

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, почетного изобретателя Министерства обороны Российской Федерации, почетного рационализатора Министерства обороны Российской Федерации Даныкина Никиты Вячеславовича на диссертацию Макущенко Ивана Сергеевича, выполненную по специальности 2.6.11.

«Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» на тему «Противокоррозионный герметик для предотвращения коррозии сопрягаемых металлических материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность работы

Соискателем Макущенко Иваном Сергеевичем выполнена диссертационная работа, актуальность которой не вызывает сомнения, и заключается в необходимости защиты узлов и элементов конструкций авиационной техники от возникновения коррозии, с практическим направлением на разработку из отечественных компонентов противокоррозионного полисульфидного герметика на основе тиокола (в частности, его состава и технологии изготовления) с улучшенными эксплуатационными характеристиками (в частности, низкое водопоглощение и высокая стойкостью к топливу).

Не смотря на то, что в работе не указаны объект и предмет исследования, возможно предположить, что объектом являются полисульфидные герметики, а предметом – влияние ингибиторов коррозии на структуру и свойства полисульфидных герметиков.

Решение поставленной в диссертации задачи имеет большое значение для развития авиационной отрасли (в частности, разработка специальных материалов для защиты критических узлов летательных аппаратов, снижение межремонтного интервала) и химической промышленности (в частности, создание новой рецептуры и технологии производства герметика, развитие отечественного производства специальных материалов), что соответствует пункту 9 постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (далее по тексту – Постановление). Однако непосредственная формулировка решаемой задачи требует корректировки с точки зрения ее научности, например: разработка состава и технологии изготовления полисульфидного герметика, обеспечивающего защиту от коррозии металлических материалов, низкое водопоглощение и высокую стойкость к топливу, на основании исследования зависимостей изменения структуры и физико-механических свойств меркаптосодержащих олигомеров от количества и порядка введения в них различных ингибиторов коррозии.

Необходимо отметить, что в диссертации также изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения (разработки), имеющие практическое значение для указанных ранее отраслей. Однако, т.к. в работе отсутствуют доказательства их существенного значения для развития страны, указанное положение не соответствует пункту 9 Постановления.

Для достижения поставленной цели автором решались четыре частные задачи:

- исследование и выбор меркаптосодержащих олигомеров в качестве матрицы герметика;

- исследование и выбор ингибиторов коррозии (далее по тексту – ИК) и их влияния на свойства модельной композиции герметика на основе меркаптосодержащих олигомеров (далее по тексту – МКГ);

- оценка эффективности защитной способности МКГ, содержащей ИК;

- разработка рецептуры и технологии изготовления герметика с противокоррозионными свойствами.

Однако обоснованность выбора при решении первой задачи только четырех марок отечественных меркаптосодержащих олигомеров в качестве матрицы герметика слабая, учитывая их большое количество на рынке Российской Федерации, и требует уточнения.

Аналогичный недостаток выявлен и при решении второй задачи: при наличии более 2000 наименований на отечественном рынке различных (органических и неорганических, летучих и контактных и т.п.) ИК для создания герметика автором использованы не самые эффективные в настоящее время, их выбор в работе обоснован слабо (требует уточнения).

Более того, предложенные автором ИК небезопасны для человека и окружающей среды (например, ингибитор тетраоксихромат цинка относится к первому классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76), поэтому работа с ними как компонентами противокоррозионного средства требует определенных правил, обеспечивающих безопасные условия труда, и соответствующего указания об этом в технологической инструкции ТИ 1.595-28-1627-2022 «Изготовление антикоррозионного герметика марки ВГМ-17» и технологической рекомендации по применению антикоррозионного герметика ТР 1.2.3059-2023 «Применение антикоррозионного герметика марки ВГМ-17», проверить содержание которых, равно как и их существование, не предоставляется возможным (в работе представлены только номера и названия указанных документов).

Необходимо отметить, что при исследовании влияния отобранных ИК на свойства МКГ не учтена их летучесть, а также летучесть образующихся растворов (с компонентами окружающей среды). Указанный недостаток оказывает немаловажную роль на защитную способность и требует уточнения предложенного Макущенко И.С. механизма защиты МКГ, содержащего в составе ИК.

При решении каждой частной задачи диссертации, т.е. во всей работе не указаны погрешности используемых измерительного оборудования и приборов, которые вносят вклад в общие погрешности экспериментов, а также ни одного из представляемых результатов исследований (в частности, доверительные погрешности), зависящие, в том числе, внешних условий, человеческого фактора и т.п.

Данный факт не позволяет в полной мере оценить точность полученных исходных данных и требует проверки адекватности, как минимум, результатов рассчитанной (при помощи оптического микроскопа с размерной шкалой) площади коррозионных поражений на алюминиевом сплаве Д16Т после контакта с разнородными материалами (таблица 5.7, рисунок 5.6 работы) и результатов выявленных зависимостей среднего значения изменения массы образцов МКГ в ходе экспозиции в топливе (таблица 4.8, рисунок 4.13 работы).

Последний указанный недостаток совместно с тем, что исследования по определению стойкости герметика к воздействию жидких сред проводились только с одной маркой топлива (ТС-1), требует корректировки определения разработанного средства как обладающего «высокой стойкостью к топливу» на «высокой стойкостью к топливу ТС-1».

При оценке решения четвертой частной задачи исследования выявлено, что состав рецептуры разработанного герметика указан не полностью, технология его изготовления раскрыта частично (в т.ч. в патенте на изобретение RU 2817353 C1 «Антикоррозионный герметик» от 15.04.2024), в частности:

отсутствуют количественные составы каждого из компонентов герметизирующей и вулканизирующей паст;

не уточнены режимы смешивания компонентов герметизирующей и вулканизирующей паст и используемое для этого оборудование;

не понятно в какой момент и каким образом смешиваются герметизирующая и вулканизирующая пасты.

Таким образом, повторить изготовление герметика, разработанного Макущенко И.С., не предоставляется возможным. Однако обоснованность результатов проведенных исследований правильная, обеспечивает адекватность разработки рецептуры герметика с противокоррозионными свойствами и объективность порядка его изготовления.

Степень научной новизны диссертации, значимость полученных результатов

Выполненная диссертация является научно-квалификационной работой (что соответствует пункту 9 Постановления), в которой на основании проведенных исследований изложены научно обоснованные результаты и технические решения, эффективность которых подтверждена значительным объемом экспериментальных исследований.

При этом основная новизна полученных автором научных результатов, выявленная при оценке диссертации, заключается в том, что:

научно и технически обоснован качественный и количественный состав компонентов герметика марки ВГМ-17, обеспечивающего, в отличие от существующих, противокоррозионную защиту (в том числе от контактной коррозии) сопрягаемых материалов, и обладающего улучшенными эксплуатационными характеристиками (в частности, низким водопоглощением, высокой стойкостью к топливу ТС-1 и возможностью использования в диапазоне температур от минус 60 до 130 °С);

установлены технологические параметры изготовления герметизирующей и вулканизирующей паст, обеспечивающие их однородность и равномерное распределение компонентов без изменения количественного состава, а также высокую производительность без увеличения нагрузки на оборудование;

предложена модель защитного действия противокоррозионного герметика, содержащего ингибиторы коррозии, основанная на их вымывании из структуры МКГ.

К теоретической значимости, не указанной в работе, можно отнести установленные лично автором различные зависимости (на основании которых, в том числе, возможно выявить закономерности):

зависимости изменения основных физико-механических свойств вулканизатов на основе меркаптосодержащих олигомеров от содержания свободной серы;

зависимости влияния количества трех разных ИК (хромат циклогексиламина, тетраоксихромат цинка и фосфат цинка), по отдельности вводимых в вулканизирующую пасту, на физико-механические свойства МКГ;

зависимости влияния количества трех указанных ИК (по отдельности) на рН водной вытяжки МКГ, содержащей эти ИК (не смотря на то, что на рисунке 4.6 неверно обозначены ингибиторы коррозии, т.к. по данным таблицы 4.5 и описанию после рисунка 4.6 хромсодержащие ингибиторы увеличивают рН водной вытяжки герметика с увеличением их количества в составе, а для фосфата цинка рН водной вытяжки снижается);

зависимости скорости отверждения МКГ с различными ИК до момента достижения твердости по Шору А (30 ± 3) усл. ед. от температуры при различной относительной влажности;

зависимости среднего значения изменения массы образцов МКГ, содержащих различные ИК, в ходе экспозиции в дистиллированной воде.

Указанную Макущенко И.С. в диссертации научную новизну целесообразнее отнести к практической значимости работы, в частности:

введение серы в вулканизаты на основе тиокола ТР-2 до 1,5 масс. ч., способствует увеличению плотности вулканизационной сетки и структурных связей, повышающих прочность композиции, что, соответственно, в целом увеличивает физико-механические свойства конечного продукта;

введение хромсодержащих ИК в количестве 0,1% ускоряет отверждение МКГ и способствует образованию плотной разветвленной микроструктуры, увеличивающей площадь соприкосновения с влагой, но при этом повышающей водостойкость композиции;

при контакте дистиллированной воды с МКГ с ИК уменьшается ток коррозии, возникающий при контакте сопрягаемых разнородных материалов, более чем в 2,6 раза.

Кроме того, к практической значимости необходимо отнести установленные лично автором используемые при изготовлении герметизирующей и вулканизирующей паст оптимальные параметры работы трехвалковой краскотерки (температура, скорость вращения валков и зазоры между ними при каждом проходе), обеспечивающие требуемую степень перетира и перемешивание до однородного состояния.

При этом указанную автором в работе практическую значимость (кроме второго пункта «Разработана рецептура и технология изготовления герметика, обеспечивающего дополнительную противокоррозионную защиту, в том числе от контактной коррозии сопрягаемых материалов, работающих в диапазоне температур от минус 60 до плюс 130 °С в среде воздуха...») целесообразно скорректировать, в частности:

1. Первый пункт «Определена зависимость изменения механических свойств противокоррозионного герметика от условий окружающей среды, что позволит оптимизировать процесс сборки конструктивных элементов летательных аппаратов». Зависимость – это связанность явлений, в частности, свойство переменной, изменение которой определяется изменениями других переменных, поэтому утверждение, построенное автором указанным образом, не может относиться к практической значимости. В данном случае к практической значимости целесообразнее отнести рекомендации по практическому применению герметика, которые необходимо разработать с учетом выявленных зависимостей.

2. Третий пункт «Оформлена следующая документация на разработанный материал: Технологическая инструкция ТИ 1.595-28-1627-2022 «Изготовление антикоррозионного герметика марки ВГМ-17; Технологическая рекомендация по применению антикоррозионного герметика: ТР 1.2.3059-2023 «Применение антикоррозионного герметика марки ВГМ-17». Указанная документация относится к реализации результатов диссертации, которая не указана автором в работе.

3. Четвертый пункт «Проведены работы в рамках программы опробования и внедрения антикоррозионного герметика марки ВГМ-17 в составе изделий АО «УЗГА» и ПАО «Яковлев» «Региональные самолеты»». Проведенные работы вместе с актом опробования № ТА-08-2025 от 25.07.2025 г. (представлен в приложении 1 диссертации) относятся к апробации результатов, а не к практической значимости.

Обоснованность основных научных положений и выводов диссертации, достоверность результатов исследований

Не смотря на замечания, выявленные при решении четырех частных задач исследования (указаны ранее), достоверность результатов исследования, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается комплексным анализом исходных данных, основанных на действующих нормативных документах, обеспечивается корректным применением научных положений теории коррозии и эксплуатации авиационной техники, использованием стандартизированных методик исследований в соответствии с действующими государственными стандартами Российской Федерации на современном и поверенном оборудовании, высокой воспроизводимостью экспериментальных данных и статистически достоверными результатами их обработки, согласованностью теоретических и экспериментальных исследований, а также апробацией на различных научных конференциях и предприятиях страны. Кроме того, Макущенко И.С. правильно ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также отмечает в диссертации результаты научных работ, выполненные им в соавторстве.

Положения, выносимые на защиту, соответствуют определению «научные», получены с использованием традиционного научно-методического аппарата, удовлетворяют требованиям новизны, и изложены в 13 работах, опубликованных автором в различных изданиях (в том числе 2 работы в изданиях, входящих в перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 3 в журналах, включенных в международные системы цитирования, и 1 патент РФ).

Кроме того, полученные в ходе исследования и выносимые на защиту научные результаты реализованы (использованы) при разработке технологической инструкция ТИ 1.595-28-1627-2022 «Изготовление антикоррозионного герметика марки ВГМ-17» и технологической рекомендации по применению антикоррозионного герметика ТР 1.2.3059-2023 «Применение антикоррозионного герметика марки ВГМ-17». Учитывая практическую апробацию результатов работы (акт опробывания № ТА-08-2025 от 25.07.2025 г. представлен в приложении 1 диссертации) и представленный на рисунке 6.1 диссертации готовый (конечный) продукт, разработанный автором, можно предположить, что реализацией результатов работы Макущенко И.С. также является промышленное производство герметика марки ВГМ-17 на базе НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ.

Однако не понятно, почему Макущенко И.С. выносит на защиту только результаты различных исследований и испытаний при выполненной задаче диссертации (соответствующей названию работы), заключающейся в разработке (в частности, состава и технологии изготовления) нового отечественного противокоррозионного средства для авиационной техники.

По моему мнению, целесообразно вынести на защиту следующие положения:

1. Качественно и количественно обоснованный состав компонентов противокоррозионного полисульфидного герметика с улучшенными эксплуатационными характеристиками, основанный на исследованиях зависимостей изменения структуры и физико-механических свойств меркаптосодержащих олигомеров от количества и порядка введения в них различных ингибиторов коррозии.

2. Технология изготовления полисульфидного герметика на основе тиокола с ингибитором коррозии, обеспечивающая однородность и равномерное распределение всех компонентов без изменения их количественного состава, и высокую производительность без увеличения нагрузки на оборудование.

Также рекомендуется провести анализ научных и промышленных предприятий, учреждений и организаций, занимающихся вопросами защиты от коррозии (например, ФГБУ «ЦНИИ ВВС» МО РФ, ВУНЦ ВВС «ВВА» и др.), с целью дальнейшей апробации и реализации разработанного Макущенко И.С. средства. Кроме того, совместная работа с другими научными организациями определит направления дальнейших исследований по рассматриваемой в диссертации проблематике.

Язык и стиль диссертации и автореферата

Текст автореферата воспринимается и соответствует основному содержанию диссертации, которая размещена на сайте www.viam.ru. Диссертация и автореферат написаны грамотно, обладают внутренним единством, стиль изложения доказательный, однако оформлены с нарушениями требований ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», в частности:

нарушена структура диссертации (вместо «Заключения» представлены «Выводы»; «Список сокращений и условных обозначений» представлен до «Оглавления»; вместо «Списка литературы» представлен «Список использованных источников»);

на титульном листе диссертации не указаны имя и отчество научного руководителя;

номер приложения оформлен цифрой вместо буквы;

нарушена структура автореферата диссертации (вместо «Заключения» представлены «Выводы»);

на оборотной стороне обложки автореферата диссертации не указаны имя и отчество ученого секретаря диссертационного совета.

Выводы

Таким образом, в ходе проведенной оценки диссертационной работы Макущенко И.С. выявлены следующие проблемные вопросы, требующие внимания:

1. В работе не указаны объект и предмет исследования, теоретическая значимость и реализация результатов диссертации.

2. Формулировка решаемой задачи требует корректировки с точки зрения ее научности.

3. Научную новизну, указанную в диссертации, целесообразнее отнести к практической значимости работы.

4. Указанная в работе практическая значимость требует корректировки.

5. Не понятно, почему автор выносит на защиту только результаты различных исследований и испытаний.

6. Диссертация и автореферат оформлены с нарушениями требований ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

7. Повторить изготовление герметика, разработанного автором, не предоставляется возможным т.к. состав рецептуры герметика указан не полностью, технология его изготовления раскрыта частично.

8. В работе не указаны погрешности используемых измерительного оборудования и приборов, которые вносят вклад в общие погрешности экспериментов, и погрешности ни одного из представляемых результатов исследований (в частности, доверительные погрешности), что не позволяет в полной мере оценить точность полученных исходных данных и требует проверки адекватности, как минимум, результатов рассчитанной (при помощи оптического микроскопа с размерной шкалой) площади коррозионных поражений на алюминиевом сплаве Д16Т после контакта с разнородными материалами (таблица 5.7, рисунок 5.6 работы) и результатов выявленных зависимостей среднего значения изменения массы образцов МКГ в ходе экспозиции в топливе (таблица 4.8, рисунок 4.13 работы).

9. Проверить содержание, равно как и существование, технологической инструкции ТИ 1.595-28-1627-2022 «Изготовление антикоррозионного герметика марки ВГМ-17» и технологической рекомендации по применению антикоррозионного герметика ТР 1.2.3059-2023 «Применение антикоррозионного герметика марки ВГМ-17» не предоставляется возможным (в работе представлены только номера и названия указанных документов).

10. Автором не представлены результаты экономической (техно-экономической) оценки разработанного средства.

11. В работе отсутствуют результаты исследований класса опасности (предложенные автором ИК небезопасны для человека и окружающей среды, работа с ними требует определенных правил,

обеспечивающих безопасные условия труда, и указания об этом в соответствующих технологических документах) и сроков хранения разработанного герметика ВГМ-17.

12. Обоснованность выбора только четырех марок отечественных меркаптосодержащих олигомеров в качестве матрицы герметика слабая, учитывая их большое количество на рынке Российской Федерации.

13. При наличии более 2000 наименований на отечественном рынке различных ИК для создания герметика автором использованы не самые эффективные в настоящее время, их выбор в работе обоснован слабо (требуется уточнения).

14. При исследовании влияния отобранных ИК на свойства МКГ не учтена их летучесть, а также летучесть образующихся растворов (с компонентами окружающей среды), что, как итог, требует уточнения предложенного механизма защиты МКГ, содержащего в составе ИК.

15. Исследования по определению стойкости герметика к воздействию жидких сред проводились только с одной маркой топлива (ТС-1), что требует корректировки определения разработанного средства как обладающего «высокой стойкостью к топливу» на «высокой стойкостью к топливу ТС-1».

16. На рисунке 4.6 неверно обозначены ингибиторы коррозии, т.к. по данным таблицы 4.5 и описанию после рисунка 4.6 хромсодержащие ингибиторы увеличивают pH водной вытяжки герметика с увеличением их количества в составе, а для фосфата цинка pH водной вытяжки снижается.

Однако указанные замечания и недостатки не снижают общей положительной оценки работы, в частности:

1. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов», пункту 2 – «Полимерные материалы и изделия: пластмассы, волокна, каучуки, резины, пленки, покрытия, нетканые материалы, натуральные, искусственные и синтетические кожи, клеи, компаунды, композиты, бумага, картон, целлюлозные и прочие композиционные материалы, включая наноматериалы; свойства синтетических и природных полимеров, фазовые взаимодействия; исследования в направлении прогнозирования состав-свойства, технологии изготовления изделий и процессы, протекающие при этом; последующая обработка с целью придания специальных свойств; процессы и технологии модификации; вулканизация каучуков; сшивание пластмасс; фазовое разделение растворов; отверждение олигомеров» и пункту 6 – «Полимерное материаловедение; методы прогнозирования и прототипирования; разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры синтетических и природных полимерных материалов для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств; разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры; испытание и определение

физико-механических и эксплуатационных характеристик синтетических и природных полимерных материалов и изделий; теоретические и прикладные проблемы стандартизации новых синтетических и природных полимерных материалов и технологических процессов их производства, обработки и переработки».

2. Диссертация «Противокоррозионный герметик для предотвращения коррозии сопрягаемых металлических материалов» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей технической отрасли знаний, и соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Макущенко Иван Сергеевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

Начальник учебно-методического отдела
ФГКВООУ ВО «Саратовское высшее военное
инженерное училище радиационной,
химической и биологической защиты имени
Героя Российской Федерации, Героя Труда
Российской Федерации генерал-лейтенанта
И.А. Кириллова» МО РФ
кандидат технических наук,
почетный изобретатель МО РФ,
почетный рационализатор МО РФ

«17» 10 2025 г.

Н.В. Данякин

410003, г. Саратов, ул. им. Радищева А.Н., д. 89
Адрес электронной почты: svviu_1@mil.ru

Подпись Данякина Никиты Вячеславовича заверяю.

Начальник отдела кадров Саратовского высшего военного инженерного училища радиационной, химической и биологической защиты



А.А. Алехин