ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н. Гайдадина Алексея Николаевича
на диссертационную работу Юсупова Булата Наилевича
«Композиции на основе смесей сополимеров этилена и винилового спирта с полиэтиленом и этилен-винилацетатными сополимерами»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук
по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Актуальность темы.

Анализ закономерностей использования полимерных материалов выявляет яркую и неожиданную тенденцию превосходства показателей полимерных матриц, полученных с использованием смесей полимеров, над композитами, полученными с использованием одного полимерного связующего. Это формирует утверждения о повышении уровня показателей биполимерных матриц за счёт синергизма полимеров или даже придания смеси характеристик, недостаточно выраженных либо полностью отсутствующих у «родительских полимеров». Приёмы и принципы формирования столь эффективных полимерных пар разработаны недостаточно подробно. Выявление признаков, обеспечивающих совместимость полимеров, выбор и обоснование методологии оценки потенциального сродства высокомолекулярных соединений является очень важной научной и технологической задачей. В действующей практике прогноз совместимости полимеров различной природы основывается, как правило, на оценке строения макромолекулы с учетом типа мономерных сегментов, наличия дефектных и концевых групп. В результате решение о совместимости формируется на базе термодинамических принципов с учётом изменения энергии Гиббса. Однако подобный простой подход в редких случаях даёт обоснованное решение при выборе полимеров для формирования эффективных полимерных пар. Причины явления кроются в природе высокомолекулярных соединений и связаны с их способностью к формированию уникальной структуры, включающей кристаллические и аморфные области, создании совместных фаз и особенностями изменения энергетических показателей на границе раздела одного и другого полимера. Не следует исключать из оценки отсутствие склонности полимеров к

растворению в среде другого полимера и невозможности формирования устойчивых полимер-полимерных растворов. Как следствие, необходимость обоснования методов подбора полимеров для создания полимер-полимерных смесей, особенно на основе несовместимых пар высокомолекулярных соединений, является актуальной задачей. Особую привлекательность и высокую степень значимости приобретает её решение при успешном получении композиций, имеющих высокие технологические и технические показатели.

В связи с этим, тематика диссертационной работы Юсупова Булата Наилевича, связанная с созданием композиций на основе смесей сополимеров этилена и винилового спирта с полиэтиленом и этилен-винилацетатными сополимерами, является **безусловно актуальной**.

Анализ содержания, оформления работы и ее завершенность.

Диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование. Она имеет классическую структуру, включающую введение; обзор литературных источников по теме диссертации; экспериментальную часть с описанием характеристик используемых ингредиентов, методик получение и исследования композиций; обсуждение результатов с глубоким анализом полученных экспериментальных данных; заключение с основными выводами и перспективами применения полученных материалов; обширный список используемой литературы, включающий 133 наименования; справку о результатах испытаний предметов разработки на территории стороннего испытательного центра, подтверждающего высокие эксплуатационные показатели (приложение) созданных автором диссертации композиций. Диссертация изложена на 138 страницах машинописного текста, включает 63 рисунка и 8 таблиц, отдельное приложение на двух страницах.

Во введении сформулированы актуальность исследований и оценена степень проработанности темы диссертационной работы. Актуальность обосновывается автором на основании оценки современного состояния рецептурных решений при выборе полимеров для создания полимер-полимерных смесей, подходов к методологии их исследования и оценки поведения материалов в условиях использования. Одновременно приводятся формулировки научной новизны, теоретической и практической значимости исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту; обосновывается личный вклад автора; достоверность полученных результатов; соответствие работы специальности; приводятся данные по

апробации исследований; структура диссертации и число публикаций, сделанных соискателем.

Первая глава (обзор литературных источников по теме диссертационной работы) посвящена анализу использования полимерных смесей для получения композиций с высокими эксплуатационными показателями. Автор уделяет пристальное внимание применению сополимеров, выделяя их превосходства по сравнению с гомополимерами в целом ряде показателей. В результате формируется решение о перспективности создания композиций на основе полимер-полимерных смесей с использованием сополимеров. Следует отметить внимательное отношение автора к оценке структуры макромолекул используемых полимеров и вкладов соотношения сомономеров на свойства сополимера. Далее подвергается анализу особенности формирования полимер-полимерных смесей с учетом фазовой агрегации и инверсии, определяемых соотношение каждого высокомолекулярного компонента в бинарной смеси. Из результатов анализа следует возникновение явлений синергизма и антагонизма изменения показателей, напрямую не связанных со строением макромолекул и их термодинамической совместимостью. На основании анализа литературных данных делается обоснованный выбор материалов и способов проведения исследований.

Во второй главе (экспериментальная часть диссертационной работы) приводятся характеристики основных и вспомогательных ингредиентов, используемых в ходе дальнейших исследований. Автор описывает методы получения смесей на стадиях композициирования ингредиентов и формовании образцов для испытаний. Далее приводятся методики исследований, каждая из которых снабжена добротным описанием последовательности испытаний и иллюстрирована типами испытательного оборудования. Используемые методики соответствуют требованиям современного исследовательского уровня и обеспечивают получение устойчивых выборок экспериментальных данных.

Третья глава (обсуждение результатов диссертационной работы) содержит описание экспериментов и результаты их обсуждения. Глава представлена девятью логически связанными разделами, в каждом из которых обсуждаются изменения показателей в зависимости от варьирования типом и содержанием полимеров в смеси. Фактически автор использует оценку свойств объектов исследования по различным современным

методикам, консолидируя полученные результаты в подразделы и общую структуру главы. В результате подтверждается высказанное автором на стадии постановки задачи утверждение о несовместимости выбранных полимеров. Ожидаемым является дрейф пиков плавления, полученный методом ДСК, в зависимости от способа получения композиций. Интересным является факт формирования сегментально совместимых областей в матрицах смесей, особенно с учётом выявленной автором закономерности направленной модификации фаз сополимера СЭВС в смеси с ПЭНД и сополимера СЭВА в смеси с ПЭНД. Во втором разделе главы автор уделяет внимание результатам ДСК-исследований рассматриваемых смесей, вполне убедительно доказывая особенности кристаллизации одного высокомолекулярного соединения в расплаве другого, что приводит к увеличению доли аморфного компонента в смеси. Полученный результат интересен и позволяет варьировать фазовую микроструктуру матрицы, обеспечивая управление свойствами композиции. В следующем разделе главы внимание автора работы сосредотачивается на оценке плотности композиций, включающих рассматриваемые смеси сополимеров. Как правило, плотность является аддитивным показателей и её значение может быть определено расчётными методами. Однако автор работы устанавливает отклонения плотности от закономерностей аддитивнности и убедительно объясняет полученные данные на основании используемых методов исследований. Интересными являются результаты селективной растворимости (фазового вымывания) полимеров из композиций. Как правило, существенное влияние на этот процесс оказывает фазовая агрегация одного из полимеров в среде другого. Особенно сложна оценка в области инверсии фаз, когда полимеры меняют свои «роли» в структуре «дисперсионная среда - дисперсионная фаза». Для получения адекватных данных автор прибегает к использованию различных растворителей, что позволяет ему подтвердить коллоидную структуры смеси полимеров. Особо следует отметить подход к оценке поведения смесей с позиции кислотно-основной теории совместимости. При обсуждении экспериментальных данных автор умело консолидирует результаты экспериментальных исследований с использование высокоточного оборудования и параметров межфазной адгезии полимеров, основанных на величине заряда их поверхностей. В результате факты формирования надмолекулярной и коллоидной структур матрицы смесей получают всестороннее обоснованное

подтверждение. Заключительными разделами главы являются определение макрохарактеристик полимерных смесей, в роли которых автор работы определяет деформационно-прочностные показатели, реологические свойства, оценивание которых проводится по значениям показателя текучести расплава, а также оценка эффективности разработанных подходов для конструирования композиций на основе различных полимеров олефиновой природы.

В заключении приведены основные результаты, отражающие научную и практическую значимость работы. Результаты и выводы свидетельствуют о достижении поставленной автором цели и решении задач диссертационных исследований.

Диссертационная работа написана хорошим языком и подтверждает профессионализм автора в представлении и обсуждении результатов исследований. Материалы изложены технически грамотно и оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам.

Соответствие паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в пунктах 2 «свойства синтетических и природных полимеров, фазовые взаимодействия; исследования в направлении прогнозирования состав-свойства» и 6 «Полимерное материаловедение. Разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры синтетических и природных полимерных материалов для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств».

Автореферат полно отражает основные положения диссертационной работы, её научную новизну и практическую значимость. Текст реферата изложен в объёме, достаточном для полного понимания проведённых исследований.

Достоверность и обоснованность полученных результатов основывается на использовании современных методик постановки задачи исследований, высокоточного испытательного оборудования, методов получения и оценки параметров композиций на основе смесей сополимеров, а также определения их эксплуатационных характеристик.

Публикации.

Диссертационная работа прошла необходимую апробацию, обсуждалась, судя по тексту диссертации и автореферата, на ряде научных конференций.

Результаты исследований изложены в 6 статьях, рекомендуемых ВАК РФ для размещения материалов диссертаций и 7 тезисах докладов на профильных научных конференциях.

Научная новизна диссертационных исследований заключается в следующем:

-установлена возможность реализации приповерхностного смешения сополимеров по диффузионному механизму;

- установлена смена функциональности поверхности полимерных плёнок при введении в полиэтилен сополимеров этилена с виниловым спиртом за счёт конформационных перестроек в поверхностном слое бинарной смеси;

- методом селективной растворимости обнаружено формирование непрерывной фазы сополимера этилена и винилового спирта в смеси с полиэтиленом начиная с 17 % объёмных сополимера.

Теоретическая и практическая значимость проведенных исследований не вызывает сомнения и заключается разработке подходов для создания смесей на основе полимеров и сополимеров олефиновой природы. Автором получены концентрационные зависимости структурных, деформационно-прочностных, поверхностных энергетических и кислотно-основных, сорбционно-диффузионных характеристик смесевых композиций сополимера этилена и винилового спирта с полиэтиленом, а также сополимером этилена с винилацетатом. Полученные данные имеют справочный характер и представляют огромный интерес при решении практических задач в различных областях полимерного материаловедения.

Получены опытные партии материала на основе смесей вторичного полиэтилена низкого давления и сополимера этилена и винилового спирта с добавлением технологических отходов многослойных барьерных пленок, содержащих малеинизированный полиэтилен, для изготовления емкостей хранения органических растворителей и ГСМ при более низкой стоимости. По результатам испытаний получено положительное заключение ООО «Сибур-инновации» от 23.04.2026г.

Основные замечания по работе.

1. Вывод о смене функциональности поверхности «с нейтральной на основную за счёт конформационных перестроек» основан на расчёте параметра кислотности D по методу Бергера. Прямых методов зондирования поверхности (НПВО-ИК, РФЭС, зондовая микроскопия) в работе нет. В

результате требуется более осторожно использовать формулировки и обсуждения границ применимости подхода.

2. Идентификация механизма проникновения сегментов макромолекулы в фазу второго полимера проведена только по кинетике расслаивания. Дополнительное использование прямых методов (анализ среза межфазной зоны оптической или электронной микроскопией, микрофурье-ИК) в значительной мере усилило бы позицию автора работы.

3. В методиках исследований целесообразно добавить описание условий кондиционирования образцов перед измерением краевого угла смачивания и сорбционно-диффузионных свойств сополимеров.

4. Автором в качестве единиц измерения концентрации компонентов используются попеременно объёмные и массовые проценты. Это усложняет сравнение полученных зависимостей между собой и с данными других исследователей.

5. Некоторые из используемых автором работы терминов требуют дополнительного обоснования в рамках тематики исследования. Например, словосочетание «эпитаксиальные слои» традиционно используется в случае тонких монокристаллических слоёв материала, выращенных на поверхности кристаллической подложки так, что его (материала) кристаллическая решетка продолжала структуру подложки. Из текста диссертации не следует, что автор проводил именно такое выращивание образцов для исследований.

Имеются редакционно-технические погрешности (опечатки, нарушение единообразия терминологии и обозначений), которые не влияют на содержание и восприятие работы, но снижают качество её оформления.

Указанные замечания не касаются ключевых моментов, изложенных в диссертации и автореферате, и не ставят под сомнения новизну и практическую ценность работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационная работа Юсупова Булата Наилевича «Композиции на основе смесей сополимеров этилена и винилового спирта с полиэтиленом и этилен-винилацетатными сополимерами» является завершенной научно-квалификационной работой, которая направлена на решение важной научно-практической задачи создания полимер-полимерных композиций, обладающих высокими техническими показателями, на основе сополимеров.

По своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости результатов диссертационная работа полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Юсупов Булат Наилевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Официальный оппонент, кандидат технических наук (специальность 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения), доцент, доцент кафедры «Химия и технология переработки эластомеров» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Гайдадин Алексей Николаевич

«28»_сентября_ 2026 г.

E-mail: Lit@vstu.ru Тел. +7 (8442) 24-84-52

Адрес организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»).

400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28

E-mail: rector@vstu.ru Тел. +7 (8442) 23-00-76

Вход. № 05-9192
«13» 10 2026 г.
подпись

Гайдадин А.Н.
28.09.2026
Подпись