

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию

Цаплина Якова Николаевича

на тему «Совершенствование метода оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий»,

по специальности 2.1.8 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей»

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность проблемы

При эксплуатации аэродромных покрытий в современных условиях актуальной является оценка их фактической несущей способности. Действующий в России метод такой оценки выполняется в соответствии с нормами СП 121.13330, трактующими несущую способность аэродромного покрытия как допустимую нагрузку на стандартную четырехколесную опору. Данная норма существует с 1970 года и не учитывает характеристики современных воздушных судов, действующих на покрытие. Учитывая то, что такие характеристики в современных воздушных судах изменились весьма существенно (количество опор – от двух до шести, давление в пневматиках – до 1,5 МПа вместо 1 МПа для четырехколесной опоры), то оценка фактической несущей способности аэродромных покрытий в современных условиях эксплуатации является весьма актуальной.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и полученных результатов подтверждается соблюдением основных принципов математического и физического моделирования, соответствием результатов расчетов экспериментальным данным, полученным в результате практических исследований на действующих аэропортах.

Научная новизна диссертации заключается в разработке новой методики классификации воздушных судов; в оценке результатов численного эксперимента, впервые показавшего, что нагрузки от опор тяжелых воздушных судов могут вызывать в грунтовом основании бетонного покрытия недопустимые напряжения; в разработанной математической модели, позволяющей определять характеристики плиты на упругом основании по отношениям прогибов от любой испытательной нагрузки, а не только от штампа; в новой методике определения допустимой нагрузки на

бетонное и армобетонное аэродромное покрытие методом статистического моделирования Монте-Карло по статистическим оценкам характеристик плиты на упругом основании, полученным при испытаниях аэродромных покрытий.

Практическая значимость полученных автором результатов состоит в решении важной народно-хозяйственной задачи увеличения сроков службы аэродромных покрытий. Предложенные в работе новые технические решения, принимаемые на стадии эксплуатации и доведенные до практического применения, позволят в дальнейшем избежать проблем, касающихся преждевременного выхода аэродромных покрытий из работоспособного состояния, и существенно продлить их расчетный срок службы. Разработанные соискателем методики и программы могут быть использованы организациями для планирования испытаний и оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий. Эти технические решения могут быть использованы в нормативных документах, а также приняты к использованию в учебном процессе в вузах страны.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 151 наименования и трех приложений. Диссертация изложена на 196 страницах, содержит 49 рисунка и 40 таблиц. Автореферат диссертации изложен на 16 страницах.

Во введении к диссертационной работе показана актуальность темы, определена проблема исследования, сформулированы цель и основные задачи, определена научная новизна и практическая значимость исследования.

В первой главе излагается состояние вопроса, приводится обзор литературы по теме диссертации, дается обоснование актуальности, новизны, цели и задач исследования.

Во второй главе автор на основе анализа характеристик опор современных воздушных судов показал их несоответствие категориям нормативной нагрузки, используемым при расчете прочности жестких аэродромных покрытий. Для того чтобы каждый тип воздушного судна

отнести к категории нормативной нагрузки по воздействию на жесткие аэродромные покрытия, выполнено сравнение максимальных изгибающих моментов от воздействия колес основной опоры каждого воздушного судна и четырехколесной нормативной опоры. В результате сравнения максимальных изгибающих моментов воздушные суда разделены на классы, при этом сформировано 5 классов нагрузок от воздушных судов, соответствующих по изгибающим моментам категориям нормативной нагрузки, и класс сверхтяжелых воздушных судов.

Соискателем выполнено сравнение разработанной классификации с другими классификациями: по нагрузке на одно колесо основной опоры и классификационным числом ACN. Установлено, что классификация по изгибающим моментам практически совпадает с международной классификацией по ACN. Классификация по нагрузке на одно колесо дает большее расхождение результатов.

Автором доказана необходимость проверки конструкции бетонных аэродромных покрытий по критерию давления на грунтовое основание. Так, численный эксперимент по проверке прочности грунтового основания из просадочных грунтов выполнен соискателем с использованием полученной им формулы предельно допустимого давления на грунт. Эксперимент показал, что при воздействии современных тяжелых воздушных судов конструкции бетонных аэродромных покрытий, прочность которых допустима по изгибающим моментам, могут быть недопустимы по условию давления на грунтовое основание.

В третьей главе представлены материалы по разработке метода оценки несущей способности бетонных и армобетонных аэродромных покрытий на стадии эксплуатации, включающего методики планирования натурных испытаний, статистической обработки и определения допустимой нагрузки.

Оценку фактической несущей способности жестких аэродромных покрытий соискатель предлагает получать в результате натурных испытаний расчетными нагрузками. Определение такой нагрузки и координат точек

измерений прогибов автор выполняет в соответствии с разработанной им методикой планирования испытаний.

Для расчета несущей способности эксплуатируемых аэродромных покрытий как величины допустимой нагрузки на опору воздушного судна автор применяет вероятностную модель жесткого покрытия, использующую в качестве исходных данных фактическую упругую характеристику и фактический коэффициент постели основания, а также цилиндрическую жесткость плиты, вычисленную по упомянутым фактическим параметрам.

Действительное значение допустимой нагрузки является оценкой несущей способности бетонного покрытия и используется в дальнейшем в модели метода ACN-PCN для определения классификационного числа PCN жесткого покрытия.

Четвертая глава посвящена практическому применению предлагаемого метода оценки несущей способности с использованием разработанных специализированных программ.

Для проверки достоверности разработанных методик и компьютерных программ выполнен расчет допустимой нагрузки на покрытие взлетно-посадочной полосы аэродрома Ростов-на-Дону и приведено сравнение полученных результатов с результатами расчетов, выполненных рядом проектных институтов по традиционным нормативным методикам.

По тексту диссертации и автореферата к соискателю имеются следующие **вопросы и замечания**:

1. Автором разработана методика классификации нагрузок от воздушных судов на аэродромные покрытия. В тексте диссертации не показано, как используются классы воздушных судов при оценке несущей способности жестких аэродромных покрытий.

2. По результатам численного анализа воздействия опор воздушных судов на грунтовые основания бетонных аэродромных покрытий дана рекомендация для воздушных судов 1-го класса дополнительно выполнять расчет прочности конструкции по критерию давления на грунтовое основание. Но в работе отсутствует методика определения допустимой нагрузки от рассчитываемого воздушного судна на жесткое аэродромное покрытие с учетом этого критерия.

3. На стр. 109 диссертации и стр. 10 автореферата соискатель утверждает, что «Максимальные значения w_{max} задаются с учетом недопустимости появления в покрытии разрушений из-за превышения допустимой нагрузки», не поясняя при этом какую связь максимальных прогибов с допустимой нагрузкой он имеет в виду и как вычисляет w_{max} . Ведь причиной разрушения покрытия являются не прогибы, а нормальные напряжения, зависящие от изгибающих моментов, которые в свою очередь зависят от кривизны плиты, определяемой через вторую производную функции прогибов, а не через саму функцию $w(r)$. Кроме того, не понятно о какой допустимой нагрузке идет речь, ведь определение допустимой нагрузки является целью работы соискателя.

4. При планировании испытаний с помощью штампа (стр. 110 диссертации и стр. 11 автореферата) автор не отразил в тексте ни обоснования количества точек измерения прогибов, ни расстояний между ними, хотя эти показатели существенно влияют на точность измерений при определении чаши прогибов.

5. В формуле (3.55) допущена ошибка: при определении средних значений контрольных жесткостей покрытия и упрочненного основания необходимо было разделить суммы на количество членов n .

Отмеченные замечания не снижают достоинства работы в целом. Работа представляет законченный научный труд, выполнена на высоком теоретическом уровне, написана грамотным языком. В работе содержатся решения актуальных задач гражданской авиации: совершенствование методов оценки эксплуатационных характеристик покрытий гражданских аэродромов.

Основные результаты диссертации опубликованы достаточно полно в научных изданиях, доложены на научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 4 статьи, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Основные результаты работы могут быть реализованы при разработке новой редакции Единой методики оценки технического состояния искусственных покрытий гражданских аэродромов. Разработанный пакет программ для оценки несущей способности бетонных и армобетонных

покрытий рекомендуется использовать в организациях, занимающихся испытаниями бетонных и армобетонных покрытий и оценкой их несущей способности.

Автореферат достоверно освещает содержание диссертации. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация «Совершенствование метода оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи совершенствования методов и нормативных документов по оценке несущей способности аэродромных покрытий гражданских аэропортов, имеющей существенное значение для развития строительной отрасли знаний.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9–16 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Цаплин Яков Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Официальный оппонент,

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Мосты и тоннели»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего
образования «Сибирский
государственный автомобильно-
дорожный университет
(СибАДИ)»



Матвеев
Сергей
Александрович

Докторская диссертация по специальности 05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Справочные данные:

644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5;

Тел: (3812) 72-99-84

E-mail: dfsibadi@mail.ru

Сайт: <https://sibadi.org>

Я, Матвеев Сергей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Цаплина Якова Николаевича, и их дальнейшую обработку.

16.05.2023 г.



С.А. Матвеев
(подпись)

Матвеев С.А.
(инициалы, фамилия)

Подпись *С.А. Матвеев* удостоверяю
Начальник отдела кадров
работников УПКО *М.И. Бухаров*

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук,
Андропова Вадима Дмитриевича
на диссертацию Цаплина Якова Николаевича на тему «Совершенствование
метода оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

1. Актуальность избранной темы

Важнейшими транспортными артериями России являются авиаузлы, расположенные по всей территории Российской Федерации. Развитие сети аэродромов в России требует развития методов оценки надежности и безопасности авиаперевозок с целью определения возможности и режимов эксплуатации аэродромов. Появление новых моделей воздушных судов различных типов диктует необходимость проведения математического моделирования эксплуатации аэродромов, планирования и обработки результатов испытаний жестких аэродромных покрытий опорами воздушных судов и наземной техники. Для расчета необходимого и оценки имеющего запаса несущей способности жестких аэродромных покрытий требуется совершенствовать методы оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий с учетом развития современных компьютерных технологий и изменения требований к несущей способности аэродромных покрытий.

В соответствии с вышеизложенным, *актуальность темы диссертации не вызывает сомнений*, так как она направлена на совершенствование оценки несущей способности аэродромных покрытий и решения современных и перспективных инженерных задач, возникающих при эксплуатации и сертификации аэродромов гражданской авиации и авиации других ведомств.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в исследовании, подтверждена фундаментальными положениями классических научных исследований, правильным выбором математических моделей, а также современных методов исследования, проверкой полученных теоретических результатов данными эксперимента и исследованиями, выполненными другими авторами.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Данные, полученные в исследовании, тщательно проверены, при необходимости приводятся подробные промежуточные выкладки осуществляемых преобразований. Полученные в исследовании результаты хорошо корреспондируются с результатами смежных исследований в данной области.

К новым научным результатам, полученным соискателем, можно отнести разработку новой методики классификации современных типов воздушных судов по максимальным изгибающим моментам в жестком аэродромном покрытии; получение формулы для определения предельно допускаемого давления на грунтовое основание аэродромного покрытия; разработку математической модели планирования и обработки результатов испытаний жестких аэродромных покрытий опорами воздушных судов и наземной техники или штампом; создание программ для планирования и статистической обработки результатов испытаний, выполняемых для оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий, которая, как указано в диссертации может выполняться как для вновь проектируемых покрытий, так и для эксплуатируемых покрытий путем применения понижающего

коэффициента по их техническому состоянию, что соответствует современным требованиям зарубежных стандартов различать предельное состояние по прочности (несущей способности) и предельное состояние эксплуатационной годности.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

К наиболее значимым для науки и практики результатам следует отнести, в первую очередь, разработанные автором математические модели и программы, которые могут быть использованы организациями для планирования испытаний и оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий. Разработанная автором классификация используемых воздушных судов позволяет учитывать нагрузки от различных типов современных воздушных судов при расчете прочности аэродромных покрытий.

5. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация Цаплина Якова Николаевича представляет собой законченный научно-квалификационный труд общим объемом 213 страниц текста, она состоит из введения, четырех глав, общих выводов и задач дальнейших исследований, списка литературы из 151 наименования и трех приложений. Диссертация содержит 49 рисунков и 40 таблиц, количество страниц приложений – 17.

Текст диссертации написан грамотно и аргументированно с научной и литературной точки зрения, цель работы полностью соответствует теме выполненного исследования, выводы отражают полученные результаты и коррелируют с состоянием дел в изучаемой области. Список источников, на которые ссылается автор диссертации, актуален и охватывает ранее выполненные исследования в данной области в России, США, Польше, Нидерландах и других странах за продолжительный период времени.

Во введении к диссертационной работе изложены сведения об актуальности, практической значимости и научной новизне работы, сформулированы цель и задачи исследования, а также апробации и реализации основных результатов.

Первая глава содержит достаточно подробный обзор и анализ теоретических основ и методов расчета жестких аэродромных покрытий РФ и других стран – членов ИКАО. Приведен подробный анализ не только нормативных документов по проектированию и оценке несущей способности аэродромов России и стран – членов ИКАО, но и составлена их историческая хронология с описанием изменений. Многие используемые источники были впервые переведены лично автором.

Такой анализ подчеркивает, что автор диссертации хорошо знаком с развитием нормативной базы по методам расчета жестких покрытий аэродромов гражданской авиации. В главе сформулированы основные задачи исследования, которые были полностью решены в рамках диссертационной работы.

Вторая глава посвящена исследованию нагрузок от эксплуатируемых в настоящее время воздушных судов на аэродромные покрытия и грунтовые основания. В данной главе проведен анализ характеристик действующих воздушных судов. Особенный интерес представляет не только предложенная автором классификация воздушных судов по максимальным изгибающим моментам, но и исследование прочности грунтового основания при воздействии нагрузок от воздушных судов, которые превышают внекатегорийную нормативную нагрузку.

В третьей главе диссертации предложена методика планирования испытаний жестких аэродромных покрытий опорами воздушных судов и автомобилей или штампом, а также описан процесс определения характеристик бетонного и армобетонного покрытия по результатам натурных

испытаний. Автор использует статистические оценки характеристик покрытия в качестве исходных данных для математической модели жесткого аэродромного покрытия, которая позволяет определить величину допустимой нагрузки методом статистического моделирования Монте-Карло. Разработанные математические модели используются в созданных программах. Все это позволяет выбрать испытательную нагрузку, рассчитать статистические оценки коэффициента постели основания и жесткости плиты покрытия, рассчитать статистический ряд и оценки допустимой нагрузки и таким образом оценить несущую способность покрытия.

В четвертой главе показано применение предложенной автором методики и использование разработанных программ. Приведены примеры расчетов, производимых на стадиях процесса оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий, в частности, при планировании испытаний, при статистической обработке результатов испытаний и при определении допустимой нагрузки.

Основные выводы, приведенные в заключении работы, правильно характеризуют выполненное исследование и отражают его основные идеи и результаты.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Диссертация по структуре и оформлению соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

По диссертации и автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. В тексте диссертации отсутствует информация, как учитывается схема деления покрытий аэродрома на группы участков при испытаниях

и оценке несущей способности. Конструкции покрытия отличаются на различных группах участков. Это необходимо учитывать при планировании и обработке результатов испытаний. Оценку несущей способности необходимо выполнять отдельно для каждого участка с учетом условий его работы.

2. На рис. 3.1 приведена расчетная схема однослойного бетонного покрытия на упрочненном искусственном основании, для которого в главе 3 разработана методика оценки его несущей способности. На стр. 130 указано, что поиск допустимой нагрузки при моделировании Монте-Карло выполняется по условиям прочности однослойного бетонного покрытия (1.29, 1.30), а именно: не превышения предельного изгибающего момента расчетным моментом. В главе 4 рассмотрен пример расчета конструкции покрытия в аэропорту Ростов-на-Дону, в котором учтено разбиение жесткости по слоям армобетона и цементобетона, что говорит о возможности применения разработанных программ для расчета многослойных цементобетонных покрытий. Однако в работе никак не освещен вопрос о возможности их применения для расчета смешанных покрытий: армобетонных, цементобетонных, перекрытых асфальтобетоном при усилении (например, ИВПП аэропортов Красноярск (Емельяново), Владикавказ, Новый Уренгой, Кызыл, Абакан и др.), что может значительно расширить сферу применения результатов диссертации.

3. Анализ развития отечественных нормативных методов оценки несущей способности бетонных аэродромных покрытий вполне правомерно в главе 1 посвящен целый, очень важный раздел (1.3), из которого следует, что расчетным предельным состоянием для бетонных и армобетонных покрытий является предельное состояние по прочности, то есть состояние без образования трещин в покрытии. По мнению ведущих специалистов в области аэродромного проектирования (д.т.н., профессор ФГУП ГПИ и НИИ ГА

«Аэропроект» А.П. Виноградов и др.) это противоречит реальной практике, которая свидетельствует о том, что покрытия с трещинами продолжают успешно эксплуатироваться. В этом случае следует вести расчет по предельному состоянию покрытий, допуская при этом некоторое (предельное) количество трещин, а не по предельному состоянию отдельной плиты, считая, что трещины не должны образовываться.

4. Как следует из работы, оценка несущей способности аэродромных покрытий заключается в определении кода PCN. В первой главе приведен метод оценки РФ, в котором в качестве расчетной нагрузки используется нормативная четырехколесная опора. В четвертой главе оценки кода PCN выполнены для допустимых нагрузок от ВС B747-400D и ТУ-154. Но в работе недостаточно четко показано, как определяется код PCN для расчетных воздушных судов.

5. В работе нет анализа влияния условий выполнения испытаний, количества и координат измерения прогибов на точность определения характеристик конструкции покрытия.

6. В тексте диссертации замечены опечатки: в названии рисунков 4.2, 4.3 неверно написан тип воздушного судна. В некоторых формулах не указаны единицы измерения величин.

В целом же указанные замечания не влияют на общее положительное впечатление от работы и не снижают научной значимости и практической ценности полученных автором результатов.

7. Оценка завершенности диссертации, подтверждение публикаций автора

Диссертационная работа, выполненная Цаплиным Яковом Николаевичем, представляет собой законченное исследование, которое содержит решение одной из актуальных задач в области аэродромов –

совершенствование метода оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий. Содержание публикаций по выполненной диссертационной работе с достаточной полнотой отражают объем и результаты выполненного исследования. По теме диссертации опубликовано четыре статьи, три из которых в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Основные результаты могут быть реализованы при актуализации и разработке отраслевых нормативных документов в области проектирования и эксплуатации аэродромных покрытий. Предлагаемый в диссертации усовершенствованный метод оценки несущей способности, представляет несомненный интерес для научных организаций и может быть рекомендован к включению в нормативные документы по расчету аэродромов.

8. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью отражает основные положения, результаты и выводы диссертации. Автореферат по структуре и оформлению соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

9. Личный вклад автора в разработку поставленной научной задачи

Личный вклад автора диссертации заключается в самостоятельном решении задач теоретических и экспериментальных исследований и статистической обработке полученных данных. Вклад автора в науку подтверждается полученными решениями задачи, которые совершенствуют метод оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий.

10. Заключение

Диссертация Цаплина Якова Николаевича «Совершенствование метода оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий» является завершенной научно-квалификационной работой, направленной на решение актуальной научной задачи совершенствования методов и нормативных документов по оценке несущей способности аэродромных покрытий гражданских аэропортов, имеющей существенное значение для развития строительной отрасли знаний.

Полученные автором результаты позволяют достоверно подтвердить, что предложенный метод оценки несущей способности жестких аэродромных покрытий позволяет обеспечить безопасную эксплуатацию аэродромов в условиях современного и перспективного состояния авиапарка воздушных средств транспорта.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Цаплин Яков Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Официальный оппонент,

Андронов Вадим Дмитриевич,

кандидат технических наук

Кандидатская диссертация по специальности

05.23.11 - Проектирование и строительство дорог,

метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

105082, г. Москва, Спартаковский пер., д. 26, стр. 5

Тел: +7 (495) 662 39 51

E-mail: v.andronov@irmast.ru

Первый заместитель генерального директора
акционерного общества «ИРМАСТ-ИНЖИНИРИНГ»

01.06.2023 г.



В.Д. Андронов

Я, Андронов Вадим Дмитриевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Цаплина Якова Николаевича, и их дальнейшую обработку.

01.06.2023 г.



В.Д. Андронов