4. По результатам работы составлено техническое задание на проектирование опытно-промышленной установки переработки ЛВХР для получения высокочистого карбоната и хлорида лития. Определены типы и характеристики основного технологического оборудования опытно-промышленной установки.

5. На основании технического задания изготовлены и поставлены на ФГУП «ПО «Маяк» основные узлы опытно-промышленной установки переработки ЛВХР.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 23 научных работах, в том числе в 10 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК и 13 тезисах в сборниках тезисов научных конференций.

Публикации, в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.**, Орлова В.А., Тананаев И.Г. Выделение лития из водных растворов методами выпаривания и осаждения и стабильность полученных соединений при хранении на воздухе. // Журнал прикладной химии. 2015. Т. 88. Вып. 9. С. 1240-1247 (Volkova T.S., Rudskikh V.V., Orlova V.A., Tananaev I.G. Recovery of Lithium from Aqueous Solution by Evaporation and Precipitation and Stability of the Resulting Compounds in Their Storage in Air // Russian Journal of Applied Chemistry. 2015, Vol. 88, No. 9, pp. 1388 – 1394, DOI: 10.1134/S1070427215090025.). (Scopus, Web of Science).

2. Волкова Т.С., **Рудских В.В.**, Дзевелло К.А. Влияние значения pH раствора на коэффициенты распределения лития и примесных элементов на стадии сорбции // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89. Вып. 10. С. 1322-1327. (Volkova T.S., Rudskikh V.V., Dzhevello K.A. Influence of pH on Distribution Coefficients of Lithium and Impurity Elements in Sorption // Russian Journal of Applied Chemistry. 2016, Vol. 89, No. 10, pp. 1642 – 1646, DOI: 10.1134/S1070427216100128.). (Scopus, Web of Science).

3. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Механизм и параметры сорбции ионов щелочных металлов сильнокислотными катионитами // Журнал общей химии. 2017. Т. 87. Вып. 3. С. 503-512. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Mechanism and sorption parameters of alkali metal ions on strongly acidic cation exchange resins // Russian Journal of General Chemistry. 2017, Vol. 87, No. 3, P. 506 – 514, DOI: 10.1134/S1070363217030215.). (Scopus, Web of Science)

4. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Влияние параметров технологического процесса на осаждение карбоната лития при пропускании углекислого газа через раствор гидроксида лития // Журнал прикладной химии. 2017. Т. 90. Вып. 9. С. 1128-1133 (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Effect of Technological Process Parameters on Precipitation of Lithium Carbonate on Passing Carbon Dioxide through Lithium

Hydroxide Solution // Russian Journal of Applied Chemistry. 2017, Vol. 90, No. 9. P. 1386 – 1391, DOI: 10.1134/S1070427217090026.). (Scopus, Web of Science)

5. Милютин В.В., Некрасова Н.А., **Рудских В.В.**, Волкова Т.С. Сорбционная очистка растворов щелочных металлов от примесей щелочноземельных и цветных металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т. 18, № 3. С. 365 – 372. (Chemical Abstracts)

6. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Исследование возможности очистки раствора хлорида лития от примесей сорбционным методом // Журнал прикладной химии. 2019. Т. 92, № 8. С. 1021-1029. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Study of the Possibility of Purifying Lithium Chloride Solution to Remove Impurities by Sorption Method // Russian Journal of Applied Chemistry. 2019. Vol. 92, No 8. 3. 1021-1029. DOI: 10.1134/S1070427219080081). (Scopus, Web of Science)

7. Милютин В.В., Каптаков В.О., Некрасова Н.А., **Рудских В.В.**, Волкова Т.С. Глубокая очистка соединений лития от химических и радиоактивных примесей // Радиохимия. 2020. Т. 62, № 3. С. 1-4. (Milyutin V.V., Kaptakov V.O., Nekrasova N.A., Rudskikh V.V., Volkova T.S. Deep Purification of Lithium Compounds to Remove Chemical and Radioactive Impurities // Radiochemistry. 2020, 62(3). P. 331–334) (DOI: 10.31857/S0033831120030053).. (Scopus, Web of Science)

8. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Использование хелатных катионитов для очистки раствора хлорида лития // Химическая технология. 2020. Т. 21, № 5. С. 194–198. (Volkova T.S., Rudskikh V.V. Using Chelate Cationites for the Purification of a Lithium Chloride Solution // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2021, 55(4). P. 772–777. (DOI: 10.31044/1684-5811-2020-24-5-194-198) (Scopus, Web of Science)

9. Милютин В.В., Некрасова Н.А., **Рудских В.В.**, Волкова Т.С. Получение высокочистого карбоната лития с использованием комплексообразующих ионитов // Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93, Вып. 4. С. 540–544. (Milyutin V.V., Nekrasova N.A., Rudskikh V.V., Volkova T.S. Preparation of High-Purity Lithium Carbonate Using Complexing Ion-Exchange Resins // Russian Journal of Applied Chemistry. 2020, 93(4), P. 549–553) (DOI: 10.31857/S0044461820040088). (Scopus, Web of Science)

Публикации, в рецензируемых изданиях:

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Исследование возможности очистки раствора гидроксида лития от примесей натрия и железа методом Труста // Химическая технология. 2018. Т. 19, № 2. С. 57–60.

Результаты диссертации представлены на 13 международных и всероссийских конференциях.

Публичные доклады на международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Использование осадительного метода для выделения лития из водных растворов // VI Школа-конференция молодых ученых Сибири: сборник тезисов докладов, 14-16 октября 2015 г., г. Томск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2015. С. 18.

2. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Исследование возможности разделения лития и кальция сорбционным методом // «XIII Курчатовская молодежная научная школа»,

27 – 31 октября 2015 г., г. Москва: Изд. НИЦ «Курчатовский институт», 2015. С. 16.

3. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Влияние величины pH раствора на значения коэффициентов распределения лития и примесных элементов // V Международная Конференция-школа по химической технологии ХТ/16, 16-20 мая 2016 г., г. Волгоград: ВолГТУ, 2016. Т. 3. С. 10 – 11. РИНЦ.

4. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Очистка растворов хлорида лития от примесных элементов сорбционным методом // Материалы XXV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2018»: Тезисы докладов. Радиохимия и радиоэкология. Москва, 9-13 апреля 2018 г. [Электронный ресурс]. (<http://www.lomonosov-msu.ru>). – М.: МАКС Пресс; 2018.

5. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Очистка раствора хлорида лития от примесных элементов методом динамической сорбции // Материалы XXVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2019»: Тезисы докладов. Химия. Москва. 8-12 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. (<http://www.lomonosov-msu.ru>). – М.: МАКС Пресс; 2019. С. 952.

6. Аюпова Д.С., Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Отработка технологии получения безводного хлорида лития // Материалы Международного молодежного форума «Ломоносов-2020». Секция: Химия. Подсекция: Неорганическая химия II (аспиранты и молодые ученые) [Электронный ресурс] (https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm) / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – Электрон. текстовые дан. (1500Мб). – М.: МАКС Пресс, 2020.

7. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Влияние условий и продолжительности хранения на изменение свойств хлорида лития // Материалы Международного молодежного форума «Ломоносов-2020». Секция: Химия. Подсекция: Физическая химия II: химическая термодинамика и химическая кинетика [Электронный ресурс] (https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm) / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – Электрон. текстовые дан. (1500Мб). – М.: МАКС Пресс, 2020.

Публичные доклады на всероссийских научных мероприятиях

1. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Изучение механизма сорбции ионов щелочных металлов (Li, Na, K) сильноокислотными катионитами // Седьмая Российская молодежная школа по радиохимии и ядерным технологиям: Тезисы докладов. Озерск, 12-16 сентября 2016 г. Озерск: РИЦ ВРБ ФГУП «ПО «Маяк», 2016. С. 144-146.

2. Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Использование метода Труста для очистки солей лития от примесей натрия и железа // Научная сессия НИЯУ МИФИ: Сборник научных трудов всероссийской конференции. Заседания тематических секций по направлению «Инновационные ядерные технологии». Снежинск, 12 – 13 декабря 2016 г. М.: НИЯУ МИФИ; Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2016. С. 49-50.

3. Шаповаленко Н.А., Волкова Т.С., **Рудских В.В.** Статическая и полная

обменная емкость сульфокислотных катионитов по отношению к ионам щелочных металлов // Седьмая школа-конференция молодых atomщиков Сибири: Тезисы докладов. – Томск, 19-21 октября 2016. Северск: СТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 51.

4. Волкова Т.С., Рудских В.В. Очистка гидроксида лития от химических примесей методом карбонизации // «VII научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА 2017»: тезисы выступлений. СПб. 05-09 июня 2017 г. СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2017. С. 101 – 103.

5. Аюпова Д.С., Волкова Т.С., Ивашкевич Н.А., Рудских В.В. Оценка возможности использования гидрокарбоната аммония для выделения лития из десорбатов // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Тезисы докладов: Озерск, 17-20 апреля 2019 г. Озерск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019. С. 11 – 14.

6. Ивашкевич Н.А., Волкова Т.С., Аюпова Д.С., Рудских В.В. Сорбционная доочистка водных литийсодержащих растворов // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Тезисы докладов: Озерск, 17-20 апреля 2019 г. Озерск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019. с. 14 – 18

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части «Способы утилизации техногенного и вторичного сырья».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Рудских Вячеслава Васильевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Рудских Вячеславу Васильевичу; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

Диссертантом лично проведен анализ литературных источников по теме исследования, получены, обработаны и систематизированы экспериментальные данные по получению и очистке лития, разработана технологическая схема выделения лития из ЛВХР, проведен выбор технологического оборудования, подготовлены исходные данные для проектирования опытной установки утилизации ЛВХР. Постановка цели и задач исследования, а также обсуждение полученных экспериментальных данных выполнены совместно с научным руководителем, д.х.н. В.В. Милютиним.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка технологии выделения высокочистых соединений лития из водно-хвостовых растворов установок

утилизации литиевых водородсодержащих материалов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 Технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Диссертация рассмотрена на заседании Научно-технического совета Федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк», состоявшемся 13 мая 2021 года, протокол № 3/21.

В обсуждении доклада принимали участие: советник генерального директора по науке и экологии, д.т.н. Мокров Ю.Г.; главный специалист по радиохимическому производству завода 20, к.т.н. М.Г. Нагорная; начальник Центральной заводской лаборатории Семенов М.А.

Принимали участие в голосовании 21 человек. Результаты голосования: «За» – 20 человек, «Против» – нет, воздержались – 1 человек, протокол № 3/21 от «13» мая 2021 г.

Заместитель председателя
научно-технического совета
предприятия, советник
генерального директора по
науке и экологии,
д-р техн. наук



Ю.Г. Мокров

Секретарь научно-технического
совета предприятия,
канд. техн. наук

Е.В. Лызлова