

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «16» декабря 2020 г. № 26

О присуждении Гетманову Александру Георгиевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Расчетно-экспериментальный метод исследования физико-механических характеристик защитных порошковых эпоксидно-полиэфирных покрытий на металлических подложках» по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» принята к защите «14» октября 2020 г., протокол заседания № 25 диссертационным советом Д 212.125.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Гетманов Александр Георгиевич, 1959 года рождения, в 1982 году окончил Московский ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции авиационный институт им. Серго Орджоникидзе по специальности «Летательные аппараты».

В период подготовки диссертации соискатель, Гетманов Александр Георгиевич, работал начальником Управления довузовской подготовки МАИ, старшим преподавателем на кафедре 601 «Космические системы и ракетостроение» МАИ, обучался в очной аспирантуре на кафедре 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» института №6 «Аэрокосмический» МАИ.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана «10» сентября 2020 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана «10» сентября 2020 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

Диссертация выполнена на кафедре 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» института №6 «Аэрокосмический» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, **Рабинский Лев Наумович**, профессор, директор Дирекции института № 9 «Общеинженерной подготовки», зав. каф. 903 «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения», профессор кафедры 902 «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

Официальные оппоненты:

Могилевич Лев Ильич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная математика и системный анализ» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов.

Хейло Сергей Валерьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Теоретическая и прикладная механика», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (технологии, дизайн, искусство)» г. Москва, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта»**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Транспортное строительство», заверенный секретарем кафедры, заведующей лабораторией Федоровой Снежаной Владимировной и утвержденным доктором технических наук, доцентом, проректором ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» Савиным Александром Владимировичем, указала, что диссертация Гетманова Александра Георгиевича представляет собой законченную квалификационную работу, в которой

разработаны расчетно-экспериментальные методы исследования физико-механических характеристик защитных порошковых эпоксидно-полиэфирных покрытий на металлических подложках, исследуется проблема достоверной оценки упругих свойств покрытий, остаточных напряжений, действующих в них, и адгезионной прочности к подложке в условиях сложноподвижного состояния. Диссертация соответствует всем требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 11 опубликованных печатных работ по теме диссертации, из которых 4 опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бабайцев А. В., Гетманов А.Г., Мартиросов М.И., Рабинский Л.Н., Соляев Ю. О. Исследование влияния тонких полимерных покрытий на механические свойства стальных пластин в испытаниях на растяжение, изгиб и устойчивость. Технология металлов. 2017. №. 5. С. 12-19.
2. Гетманов А. Г., Мамонов С. В., Мартиросов М. И., Рабинский Л.Н. Экспериментальное исследование механических свойств полимерных покрытий на образцах из алюминиевого сплава. Труды МАИ. – 2014. №. 72. С. 19-19.
3. Getmanov, A.G., Kornev, Y.V., Martirosov, M.I., Rabinskiy, L.N. Experimental investigations of mechanical characteristics of powder coatings on an epoxy-polyester substrate by nanoindentation. Nanoscience and Technology: An International Journal. 2015 6(3), с. 193-202.
4. GETMANOV, Alexandr G; RABINSKIY, Lev N. Assessment of durability of coatings in difficult stress conditions. Periódico Tchê Química. ISSN 2179-0302. (2019); vol.16 (33) 490-497.

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты автора по исследованию зоны контакта цилиндрической оболочки под давлением, зажатой между абсолютно жесткими пластинами.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от научного руководителя, ведущей организации и официальных оппонентов, отзывы положительные;

от Гаврюшина Сергея Сергеевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Компьютерные системы автоматизации производства» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский

университет)», заверенный зам. начальника управления кадров Назаровой О.В., отзыв положительный;

от **Украинского Леонида Ефимовича**, доктора технических наук, профессора, член-корреспондента РАН, заместителя директора Научного центра нелинейной волновой механики Российской академии наук (НЦ НВМТ РАН) по научной работе, заверенный гербовой печатью организации;

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, дан краткий обзор работы по главам, отмечены актуальность, новизна, достоверность полученных автором результатов и их практическая и фундаментальная ценность.

В поступивших отзывах от официальных оппонентов и ведущей организации имеются следующие основные критические замечания:

1. Как представляется, в решении для оценки адгезионной прочности покрытий, полученном на основе модели балки Тимошенко, было бы важным оценивать деформированное состояние образца на основе балочной теории более высокого порядка с учетом поперечного обжатия. В этом случае возможно было бы получить более аккуратные оценки распределения напряжений в зоне отрыва балки от подложки.

2. В работе делается вывод о влиянии покрытия на условия закрепления образцов при их испытании на устойчивость при повышенной температуре. Было бы интересно проверить эти данные численными или аналитическими оценками. Что оказывает влияние в первую очередь? Температурное расширение покрытия или его размягчение? Или оба эффекта одновременно? Аналогичное замечание к результатам по оценке устойчивости образцов после изгиба.

3. В работе не обсуждается зависимость коэффициентов температурного расширения и, в целом, механических свойств покрытий от температуры, которые могут быть важны при оценке остаточных напряжений, возникающих после их полимеризации. Вместо этого в работе используются средние значения соответствующих характеристик. Однако, было бы интересно получить оценки с учетом соответствующих зависимостей.

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания:

1. Не указано, какой критерий использовался для оценки прочности в испытаниях на отрыв в условиях сложнапряженного состояния.

2. В автореферате не дано обоснование выбора толщин подложек экспериментальных образцов (0.7 и 1.5 мм.).

3. Не дано объяснение, каким образом оценка долговечности и параметры износостойкости связаны с исследуемыми характеристиками защитного покрытия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в данной области и имеют публикации, связанные с направлением исследований диссертации, а в ведущей организации работают специалисты, достижения которых широко известны, в том числе и в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод определения модуля Юнга защитных полимерных покрытий, основанный на испытании криволинейных образцов с односторонним нанесением покрытия и учитывающий действующие в структуре покрытие/подложка остаточных напряжений;

предложен метод оценки прочности контакта покрытий с подложкой, основанный на численно-аналитической оценке предельных напряжений, реализующихся при отслоении покрытия в условиях стесненных деформаций образцов в испытаниях на трехточечный изгиб;

доказано и исследовано влияние покрытий на особенности деформирования металлических пластин в испытаниях на растяжение, изгиб и устойчивость, в которых показана важность учета температурных деформаций покрытий и возникающих остаточных напряжений на механическое поведение тонких образцов;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения полученных результатов и разработанных моделей к решению задач определения физико-механических характеристик защитных порошковых эпоксидно-полиэфирных покрытий на металлических подложках; применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих базовых положений механики деформируемого твердого тела, теории упругих тонких пластин и оболочек при малых и больших прогибах, а также современные пакеты математического моделирования.

разработаны расчетно-экспериментальные методики для оценки остаточных напряжений и механических свойств защитных полимерных покрытий, наносимых на металлические подложки;

изложены результаты исследования влияния покрытий на особенности деформирования металлических пластин в испытаниях на растяжение, изгиб и устойчивость;

изучены механические свойства и уровень остаточных напряжений, возникающих в исследуемом классе покрытий после изготовления;

Показана важность учета этих напряжений как при оценке собственных свойств покрытий, так и при оценке характера работы металлических образцов с такими покрытиями;

проведено численное и аналитическое моделирование для обработки результатов механических испытаний образцов с покрытиями при комнатной и повышенной температуре;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны методы исследования механических свойств защитных эпоксидно-полиэфирных покрытий, протестированные на основе результатов проведенных экспериментальных исследований.

определены характеристики исследуемого класса покрытий. Показано, что модуль упругости рассмотренных покрытий превышает в несколько раз соответствующие объемные характеристик аналогичных материалов;

созданы математические модели для обработки результатов испытаний образцов с тонкими защитными полимерными покрытиями;

представлены результаты теоретического и экспериментального исследования остаточных напряжений и деформаций в образцах с двусторонними и односторонними покрытиями.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория и методы для прогноза остаточных напряжений и идентификации модуля упругости покрытий основана на моделях слоистых балок и теории термоупругости. Методика оценки прочности покрытий в условиях отрыва и сдвига основана на решении, построенном в рамках теории балок Тимошенко;

идея базируется на применении стандартизированных типов испытаний для образцов с односторонними покрытиями, а также на испытании образцов, закрепляемых на подложках высокопрочными клеями;

установлена возможность получения достоверных оценок для модуля упругости, остаточных напряжений и характеристик адгезионной прочности тонких защитных полимерных покрытий;

использованы современные программные комплексы математического моделирования, испытательные установки и соответствующее им измерительное оборудование.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи, разработке и выполнении экспериментальной программы и получении новых аналитических и численных решений для определения механических свойств и остаточных напряжений в образцах с защитными полимерными покрытиями. В подготовке

статей по теме диссертации, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, и статей, опубликованных в журналах, цитируемых в базе данных Scopus.

Приведенные положения позволяют заключить, что представленная диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием, содержащем элементы научной новизны, имеющем важное прикладное и фундаментальное значение для развития теоретических и экспериментальных методов исследования свойств защитных полимерных покрытий. В ней представлены новые, обоснованные результаты, что соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 16 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Гетманову Александру Георгиевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.05,
д.ф.-м.н., профессор



Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 212.125.05,
к.ф.-м.н., доцент



Федотенков Г.В.

Начальник отдела УС МАИ
Т.А. Анкина



16.12.2020г.