

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Заведующий кафедрой технологии строительных материалов,
изделий и конструкций
Заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Татарстан
Доктор технических наук, профессор
ХОЗИН ВАДИМ ГРИГОРЬЕВИЧ**

420043, г.Казань, ул.Зеленая, д.1

т./ф. 8(903) 342-32-95
Khozin.Vadim@yandex.ru

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Хузаханова Анвара Рафаиловича «Адгезионные композиции на основе смесей этиленовых сополимеров», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

«Ничто не вечно под луной!», в т.ч. стальные трубы нефте- и газопроводов, которые, прежде чем «лечь» на дно траншей, долгое время транспортируются под открытым небом в открытых ж.д. и автотрубовозах, подвергаясь солнечному нагреву днем и охлаждаясь ночью. И наносимые методом экструзии толстые полиэтиленовые покрытия, имея многократно (до 10 раз) больший коэффициент теплового расширения, чем сталь, отслаиваются от поверхности трубы, открывая доступ влажного воздуха к её поверхности. А далее – конденсация воды и развитие классического процесса электрохимической коррозии с кислородной деполяризацией. Поэтому и нужны полимерные композиции с высокой адгезионной прочностью к стали, большей, чем их когезионная прочность, чтобы обеспечить защиту трубы от коррозии даже при отрыве от неё толстослойного защитного покрытия из полиэтилена. И поэтому тема актуальна, а путь достижения поставленной цели – это смеси полимеров – направление также эффективное своими практически безграничными вариативными возможностями, большими, чем у металлических сплавов, которых многие десятки тысяч на основе всего семи основных металлов; а полимеров, промышленных, несколько десятков. Поэтому здесь перспективы захватывающие. Взять хотя бы динамические термоэластопласты Святослава Вольфсона!

Диссертация Хузаханова Анвара Рафаиловича компактная, выполнена по принципу «необходимости и достаточности», и потому небольшая: 133 стр. со списком литературы, введение 5 стр., литобзор – 33 стр., объекты и методы исследования – 15 стр. и основная, третья глава – 53 стр., в которой содержатся собственные результаты и их обсуждение и выводы. Список литературы внушителен – 166 источников, в т.ч. 50 патентов.

Актуальность темы в целом сомнений не вызывает и автор в литобзоре, неоднократно повторяясь, показал, что многослойные полиолефиновые (полиэтилен-пропиленовые) покрытия стальных труб, а также термоусаживающиеся ленты и муфты из сшитого полиэтилена для сварных стыков трубопроводов остаются почти во всех индустриальных странах наиболее надежным решением на протяжении десятков лет (стр. 29, 43). При этом первый слой на металле – тонкий эпоксидный, в виде грунтовки, отличающийся, как известно, непревзойдённой адгезией, второй – промежуточной из модифицированного полиолефина обеспечивает прочное соединение с полярным эпоксидным слоем неполярного наружного толстого слоя из полиэтилена или полипропилена, воспринимающего все внешние механические и химически агрессивные воздействия. Аналогичное трехслойное строение имеют и термоусаживающиеся муфты и манжеты, которые монтируются в полевых условиях при стыковке труб. Так вот, этот промежуточный слой из модифицированного полиэтилена является по своей функциональной сути и химическому строению классическим компатибилизатором, обеспечивающим связь между двумя несовместимыми материалами: полиэтиленом наружного слоя покрытия и эпоксидной грунтовкой. Но вполне возможен и вариант адгезионного соединения с чистой поверхностью стальной трубы. В научно-технической литературе известны два типа компатибилизаторов: неактивные (химически) – это сополимеры этилена с винилацетатом, этиленакриловая кислота и др.; – реактивные: сополимеры стирола с малеиновым ангидридом, малеинизированные полиэтилен и

полипропилен. Наиболее эффективным сополимером общепризнан малеиновый ангидрид.

На российском рынке присутствуют компатибилизаторы Fusabond, Atofina, Lotader (производитель – компания DuPont, Dow) и Polybond (BritishPetroleum). В настоящее время основным производителем компатибилизаторов является компания SIGroup (на основе малеинизированного полипропилена) – Polybond 3002, 3009, 3150, 3200.

Между тем, термин «компатибилизатор» функционально близок к термину «адгезив» и наверно потому диссертант в своей работе первый термин и не использует, обходясь привычным вторым – «адгезив». Кстати (а может и нет) дифильность молекул компатибилизаторов, делает их похожими на органорастворимые поверхностно-активные вещества (ПАВ), однако у последних другая физико-химия.

Итак, цель работы и задачи для её достижения обоснованы и сформулированы автором не в конце литобзора, как общепринято (и логично), а во введении, а именно: разработка адгезионных материалов на основе смесей сополимеров этилена и винилацетата с сополимерами этилена, алкилакрилата и малеинового ангидрида. Т.е. речь идёт о смесях двух типичных компатибилизаторах (адгезивах): - неактивных – СЭВА и сополимеры этилена с этилакрилатом – СЭЭА с реактивными более сложными по строению сополимерами, содержащими малеиновый ангидрид.

В экспериментальной же части диссертации фигурирует полиэтилен высокого давления, как базовый компонент, с которым смешивали при температуре 150 °С на Brabender(e) все восемь адгезивов, оценивая их модифицирующий эффект по адгезионной прочности к чёрной стали и эпоксидной грунтовке холодного отверждения. Адгезионные контакты с трубной маркой полиэтилена формировались путем горячего прессования плоских образцов при 220 °С.

Следует отметить, что в диссертации для исследования сложной морфологической и фазовой структур эффективно использованы физические

методы: лазерной интерферометрии и дифференциальной сканирующей калориметрии в корреляции с методами оценки поверхностно-энергетических и диффузионных свойств.

Вся результативная экспериментальная часть диссертации находится в третьей главе, и главным критерием эффективности разрабатываемых автором полимерных адгезивов на основе смесей ПЭВД с неактивными и реактивными компатибилизаторами является их адгезионная прочность к стали и эпоксидному полимеру. И это логично, т.к. высокая прочность его связи при сплавлении с защитной оболочкой из трубного полиэтилена обеспечена, а сцепление со стальной трубой зависит от молекулярного контакта с полярными группами адгезива. Но сложность межфазной структуры смесей, возможность термодинамической совместимости компонентов смесей в широком диапазоне концентраций (важно, что в объемных, а не в массовых процентах) сильно затрудняет решение этой многофакторной задачи установления зависимости свойств от химического строения и структуры смесевых адгезивов.

В соответствие с положением об отзыве оппонента я должен оценить в первую очередь новизну этой работы – компактной, логически построенной, интересной в научном плане и ценной для практики, а именно для технологии антикоррозионной защиты магистральных трубопроводов в нашей стране.

Первое. Установлен бимодальный экстремальный характер концентрационных зависимостей адгезионной прочности композиций со сталью бинарных смесей полиолефинов с тройными сополимерами этилен-акрилат-малеиновый ангидрид. Адгезионная прочность к стали возрастает в 1.3-4.8 раза по сравнению с аддитивными значениями. Характерно, что когезионная прочность смесей полиолефинов с этими сополимерами соответствует аддитивным значениям, а это «несоответствие» с адгезионной прочностью нетипично, и автор видит причину в структуре полученных композиций, а именно в обогащении непрерывной (матричной) фазы функциональными группами второго компонента за счёт их взаиморастворимости (хотя это трудно воспринимается, учитывая роль

энтропийного фактора в этом процессе) и в увеличении плотности аморфной фазы.

Второе. Установлено методами лазерной интерферометрии и ДСК, что все исследуемые полярные бинарные системы выше линии ликвидуса (в расплаве) являются совместимыми. При охлаждении систем происходит сокристаллизация компонентов и увеличение плотности аморфной фазы, что подтверждено исследованиями диффузионно-сорбционных параметров. Стоит отметить, что за этими выводами «стоят» результаты исследования 132 композиций. И это – существенный аргумент в пользу обоснованности научных результатов автора рецензируемой диссертации.

Значимость для науки полученных результатов состоит в установленных концентрационных зависимостях адгезионных, прочностных, сорбционно-диффузионных свойств сложных адгезионно-активных смесей полимеров и их структурное обоснование, что имеет важное значение как для дальнейшего исследования других типов полимерных композиций, так и для разработки конкретных составов различного практического назначения.

Разработанные автором адгезионные композиции успешно прошли испытания в ООО «Комплексные системы изоляции» и рекомендованы в качестве изоляции и линейной части стальных трубопроводов и их сварных стыков. Два патента РФ на полимерные клеи-расплавы дополняют практическую ценность диссертации Хузаханова Анвара Рафаиловича.

Замечания. 1. Литобзор, предназначенный для обоснования актуальности темы, цели и задач исследования, не завершается этим заключением, как это принято.

2. Поскольку разработанные адгезионные композиции предназначены как для нанесения на эпоксидную грунтовку, так и на незащищенную сталь, то целесообразно оценить их антикоррозионные свойства.

3. В гл. 2 – методы исследования – описан способ приготовления образца, состоящего из трубного полиэтилена, разработанного адгезива и стали, но

результаты его испытаний в работе отсутствуют, так же как и методы определения ПТР.

Таким образом, диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки новых эффективных адгезионных композиций для антикоррозионной защиты магистральных трубопроводов, за счет введения тройных сополимеров этилена, алкилакрилата и малеинового ангидрида, имеющей важное прикладное значение для отечественной полимерной промышленности и расширения эксплуатационных возможностей трубопроводного транспорта.

Диссертационная работа соискателя Хузаханова Анвара Рафаиловича по своему содержанию соответствует специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, а именно пунктам:

п. 2. в части «Полимерные материалы: пластмассы, покрытия, клеи; свойства синтетических и природных полимеров, фазовые взаимодействия; исследования в направлении прогнозирования состав-свойства; процессы и технологии модификации»;

п. 6. в части «Полимерное материаловедение; разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры полимеров для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств; испытание и определение физико-механических и эксплуатационных характеристик синтетических полимерных материалов и изделий».

Оценивая диссертацию «Адгезионные композиции на основе смесей этиленовых сополимеров» в целом, можно заключить, что она по актуальности темы, научной новизне и практической ценности полученных результатов, достоверность которых обоснована корреляцией методов исследования и непротиворечивостью их с известными данными, соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата наук, а её автор Хузаханов Анвар Рафаилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11 - Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Автореферат и опубликованные работы по теме диссертации полностью отражают её содержание и выводы.

Диссертация и автореферат написаны грамотным русским языком и оформлены в соответствии с ГОСТ 7.0.11-2011.

Официальный оппонент:

Хозин Вадим Григорьевич, доктор технических наук (по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов), профессор, заведующий кафедрой Технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»



21.09.2026

/Хозин Вадим Григорьевич /

Собственноручную подпись
<i>Корина В.Р.</i>
удостоверяю
Начальник Оудела кадров
<i>Корина В.Р.</i>
«21» сентября 2026 г.

Вход. № 05-9154
«21» 09 2026 г.
подпись *AK*