

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ФИЦ «ЯНЦ СО РАН»,

ИИХ РАН, д.т.н.

М.П. Лебедев

2026 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук»» (ФИЦ ЯНЦ СО РАН)
по диссертации Халдеевой Анны Романовны «Разработка морозостойких
уплотнительных резин на основе эпихлоргидринового каучука для эксплуатации в
экстремально холодном климате» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по научной специальности 2.6.17.**

Диссертация Халдеевой Анны Романовны на тему «Разработка морозостойких уплотнительных резин на основе эпихлоргидринового каучука для эксплуатации в экстремально холодном климате» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»» в лаборатории материаловедения обособленного подразделения «Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук» (ИПНГ СО РАН).

В 2014 году Халдеева Анна Романовна освоила программу специалитета в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» по специальности 020101.65 – «Химия».

В период подготовки диссертационной работы с 1 сентября 2014 года по 31 августа 2018 года Халдеева Анна Романовна являлась аспирантом Института проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов по специальности 05.16.09. – Материаловедение (по отраслям), что согласно Приказу Минобрнауки РФ от 24 августа 2021 года №786 в настоящее время соответствует научной специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки). Анна Романовна была принята на должность инженера 01.02.2015 г., 01.03.2017 г. переведена на ставку стажера-исследователя, 04.04.2018 г. переведена на ставку младшего научного сотрудника, с 08.09.2025 г. по настоящее время работает исполняющим обязанности научного сотрудника лаборатории материаловедения Института проблем нефти и газа СО РАН — обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»».

Справка № 152/11 об обучении в очной аспирантуре по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов по специальности 05.16.09. – Материаловедение (по отраслям) выдана 08.05.2026 г. Оценки и даты сдачи экзаменов: «История и философия науки» 06.05.2015 г. — «отлично», «Иностранный язык (английский)» 22.05.2015 г. — «хорошо», специальная дисциплина 05.16.09. «Материаловедение (по отраслям)» 25.06.2018 г. — «отлично».

Научный руководитель — Давыдова Мария Ларионовна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории материаловедения Института проблем

нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»».

Диссертационная работа была рассмотрена 29 апреля 2026 г. на расширенном научном семинаре по направлению «Материаловедение» в ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН и Институт проблем нефти и газа СО РАН), а также с участием приглашенных специалистов из Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова.

Присутствовали (47 человек): д.т.н., проф. Яковлева С.П., д.т.н., проф. Старостин Н.П., д.т.н. Соколова М.Д., д.т.н. Лепов В.В., д.т.н. Голиков Н.И., д.т.н. Шадрин Н.В., д.т.н. Рожин И.И., д.т.н. Шарин П.П., д.т.н., проф. Слепцов О.И., д.х.н. Иванова И.К., д.т.н., проф. Охлопкова А.А., д.х.н. Петрова Н.Н., к.т.н. Лукин Е.С., к.ф.-м.н. Сыромятникова А.С., к.т.н. Васильева М.И., к.т.н. Мордовской П.Г., к.т.н. Стручков Н.Ф., к.т.н. Федоров А.Л., к.т.н. Федорова А.Ф., к.т.н. Петрова П.Н., к.т.н. Петухова Е.С., к.т.н. Данзанова Е.В., к.т.н. Аргунова А.Г., к.б.н. Ерофеевская Л.А., к.т.н. Будугаева В.А., к.т.н. Гоголева О.В., к.т.н. Тимофеева Е.Н., к.т.н. Аммосова О.А., к.т.н. Маркова М.А., к.т.н. Портнягина В.В., к.т.н. Давыдова М.Л., к.т.н. Мухин В.В., к.т.н. Федоров Ю.Ю., к.х.н. Глянцева Ю.С., к.х.н. Калачева Л.П., к.г.-м.н. Севостьянова Р.Ф., Сивцев С.И., Ващенко С.С., Степанова К.В., Сивцева А.В., Исакова Т.А., Черных В.Д., Попова Н.И., Петров В.Н., Далбаева Е.В., Копырин М.М., Лепова К.Я.

По итогам обсуждения диссертационной работы «Разработка морозостойких уплотнительных резин на основе эписхлоргидринового каучука для эксплуатации в экстремально холодном климате» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы. По актуальности поставленных задач, методическому и научному уровню исследований, их новизне и практической значимости диссертация Халдеевой Анны Романовны является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Актуальность работы. Актуальность работы обусловлена стратегическими приоритетами промышленного освоения Арктики до 2035 года. Специфика климатических особенностей данных регионов предъявляет повышенные требования к качеству материалов для уплотнительных устройств, которые должны иметь высокую морозостойкость в сочетании с масло- и износостойкостью. Достижение такого баланса свойств требует обоснованного подбора всех компонентов резиновой смеси, при этом требуемый уровень морозостойкости резинотехнических изделий (РТИ) достигается прежде всего за счет использования каучуков с низкой температурой стеклования, а масло-бензостойкость — за счет применения полярных каучуков. В связи с этим, особый интерес представляют эписхлоргидриновые каучуки (ЭХГК), в частности марка Hvdrip T6000 с температурой стеклования минус 60 °С и достаточно высоким уровнем масло- и износостойкости. Ограниченное количество исследований по апробации данного каучука в морозостойких уплотнительных резинах, несмотря на его очевидный потенциал для арктических РТИ, определяет актуальность настоящего исследования.

Личное участие соискателя в получении результатов заключается в сборе и анализе литературных источников по теме диссертации, постановке целей и задач исследования, проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных данных, систематизации результатов, подготовке публикаций по теме исследования, участии в опытно-промышленных испытаниях и внедрении результатов в производство.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием стандартных методов исследования с применением современного оборудования, прошедшего метрологическую поверку; апробацией результатов; достаточной воспроизводимостью результатов экспериментов и статистической обработкой полученных данных.

Научная новизна проведённых исследований заключается в следующем:

1. Разработаны научные основы выбора функциональных ингредиентов для создания морозостойких (до минус 55 °С) уплотнительных резин на основе ЭХГК, базирующиеся на выявлении закономерностей влияния структуры, образующейся при вулканизации пространственной сетки, структуры пластификаторов, технического углерода, стабилизаторов, а также технологических приемов введения пластификаторов и термостатирования после вулканизации.

2. Разработаны составы морозостойких резин на основе эпихлоргидринового каучука Hydrin Т6000 с тройной системой ускорителей вулканизации, формирующей вулканизационную пространственную сетку с сульфидными связями разной химической природы и повышенной плотностью (на 13-15%), что обеспечивает улучшенные эксплуатационные свойства: повышение морозостойкости при минус 55 °С на 10%, износостойкости на 50% и снижение остаточной деформации сжатия на 11%.

3. Установлено преимущество пластификаторов с линейной структурой (ДБС, ДОА, ДОС) для обеспечения высокой морозостойкости резин на основе ЭХГК за счет повышения сегментальной подвижности макромолекул каучука, что подтверждено сдвигом температуры стеклования на 7–21 °С в область низких температур, определенного методом ДСК. Обосновано использование технологии предварительного набухания каучука в пластификаторе, обеспечивающей улучшение технологичности резиновых смесей и повышение коэффициента морозостойкости резин на 12–13%.

4. Впервые на основании результатов мониторинга структуры и физико-механических свойств резин на основе ЭХГК Hydrin Т6000 в климатических условиях холодного климата РФ выявлена эффективность пространственно-затрудненных фенольных стабилизаторов СО-3, СО-4 и Стафен.

Практическая значимость.

Разработан ряд составов резиновых смесей, обладающих высокой морозостойкостью в сочетании с высокой масло-, бензо-, износостойкостью, на основе эпихлоргидринового каучука марки Hydrin Т6000. На разработанный состав получен патент РФ на изобретение № 2685089.

Разработанные материалы успешно прошли опытно-промышленные испытания в составе резиновых уплотнений на предприятиях ОАО НК «Туймаада-нефть», ОАО «Саханефтегазбыт», ООО «Сервис-Кранспецавтоматика», ООО «ТЗК «АэропортГСМсервис»», АО «Аэропорт Якутск». Испытания показали, что разработанные резины полностью выдерживают эксплуатационные нагрузки при низких климатических температурах. Получено 6 актов внедрения.

Показана высокая необходимость производства российскими промышленными предприятиями эпихлоргидриновых каучуков со свойствами на уровне каучука Hydrin Т6000, что позволит обеспечить импортнезависимость при изготовлении резин с высокой надежностью и долговечностью в составе техники, эксплуатирующейся в холодном климате РФ, особенно при освоении арктических территорий.

Связь работы с Государственными научными программами и темами. Работа выполнена в рамках:

– Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ АААА-А17-117040710038-8 «Исследование и разработка полимерных и композиционных материалов для северных и арктических условий эксплуатации» – 2017–2020 гг.;

– Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 122011100162-9 «Научные основы создания морозостойких композитов технического и

дорожно-строительного назначения с высокой надежностью и долговечностью при эксплуатации в арктическом климате» с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования ФИЦ ЯНЦ СО РАН грант №13 ЦКП.21.0016 – 2021–2025 гг.;

– НИР по государственному контракту (№ 0708, № 5304) «Создание и испытания композиционных материалов и конструкций с их применением, предназначенных для эксплуатации в климатических условиях Республики Саха (Якутия)» (Заказчик – Академия наук РС (Я)) – 2021–2022 гг.

Соответствие паспорту научной специальности и отрасли науки.

Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования, научной новизне и практической значимости соответствует паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) по пунктам 1, 3, 16 (п.1 Разработка новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, в том числе капиллярно-пористых, с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния дисперсности, состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры металлических, неметаллических материалов и композитов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности деталей, изделий, машин и конструкций (химической, нефтехимической, энергетической, машиностроительной, легкой, текстильной, строительной); п.3 Разработка научных основ выбора металлических, неметаллических и композиционных материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации деталей, изделий, машин и конструкций; п.16 Создание металлических, неметаллических и композиционных материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: агрессивные среды, электрические и магнитные поля, повышенные температуры, механические нагрузки, вакуум и др.).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. По теме диссертации опубликовано 23 печатные работы, в том числе 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 1 глава в коллективной монографии, 1 патент РФ и 13 тезисов докладов в сборниках материалов конференций. Защищаемые положения отражены в публикациях соискателя с достаточной полнотой.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Соколова, М.Д. Эластомерные материалы уплотнительного назначения для эксплуатации в условиях холодного климата России / М.Д. Соколова, Н.В. Шадрин, М.Л. Давыдова, А.Р. Халдеева, В.В. Павлова // Каучук и резина. – 2018. – Т. 77, № 6. – С. 402-409.

2. Халдеева, А.Р. Исследование влияния пространственно-затрудненных фенольных стабилизаторов на климатическую устойчивость резин на основе эпихлоргидринового каучука / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова, А.Ф. Федорова, В.В. Павлова // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19, № 2. – С. 78-90.

3. Davydova, M.L. Influence of Vulcanizing System on Properties and Structure of Rubbers Based on Hydrin T6000 Epichlorohydrin Rubber / M.L. Davydova, N.V. Shadrinov, A.R. Khaldeeva, A.F. Fedorova, M.D. Sokolova // Inorganic Materials. Applied research. – 2021. – Vol. 12, No. 4. – P. 859-865.

Переводная версия: Давыдова, М.Л. Влияние вулканизирующей системы на свойства и структуру резин на основе эпихлоргидринового каучука марки Hydrin T6000 / М.Л. Давыдова, Н.В. Шадрин, А.Р. Халдеева, А.Ф. Федорова, М.Д. Соколова // Материаловедение. – 2020. – № 9. – С. 10-15.

4. Федорова, А.Ф. Исследование влияния диоктилсебацата на свойства эпихлоргидриновых резин / А.Ф. Федорова, М.Л. Давыдова, В.В. Павлова, Н.В.

Шадринов, А.Р. Халдеева, М.Д. Соколова // Известия Волгоградского государственного технического университета – 2021. – № 5 (252). – С. 27-32.

5. Федорова, А.Ф. Исследование влияния ускорителей вулканизации на свойства резин на основе эпихлоргидринового каучука / А.Ф. Федорова, А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова // Каучук и резина. – 2022. – Т. 81, № 3. – С. 118-122.

6. Давыдова, М.Л. Выбор ускорителей вулканизации для резин на основе эпихлоргидринового каучука / М.Л. Давыдова, А.Р. Халдеева, А.Ф. Федорова, М.Д. Соколова // Перспективные материалы. – 2023. – № 3. – С. 24-31.

Переводная версия: Davydova, M.L. Choice of Accelerators of the Vulcanization Group for Rubbers Based on Epichlorohydrin Rubber / M.L. Davydova, A.R. Khaldeeva, A.F. Fedorova, M.D. Sokolova // Inorganic Materials: Applied Research. – 2023. – Vol. 14 (5). – P. 1321-1326.

**Публикации в рецензируемых научных изданиях,
индексируемых в Web of Science и Scopus:**

1. Haldeeva, A.R. Development of Frost-Resistant Rubber Based on Epichlorohydrin Rubber of Hydrin T6000 Brand / A.R. Haldeeva, M.L. Davydova, M.D. Sokolova // Materials Science Forum. – 2019. – Vol. 945. – P. 356-361.

2. Haldeeva, A.R. Frost-resistant sealing rubber based on Hydrin T6000 / A.R. Haldeeva, M.L. Davydova, M.D. Sokolova // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2141, No. 1. – P. 040002.

Патент:

1. Пат. № 2685089 Российская Федерация, МПК C08L 19/00 (2006.01), СПК C08L 19/00 (2019.02). Морозостойкая резиновая смесь на основе эпихлоргидринового каучука Hydrin T6000 / М.Л. Давыдова, А.Р. Халдеева, М.Д. Соколова, А.Ф. Федорова; заявитель и патентообладатель ФГБУН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» – № 2018114193; заявл. 17.04.2018; опубл. 16.04.2019, Бюл. № 11. – 7 с.

Глава в монографии:

1. Соколова, М.Д. Оценка долговечности морозостойких резин и их композитов в климатических условиях Севера / М.Д. Соколова, Н.В. Шадринов, М.Л. Давыдова, А.Ф. Федорова, А.Р. Халдеева // Надежность материалов, техники и конструкций в условиях экстремально холодного климата / под. ред. М.П. Лебедева. – Новосибирск: СО РАН, 2025. – С. 72-93.

Тезисы докладов и материалы конференций:

1. Халдеева, А.Р. Морозостойкая резина на основе эпихлоргидринового каучука / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова // Труды VIII Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата «EURASTRENCOLD-2018». – Якутск, 2018. – С. 77-81.

2. Халдеева, А.Р. Получение и исследование резиновой смеси на основе эпихлоргидринового каучука марки HYDRIN T6000 / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Третий Байкальский материаловедческий форум». – Улан-Удэ, 2018. – С. 215-216.

3. Халдеева, А.Р. Морозостойкие резины на основе эпихлоргидринового каучука «Hydrin T6000» / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова // Сборник материалов четвертого междисциплинарного научного форума с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии». – Москва, 2018 г. – С. 329-332.

4. Халдеева, А.Р. Морозостойкие уплотнительные резины на основе Hydrin T6000 / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова // Материалы IX Международной научно-технической конференции «Техника и технология нефтегазового производства». – Омск, 2019. – С. 147-148.

5. Халдеева, А.Р. Разработка морозостойких резин уплотнительного назначения на основе эпихлоргидринового каучука / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова // Материалы II Международного молодежного конгресса «Современные материалы и технологии новых поколений». – Томск, 2019. – С. 67-69.

6. Халдеева, А.Р. Исследование климатической стойкости резин на основе эпихлоргидринового каучука / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, А.Ф. Федорова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Вклад Д.И. Менделеева в развитие фундаментальных наук, в углубление и расширение образования для устойчивого развития». – Якутск, 2019. – С. 260-263.

7. Халдеева, А.Р. Влияние пространственно-затрудненных фенольных стабилизаторов на физико-механические свойства и структуру резин на основе эпихлоргидринового каучука / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова, А.Ф. Федорова // Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Полимерные и композиционные материалы в условиях Севера». – Якутск, 2021. – С. 45-48.

8. Соколова, М.Д. Пути повышения морозостойкости резин уплотнительного назначения / М.Д. Соколова, А.Р. Халдеева, В.В. Павлова // Сборник материалов X Всероссийской конференции с международным участием «Каучук и Резина – 2021: традиции и новации». – Москва, 2021. – С. 67-69.

9. Халдеева, А.Р. Изменение структуры эпихлоргидриновых резин, содержащих фенольные и аминные стабилизаторы, под действием климатических факторов / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, М.Д. Соколова, А.Ф. Федорова // Материалы V Международной конференции с элементами научной школы «Новые материалы и технологии в условиях Арктики». – Якутск, 2022. – С. 197-199.

10. Халдеева, А.Р. Влияние ускорителей вулканизации на свойства резин на основе Hydriin T6000 / А.Р. Халдеева, М.Л. Давыдова, А.Ф. Федорова, М.Д. Соколова // Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Нанотехнологии. Информация. Радиотехника (НИР-23)». – Омск, 2023. – С. 100-104.

11. Халдеева, А.Р. Разработка морозостойких эластомерных материалов уплотнительного назначения на основе эпихлоргидринового каучука и их климатические испытания / А.Р. Халдеева, М.Д. Соколова, М.Л. Давыдова, А.Ф. Федорова // Сборник материалов XII Всероссийской конференции с международным участием «Каучук и резина – 2024: традиции и новации». – Москва, 2024. – С. 88-89.

12. Халдеева, А.Р. Подбор ускорителей вулканизации и их влияние на свойства резин на основе эпихлоргидринового каучука марки Hydriin T6000 / А.Р. Халдеева // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов 2024», секция «Химия». – Москва, 2024. – С. 946.

13. Соколова, М.Д. Опыт импортозамещения при разработке морозостойких резин / М.Д. Соколова, А.Р. Халдеева // Материалы XXI Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения». – Нальчик, 2025. – С. 267.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения. Соавторы не возражают против использования совместных исследований в диссертации соискателя.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Диссертация «Разработка морозостойких уплотнительных резин на основе эпихлоргидринового каучука для эксплуатации в экстремально холодном климате», выполненная Халдеевой Анной Романовной, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Заключение принято на расширенном научном семинаре по направлению «Материаловедение» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»» (ИФТПС СО РАН, ИПНГ СО РАН).

Присутствовало на заседании 47 чел., в том числе 12 докторов наук, 24 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» — 47 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол №1 от 29 апреля 2026 г.

Председатель расширенного научного семинара, главный научный сотрудник лаборатории техногенных газовых гидратов ИПНГ СО РАН, д.х.н., доцент

/И.К. Иванова/

Секретарь расширенного научного семинара, старший научный сотрудник лаборатории материаловедения ИПНГ СО РАН, к.т.н.

/О.В. Гоголева/