

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертационную работу Гапаньковой Елены Игоревны  
«Технология препрегов на основе эпоксидной и терпеноидной смол»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и  
КОМПОЗИТОВ

### **1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите.**

Диссертационная работа Гапаньковой Е.И. «Технология препрегов на основе эпоксидной и терпеноидной смол» посвящена получению новых отечественных полимерных композиционных материалов (препрегов) и их применению в производстве целевых изделий (спортивно-беговых лыж).

Цель, задачи и методы исследования диссертации Гапаньковой Е.И. соответствуют отрасли «технические науки» и пунктам 1, 2, 3 паспорта специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов (Теоретическое обоснование физико-химических процессов, происходящих в полимерах на стадиях их получения и переработки: реология полимерных жидкостей; отверждение реактопластов; вулканизация каучуков, реакционная экструзия и др. Технологии производств порошков, гранул, пленок, волокон, покрытий, профильных и литевых изделий, блочных материалов, резинотехнических изделий с использованием функциональных добавок, включая ультра- и нанодисперсные наполнители. Изменения структуры и свойств материалов в процессе их переработки и при эксплуатации изделий, прогнозирование их долговечности), утверждённому приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 29.11.2023 № 293.

Автореферат полностью отражает содержание и выводы и соответствует основным положениям диссертации.

### **2. Актуальность темы диссертации.**

Актуальность диссертации обуславливается необходимостью разработки импортозамещающих полимерных материалов для нужд предприятий Республики Беларусь. Диссертационная работа направлена на создание отечественных рецептур эпоксидных связующих и препрегов (препрег-лента и препрег-флис) и реализацию импортозамещения материалов, импорт которых ограничен в Республику Беларусь. Диссертационная работа также направлена на увеличение степени использования отечественного возобновляемого сырья (сосновой живицы и продуктов её переработки – канифоли и скипидара), в частности, при производстве конкурентоспособных полимерных материалов.

Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156: 1) биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии и производства: химические технологии и производства, нефтехимия; 2) машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы.

Основные этапы диссертационной работы выполнялись в Государственном научном учреждении «ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ» при выполнении следующих научных исследований: отдельный проект научных исследований Национальной академии наук Беларуси «Разработка и исследование эксплуатационных свойств эпоксидной композиции для изготовления препрега» (01.07.2019–30.06.2020 гг. № ГР 20190722); отдельный проект научных исследований Национальной академии наук Беларуси «Разработка препрег-флиса для изготовления пластиковых лыж» (01.07.2020–30.09.2021 гг. № ГР 20190722).

### **3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.**

Разработаны две новые рецептуры получения матричных полимеров (связующих) для препрегов (препрег-лента и препрег-флис) на основе эпоксидной и канифолетерпеномалеиновой смол:

- определены тип замасливателя и оптимальные армирующие наполнители для изготовления препрегов - ровинги стеклянные с линейной плотностью 1200 текс, диаметром нити 16 мкм;

- подобраны модифицирующие добавки (Vinnol H30/48M и Mowital B14S) для рецептуры эпоксидных композиций, установлено оптимальное содержание модификатора (8,5–9,5 мас. %).

- определен ускоритель и его количество в рецептуре эпоксидного связующего, позволяющий проводить реакцию полимеризации эпоксидной смолы при ~120°C без снижения её физико-технических характеристик.

Разработана технология производства эпоксидного связующего для изготовления препрег-ленты и препрег-флиса.

Определено влияние типа армирующего наполнителя (директ-ровинг стеклянный 600 и 1200 текс, базальтовое и полиэфирное волокна) в препрегах на механические свойства лыж.

Установлено влияние длительности хранения препрегов на перерабатывающую способность.

Разработана технология и создана лабораторная пропиточная установка для изготовления препрегов.

С использованием наработанных партий препрегов произведено 4 опытные склейки (партии) экспериментальных лыж и определены их физико-технические характеристики. Определены показатели усталости образцов полученных лыж при циклическом нагружении.

Основываясь исключительно на результатах проведенного комплекса испытаний можно сделать вывод, что наработанные препреги по большинству параметров позволяют обеспечивать требуемые показатели качества лыж на уровне образцов лыж, изготовленных из импортных препрегов.

Апробированная лабораторная технология позволила наработать опытно-промышленную партию на ОАО «Полоцк-Стекловолокно» (г. Полоцк, Республика Беларусь) в количестве по 1000 м. п. препрег-ленты и препрег-флиса и реализовать на филиал «Телеханы» Государственного предприятия «Беларусьторг» для изготовления пластиковых лыж.

Представленная новизна результатов отражена в положениях, выносимых на защиту.

Систематические исследования в данной области позволили автору разработать новые композиционные материалы целевого назначения.

Степень новизны полученных результатов, выносимых на защиту в представленной диссертации, достаточна высока для признания соответствия диссертации требованиям ВАК по данному критерию.

#### **4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Все выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и не противоречат устоявшимся воззрениям и классическим литературным данным. Степень обоснованности и достоверности научных результатов подтверждаются также использованием современных физико-химических методов анализа. Результаты исследований, включенные в диссертацию, неоднократно докладывались и обсуждались на республиканских и международных конференциях.

#### **5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.**

Научная значимость диссертационной работы заключается в разработке технологии получения препрегов на основе эпоксидной и терпеноидной смол в составах матричных композиций (связующих).

Практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации заключается в применении в производственном процессе изготовления современных пластиковых лыж массового сегмента разработанных препрегов, являющихся их составной частью и выполняющих роль клеевого и армирующего слоев. Производство разработанных автором препрегов организовано на ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Перспективной областью применения является единственное в Республике Беларусь лыжное производство филиала «Телеханы» Республиканского производственно-торгового унитарного предприятия «Беларусьторг» Управления делами Президента Республики Беларусь.

На ОАО «Лесохимик» выпущена и реализована на ОАО «Полоцк-Стекловолокно» (г. Полоцк, Республика Беларусь) промышленная партия отвердителя для наработки опытно-промышленной партии эпоксидных связующих пропитывающих составов для производства препрегов.

Установленные автором диссертации фундаментальные и практические аспекты представляют несомненный интерес для получения отечественных композиционных материалов, которые могут найти применение в химической промышленности.

#### **6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.**

Результаты диссертации изложены в 21 научной работе (общим объемом 8,13 авторских листа): 3 статьи в научных журналах, включённых в Перечень ВАК Республики Беларуси, 6 статей в рецензируемых научных журналах РФ, 3 статьи в материалах конференций, 8 тезисов и 1 патент Республики Беларусь на изобретение. Опубликованность исследований и составленная внутренняя техническая документация (7 шт.: из них 1 – методика, 5 – лабораторно-технологических регламентов и 1 – опытно-технологический регламент) свидетельствует о высоком научном и техническом уровне данной диссертационной работы.

#### **7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК Республики Беларусь.**

Оформление диссертации и автореферата Гапаньковой Елены Игоревны соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь. Структура автореферата полностью отражает содержание диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложения.

#### **8. Замечания по диссертации.**

Принципиальных замечаний, которые могли бы изменить или опровергнуть представленные соискателем научные результаты, научные положения и выводы, в диссертации не выявлено. Есть несколько замечаний и уточняющих вопросов:

Не указано содержание продуктов реакции Дильса-Альдера малеинового ангидрида с  $\alpha$ -терпиненом и  $\alpha$ -фелландреном в реакционной смеси, образующейся при реакции малеинового ангидрида и  $\alpha$ -пинена.

В содержательной части приводится много базовых, вводных сведений (например, про эпоксидные смолы), которые, как правило, следует приводить в литературном обзоре.

Не приведены данные, обосновывающие выбор оптимального соотношения эпоксидной смолы и отвердителя (канифолетерпеномалеиновой смолы).

В обсуждении результатов (глава 3) не приведено соотношение компонентов (ацетона и этилацетата) в растворителе.

Не совсем ясна технологическая новизна установки получения препрегов.

Также в работе есть ряд стилистических неточностей и опечаток (стр. 14, 15, 23, 24, 29, 36, 38, 56, 67, 77, 78, 107, 133).

Указанные замечания не касаются сущности работы, носят характер рекомендаций и не меняют общую положительную оценку диссертационной работы, которая является завершённым исследованием, выполненным в актуальной области на высоком научном уровне.

## **9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.**

Научная квалификация Гапаньковой Е.И. соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, предъявляемым к соискателям учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов. Это подтверждается личным вкладом соискателя: анализом литературных данных по теме диссертационного исследования, проведении эксперимента, разработке нормативно-технологической документации, анализе и интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций и представлении результатов на конференциях.

## **10. Заключение.**

Диссертационная работа Гапаньковой Е.И. «Технология препрегов на основе эпоксидной и терпеноидной смол» представляет собой завершённую квалификационную работу и по актуальности, научной новизне, практиче-

ской значимости и апробации научных результатов в полной мере удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней и ученых званий», утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190). Считаю, что Гапанькова Елена Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов за новые научно обоснованные результаты и применение разработанных препрегов, обеспечивающих получение целевых продуктов (спортивно-беговых пластиковых лыж), соответствующих установленным техническим нормам, и характеризующихся улучшенными механическими свойствами, включающие:

1. установленную возможность использования канифолетерпено-малеиновой смолы в качестве отверждающего агента эпоксидных полимеров для получения связующих «горячего» отверждения применяемых в препрегах;

2. впервые разработанные рецептуры эпоксидных пропиточных составов, содержащие канифолетерпеномалеиновую смолу, полимерные модифицирующие добавки, органические растворители и катализатор отверждения, обеспечивающие получение новых препрегов (препрег-ленты и и препрег-флиса) для регламентированного технологического процесса на производстве спортивно-беговых лыж;

3. разработанную технологию совмещения матричных композиций (связующих) со стеклонаполнителями как наиболее эффективными материалами отечественного производства для получения препрегов, позволяющих изготовить пластиковые лыжи с улучшенными механическими показателями. Доказанную технологичность («живучесть») препрегов (препрег-лента и препрег-флис) на основе созданных связующих и эффективность их применения при склеивании пластиковых лыж с контролем изменения нормируемых технологических параметров: стрела прогиба, индекс жёсткости FA, разрушающая нагрузка, жёсткость задней и передней частей лыжи;

4. технологию получения препрегов, содержащих разработанные эпоксидные связующие, обеспечивающих необходимую поверхностную плотность после пропитки и содержание летучих веществ, позволившую выпустить 200 пар конкурентоспособных спортивно-беговых пластиковых лыж, соответствующих установленным техническим нормам, относящихся к классу масс-маркета.

***что в совокупности*** является значительным вкладом в развитие отечественной технологии получения полимерных композиционных материалов.

Выражаю свое согласие на размещение моего отзыва на диссертацию Гапаньковой Е.И. на официальном сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

**Официальный оппонент:**

кандидат химических наук,  
Заведующий лабораторией Лесохимических продуктов и технологий  
государственного научного учреждения  
«Институт химии новых материалов  
Национальной академии наук Беларуси»



М.П. Бей

09.01.2025 г.

*Морис Бей М.П. уразоветце,*

