

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.287.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 декабря 2025 г. № \_26\_

О присуждении **Бердникову Владимиру Владимировичу**,  
гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Технология получения растворных бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольных каучуков для шинных резин с улучшенными эксплуатационными характеристиками» по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» принята к защите 24 октября 2025 г., протокол № 22, диссертационным советом 24.2.287.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19, приказ №76/нк от 26.01.2023 г.

**Соискатель** Бердников Владимир Владимирович 1991 года рождения, в 2013 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (в настоящее время федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных тех-

нологий») с присвоением квалификации инженер по специальности 240502 – «Технология переработки пластических масс и эластомеров»;

– с 2013 по 2014 г. проходил военную службу по призыву в должности оператора научной роты ВУНЦ ВВС «ВВА»;

– с 2014 по 2015 г. работал инженером 1 категории в отделе «Отраслевая научно-исследовательская лаборатория» ООО «Технопроект Синтез»;

– с 2015 по 2023 г. работал научным сотрудником лаборатории № 2 «Растворной полимеризации» В.ф. ФГУП «НИИСК»;

– с 2021 по 2025 год обучался в очной аспирантуре на кафедре «Технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (с 20.10.2023 и по настоящее время кафедра технологии органических соединений и переработки полимеров) по направлению 18.06.01 - Химическая технология, направленность подготовки «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

В настоящее время работает научным сотрудником лаборатории № 2 «Растворной полимеризации» В.ф. ФГБУ «НИИСК».

Диссертация выполнена на кафедре технологии органических соединений и переработки полимеров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий и в Воронежском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева» (В.ф. ФГБУ «НИИСК»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор **Карманова Ольга Викторовна**, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», кафедра технологии органических соединений и переработки полимеров, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

**Новопольцева Оксана Михайловна** доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Химическая технология полимеров и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Волжский политехнический институт (филиал);

**Фаизова Виктория Юрьевна** кандидат химических наук, начальник лаборатории полимеризации, каучуков и резины ЦЗЛ АО «Стерлитамакский нефтехимический завод», дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, в своем положительном отзыве, утверждённом Казаковым Юрием Михайловичем, доктором технических наук, ректором ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», профессором кафедры «Химии и технологии переработки эластомеров»; подписанном заведующим кафедрой «Химии и технологии переработки эластомеров», доктором технических наук, профессором Вольфсоном Святославом Исааковичем, указали, что диссертационная работа Бердникова Владимира Владимировича является завершённой квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача улучшения эксплуатационных и экологических характеристик шин, а также импортозамещения компонентов для получения каучуков.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ по теме диссертации, из них в изданиях ВАК РФ – 5 статей (общий объем 4,31 усл. п. л., авторский вклад соискателя составляет 1,06 усл. п. л.). Получено 2 патента РФ на изобретения. Подана 1 заявка на патент.

#### **Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Синтез смешанных алкоголятов щелочных и щелочноземельных металлов / В. С. Глуховской, Е. В. Блинов, В. В. Бердников, Д. Н. Земский // Каучук и резина. – 2018. – Т. 77, № 3. – С. 148-151. – EDN XRZRWX.

2. Структурные аспекты анионной полимеризации изопрена в присутствии металл-алкоголятных систем / В. С. Глуховской, В. Н. Папков, В. В. Бердников [и др.] // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2020. – № 3-4. – С. 14-19. – DOI 10.24412/2071-8268-2020-3-4-14-19. – EDN SNXXOI.

3. Стереорегулирование структуры в процессе (со)полимеризации диенов и бутадиена со стиролом в присутствии металл-алкоголятных инициаторов / В. С. Глуховской, А. Г. Харитонов, В. В. Бердников [и др.] // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2021. – № 1. – С. 10-15. – DOI 10.24412/2071-8268-2021-1-10-15. – EDN DDOYUT.

4. Влияние структуры литийалкила на свойства бутадиен-стирольных термоэластопластов / А. В. Фирсова, О. В. Карманова, В. С. Глуховской [и др.] // Каучук и резина. – 2021. – Т. 80, № 6. – С. 298-302. – DOI 10.47664/0022-9466-2021-80-6-298-302. – EDN UJGKTM.

5. Исследование влияния новых модификаторов на условия синтеза и свойства диеновых сополимеров / А. В. Фирсова, Е. Л. Полухин, В. В. Бердников, С. С. Черненко // Каучук и резина. – 2023. – Т. 82, № 5. – С. 216-219. – DOI 10.47664/0022-9466-2023-82-5-216-219. – EDN LQVESY.

**На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов, все отзывы положительные:** *Кольцов Н. И.* – д.х.н., заведующий кафедрой «Физической химии и высокомолекулярных соединений» химико-фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова»; *Прокопчук Н.Р.* – д.х.н., профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, профессор кафедры «Полимерных материалов» УО «Белорусский государственный технологический университет»; *Ворончихин В.Д.* – д.т.н., заведующий кафедрой химической технологии твердых ракетных топлив, нефтепродуктов и полимерных композиций ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решет-

нева»; **Беляев П.С.** – д.т.н., профессор кафедры «Материалы и технология», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; **Устинова Т.П.** – д.т.н., профессор кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств», Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»; **Успенская М. В.** – д.т.н., профессор ВШПиГС ИСУ, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; **Рюткянен Е.А.** – к.х.н., доцент кафедры химической технологии полимеров ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»; **Бурков А.А.** – к.х.н., доцент кафедры «Химии и технологии переработки полимеров» ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»; **Федорова А.Ф.** – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории материаловедения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр СО РАН»», обособленное подразделение Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук.

Содержание критических замечаний, содержащихся в отзывах, сводится к следующему: в описании таблицы 6 на стр.14, 15 автором не прокомментирована причина увеличения вязкости по Муни у опытных резиновых смесей и её влияние на их технологические свойства. В описании получения каучуков ДМССК не указаны массовые соотношения используемых мономеров – бутадиен:стирол: $\alpha$ -метилстирол. Не поясняется, какой конкретно вид смешанного растворителя используется в полимеризации. Отмечается отсутствие в автореферате информации о том, изменяется ли содержание загрязнителей и компонентный состав сточных вод при использовании выбранных иницилирующих систем полимеризации. Было бы целесообразным в автореферате диссертации представить данные о стойкости вулканизатов стандартного состава на основе опытных каучуков термоокислительному воздействию. В разделе «Получение каучуков ДМССК» следовало привести более подробное описание принципиальной технологической схемы (рис. 2), включающее

в себя алгоритм загрузки сырья в реактор и заправки полученного полимера антиоксидантом и маслом с указанием номеров аппаратов, в которых осуществляются соответствующие стадии технологического процесса. На принципиальной технологической схеме получения каучуков ДМССК-2560/ДМССК-2560-М27 (с.13, рис. 2) не обозначены позиции оборудования, что затрудняет её интерпретацию. Не представлены данные, подтверждающие технико-экономические преимущества применяемого каучука ДМССК-2560-М27 при производстве автомобильных шин. В описании задач работы стоило бы привести химические названия, отражающие природу применяемых модификаторов. В таблице 7 автореферата представлены механические свойства серийных шинных резин, однако не объяснено существенное изменение коэффициентов старения резин, полученных с использованием новых модификаторов. Не снижает ли использование в протекторной рецептуре ДМССК стойкость к скорчингу, исходя из данных табл. 6? При использовании ДМССК в протекторных резинах значительно повышается их динамическая выносливость (табл. 8), однако автором этот показатель не учтён при сравнительной рейтинговой оценке эксплуатационных свойств резин.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их многолетним опытом, профессионализмом и компетентностью в научно-исследовательских направлениях, смежных с тематикой диссертации по защищаемой специальности, что подтверждается наличием публикаций в данной отрасли науки, способностью оценить научную новизну, теоретическую ценность и практическую значимость диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** способ получения статистических бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольных каучуков ДМССК-2560 и ДМССК-2560-М27 с регулируемой микроструктурой в присутствии комплексных органометаллических

инициаторов, образующихся в режиме *in situ* при химическом взаимодействии *n*-бутиллития и модификатора, вводимых в мономерную шихту, которые предназначены для применения в протекторных резинах с целью увеличения сцепления с сухой, мокрой и обледенелой дорогой, снижения сопротивления качению, а также повышения динамических характеристик и износостойкости;

**показано**, что применение в технологии получения каучуков ДМССК-2560-М27 нового модификатора *n*-бутиллития – М-11ЛБЦ, представляющего собой полифункциональный алкоголят натрия и кальция, синтезированный с применением спиртов российского производства – лапрамола-294 и бутилцеллозолева, позволяет получить сополимеры со статистическим распределением мономерных звеньев и с заданной микроструктурой бутадиеновой части: повышенным содержанием 1,2-звеньев и винилароматической составляющей;

**доказано**, что при использовании серийного модификатора М-11 и опытного М-11ЛБЦ кинетические показатели процессов сополимеризации – конверсия и время протекания реакции – находятся на одном уровне (99 % за 1 час);

**предложены** рецептурно-технологические решения по изготовлению протекторных резин на основе бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольных каучуков, обеспечивающие улучшение эксплуатационных характеристик готовых изделий и расширение температурного интервала их применения.

**Новые понятия не вводились.**

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**Доказаны и обоснованы** подходы к получению тройных статистических сополимеров бутадиена, стирола и  $\alpha$ -метилстирола с метильными группами вдоль полимерной цепи с применением каталитического комплекса, включающего *n*-бутиллитий и модификатор – смешанный алкоголят натрия и кальция на основе N,N,N',N'-тетра(2-оксипропил)этилендиамина и тетрагидрофурфурилового спирта (ТГФС)/ бутилцеллозолева (БЦ);

**изложены** аргументы по выбору иницирующих систем на основе *n*-бутиллития и модификаторов, обеспечивающих получение полимера с заданными микроструктурой и свойствами при измененных технологических параметрах процесса: пониженной температуре полимеризации (<65 °С) и сниженном расходе *n*-бутиллития (8,8 ммоль/кг мономеров).

**изучено** влияние молярного соотношения «модификатор: *n*-бутиллитий» на эффективность протекания реакции сополимеризации дивинила со стиролом и  $\alpha$ -метилстиролом при образовании комплексного инициатора в реакционной среде в режиме *in situ*;

**раскрыта** взаимосвязь молекулярной структуры бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольного каучука с комплексом технологических и физико-механических свойств и показано, что замена части стирола на  $\alpha$ -метилстирол в составе каучука ДССК-2560-М27 обуславливает улучшение ключевых показателей качества каучука, резиновых смесей и резин на его основе;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** современные физико-химические методы исследования структуры и свойств каучуков ДМССК, а также стандартизированные методы определения характеристик резиновых смесей и вулканизатов, изготовленных на их основе;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработан** процесс получения модифицированных  $\alpha$ -метилстиролом бутадиен-стирольных сополимеров с применением модификаторов – смешанных алколюлятов и *n*-бутиллития. Предложены технические решения по снижению расхода инициатора и температуры полимеризации;

**показано**, что присутствие метильных групп, входящих в состав новых бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольных сополимеров, позволяет расширить температурный диапазон эксплуатации данных каучуков и изделий на их основе, которые смогут использоваться в сложных условиях;

**определены** перспективы практического применения разработанных протекторных резин, изготовленных на основе каучуков ДМССК-2560-М27, характеризующихся улучшенным комплексом упруго-гистерезисных и физико-механических показателей относительно образцов сравнения на основе промышленного каучука ДССК-2560-М27, что подтверждается актами испытаний на предприятиях «ПолиЛаб Воронеж», НТЦ ОАО «Белшина».

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что экспериментальные результаты получены благодаря использованию апробированных методик исследования каучуков, резиновых смесей, вулканизатов и испытательного оборудования с высоким уровнем точности измерений, отвечающего современным стандартам: для исследования структуры каучуков применяли ИК-Фурье-спектрометр «Nicolet 6700», <sup>1</sup>H-ЯМР-спектрометр (FT-NMR), гельпроникающей хроматограф – прибор «Waters»; оценку вязкости по Муни осуществляли на вискозиметре «Mooney MV-2000»; резиновые смеси анализировали на приборе РПА-2000; вулканизационные характеристики резиновых смесей определяли с помощью прибора MDR 2000 фирмы «Alpha Technologies»; физико-механические показатели вулканизатов определяли методами, основанными на стандартах АСТМ Д3182 и АСТМ Д3185; упруго-гистерезисные свойства протекторных резин определяли с использованием прибора DMA 242 E Artemis (ф. Netzsch). Обработка результатов экспериментов осуществлена с помощью современных информационных и программных средств: планирование и обработку результатов эксперимента, с получением уравнений регрессии и поверхностей функции отклика, осуществляли в программном пакете STATISTICA; расчет констант скорости и определение кинетических параметров вулканизации осуществляли в программном пакете «Vulcanization 1.0»;

**теория построена** на известных, воспроизводимых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными результатами по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе практики, известных литературных и собственных экспериментальных данных; обобщении передового опыта в способах получения и модификации растворных статистических бутадиен-стирольных сополимеров, в их применении в рецептурах протекторных резин;

**использовано** сравнение результатов эксперимента, полученных с применением авторских методов, с данными других авторов по исследуемой тематике;

**установлено** качественное соответствие авторских результатов и результатов, представленных в независимых источниках по исследуемой тематике;

**использованы** современные методы анализа, обработки информации и прогнозирования свойств полимерных композиций.

**Личный вклад соискателя** заключается в поиске и анализе литературных данных, участии в постановке цели и задач исследования, выборе объектов и методов исследования, планировании и проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации результатов эксперимента, анализе и обсуждении полученных результатов, формулировке научных положений и выводов, подготовке патентов и публикаций по теме исследования и представлении результатов исследования на научных конференциях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискателю были заданы вопросы о типе структуры (статистическая или блочная) получаемых сополимеров, о степени освоения применяемых в работе методов исследования и о наличии доступных методов в В.ф. ФГБУ «НИИСК» (д.х.н., проф. Рудаков О.Б.); о причинах улучшенных физико-механических показателей стандартных резин и эксплуатационных свойств протекторных резин на основе каучуков ДМССК по сравнению со свойствами резин на основе каучуков ДССК, о цели применения кремнезёмных наполнителей в рецептурах протекторных резин ( (д.т.н., проф. Шутилин

Ю.Ф.); о влиянии микроструктурных характеристик каучуков ДМССК на физико-механические свойства вулканизатов на их основе (д.т.н., проф. Никулин С.С.); о природе применяемого в реакции сополимеризации растворителя и об увеличении полимеризационной активности мономеров, вызванной применением выбранных иницирующих систем (д.х.н., проф. Шаталов Г.В.); о воспроизводимости экспериментов по получению опытных каучуков (д.х.н., проф. Кизим Н.Ф.); о причине применения конкретно заданных дозировок наполнителей в рецептурах протекторных резин и об их влиянии на физико-механические свойства шинных вулканизатов (д.т.н., проф. Корчагин В.И.).

Соискатель Бердников В.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 26 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение за научно-обоснованные технические и технологические решения по созданию технологии получения растворных бутадиен-стирол- $\alpha$ -метилстирольных каучуков для шинных резин с улучшенными эксплуатационными характеристиками, имеющие существенное значение для развития промышленности синтетического каучука и шинной промышленности РФ, присудить Бердникову Владимиру Владимировичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

