

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Марьева Владимира Александровича
на тему: «Способ утилизации вторичного резинового сырья в условиях
функционирования экотехнопарков»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.5.15. Экология

Диссертационная работа Марьева Владимира Александровича посвящена разработке способа утилизации вторичного резинового сырья в спланированном экотехнопарке для применения в качестве экологически безопасного материала в дорожном строительстве.

Актуальность темы исследования. С 1 января 2025 года в рамках Национального проекта «Экологическое благополучие» Правительством Российской Федерации реализуется Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла», который призван сыграть важнейшую роль в снижении негативного воздействия на окружающую среду, ресурсосбережении. Главной задачей в реализации этого Федерального проекта является создание экотехнопарков, которые производят готовую продукцию на основе промышленных отходов.

В качестве примера такой продукции являются строительные материалы с использованием вторичного резинового сырья, полученного в процессе утилизации отходов предприятий Нижнекамского промышленного узла Республики Татарстан. Таким образом, комплексный подход к утилизации изношенных шин и резиносодержащих отходов производства является актуальным при создании экотехнопарков, что снижает негативное воздействие на окружающую среду.

В качестве **научной новизны** следует отметить то, что автором разработан механизм функционирования экотехнопарков на основе принципов промышленного симбиоза, разработана технология получения резинобитумной композиции (РБК) на основе вторичного резинового сырья при соотношении компонентов: резиновая крошка (РК) 14,8 % (масс.); ряд парабиновых кислот и их производных 2 % (масс.); битум 83,2 % (масс.). У данной РБК возрастает устойчивость к расслоению более чем в 3 раза; повышается температура размягчения в 2,1 раза, эластичность в 19 раз, растяжимость при 0 °С в 1,5 раза, снижается температура хрупкости в 1,3 раза.

Теоретическая значимость работы. Впервые автором сформирован научно-методический подход к организации экотехнопарков на принципах

промышленного симбиоза, проведены исследования по разработке экологически безопасных технологий и материалов утилизации изношенных шин и отходов РТИ в условиях организации экотехнопарков.

Новым достижением автора, **особенно с практической точки зрения**, является то, что предложены и утверждены нормативные правовые акты Российской Федерации, касающиеся принципов создания и эксплуатации экотехнопарков – Постановления Правительства РФ. Реализован алгоритм организации экотехнопарка в Нижнекамском промышленном узле Республики Татарстан, объединяющего предприятия, относящиеся к различным отраслям промышленности, и объекты коммунальной сферы. Получен патент на изобретение «Битумно-резиновая композиция и способ ее получения», зарегистрирован торговый знак «БРИТ». Применение резинобитумной мастики и дорожных вяжущих марок «БРИТ-И» подтверждено Актами о внедрении (ООО «МИП «НИЦ МиС», ОАО «ГСХ-групп»). Произведён расчёт положительного экологического эффекта за счёт внедрения технологии производства РБК, который составил в финансовом выражении 7 303 600 рублей в год за счёт не размещения изношенных шин (отходов IV класса опасности) на промышленных полигонах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка сокращений и условных обозначений, списка цитируемой литературы и восьми приложений. Работа изложена на 182 страницах машинописного текста, включает 17 рисунков и 26 таблиц. Список литературы содержит 144 работы отечественных и зарубежных авторов.

Введение имеет необходимые структурные компоненты этого раздела: актуальность, цель, основные задачи, положения, выносимые на защиту, характеризуется степень новизны полученных результатов, теоретическая и практическая значимость, апробация результатов и т.д.

В **первой главе** проанализирован международный опыт создания и развития экотехнопарков. Представлены вопросы регулирования и подходы к стимулированию развития экотехнопарков, дано определение термина «экотехнопарк». Представлено определение экотехнопарка, ключевое отличие от других объектов – эффективный обмен ресурсами для достижения экономических выгод и снижения экологического воздействия. В качестве примера рассмотрен комплексный подход к переработке резиносодержащих отходов, проанализированы соответствующие технологии и определены направления исследований для получения высокотехнологичных резинобитумных материалов.

Во **второй главе** представлен разработанный автором алгоритм создания экотехнопарка, включая перечень необходимой документации и общий порядок эксплуатации объектов. Дано авторское определение понятия "экотехнопарк" как объединённого комплекса, обеспечивающего переработку отходов и производство промышленной продукции, а также научно-исследовательскую деятельность. Предложена классификация экотехнопарков, включая модели промышленного симбиоза и инновационные экотехнопарки, и сформулированы требования к ним. Рассмотрена перспективная схема экотехнопарка Нижнекамского промышленного узла, а также примеры утилизации отходов (шин и РТИ) и получения востребованной продукции (регенерата резины, резинобитумных вяжущих).

В **третьей главе** описаны исходные материалы и методы экспериментальных исследований, примененные автором для разработки технологии термостабильной и экологически безопасной РБК, являющейся основой для производства мастик и вяжущих в дорожном и гражданском строительстве. Приведены стандартизированные методы определения физико-механических свойств резинобитумных композиций, а также используемое лабораторное оборудование. Подчеркивается, что все исследования проводились в соответствии с требованиями ГОСТ и ASTM.

В **четвертой главе** представлены результаты исследований по использованию резиновой крошки, полученной из утилизированных шин и отходов РТИ предприятий Нижнекамского промышленного узла, в качестве модификатора битума для резинобитумных мастик и асфальтобетонных смесей. Проведены сравнительные исследования рецептур вяжущих, приготовленных механическим смешиванием и химической модификацией. Проанализированы показатели резинобитумной композиции с комплексным модификатором асфальтобетона (КМА), показано повышение эластичности и температуры размягчения модифицированного битума.

Автором разработана технология и получен Патент на битумно-резиновую композицию и способ её получения, зарегистрирован торговый знак «БРИТ».

Мастика «БРИТ» сохраняет присущую ей однородность, значительного расслоения материала не наблюдается, что свидетельствует о структурировании битума резиновой крошкой вследствие химической реакции при производстве резинобитумной композиции.

В **пятой главе** представлен расчет экономического и экологического эффекта от внедрения предложенной технологии получения резинобитумной композиции (РБК). Рассчитана себестоимость производства РБК и

экологический вред от размещения отходов на примере полигона ПАО «Нижекамскшина». Показано, что внедрение технологии утилизации шин и отходов РТИ позволит предотвратить значительный экологический вред и сделать сбыт резиновой крошки экономически эффективным.

При ознакомлении с диссертацией возникли следующие **замечания и вопросы**:

1. При использовании в качестве модификаторов взаимодействия РБК и битума предлагаются парабановые кислоты, однако не описан механизм их взаимодействия с происходящим при этом газовойделением. Следует отметить, что парабановые кислоты весьма дороги и существенно увеличивают стоимость получаемого продукта.

2. Интересно было бы предложить другие более дешевые эффективные модификаторы, позволяющие заменить парабановую кислоту.

Заключение

В целом диссертационная работа Марьева В.А. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на современном методическом уровне, в котором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения в области функционирования экотехнопарков на примере утилизации вторичного резинового сырья в качестве экологически безопасного материала в дорожном строительстве, имеющие важное значение для развития технологий комплексной утилизации однородных отходов с выпуском готовой продукции. Результаты, представленные в диссертации, представляют несомненный интерес для создания экотехнопарков на действующих предприятиях.

По теме диссертации опубликовано 33 научные работы, из них 5 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по специальности, 3 статьи в научных журналах, входящих в международные базы данных и системы цитирования, получен 1 патент на изобретение, 18 статей в других журналах, 5 публикаций в сборниках материалов и тезисов международных и всероссийских научных конференций. Опубликованы 2 главы в монографиях, входящих в международную базу данных Scopus, зарегистрирован 1 торговый знак на продукцию.

Автореферат и публикации соискателя полностью отражают содержание диссертации.

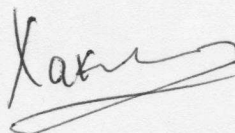
Таким образом, по структуре, объему проведенных исследований, их аналитической проработке и уровню практической значимости,

диссертационная работа Марьева В.А. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, а её автор, Марьев Владимир Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры химии и технологии переработки эластомеров, доктор технических наук (05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов), профессор

Хакимуллин
Юрий
Нуриевич



«20» ноября 2025 г.

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Структурное подразделение: кафедра химии и технологии переработки эластомеров

Почтовый адрес: 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68

Телефон: 8 (843) 231-95-61

Электронный адрес: KhakimullinYuN@corp.knrtu.ru



Вход. № 05-8627
« 21 » 11 2025 г.
подпись 