

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.054.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М.А. ЛАВРЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 01.06.2020 № 1

О присуждении Филипповой Юлии Федоровне, гражданке РФ, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оценка живучести повреждаемых стержневых конструкций» по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» принята к защите 27 марта 2020 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 003.054.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 15, приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/нк.

Соискатель Филиппова Юлия Федоровна, 1987 года рождения, работает младшим научным сотрудником лаборатории вычислительной механики и риска-анализа Красноярского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук – Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2010 г. окончила с отличием Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВПО СФУ) по специальности 150301.65 «Динамика и прочность машин» с квалификацией «Инженер». В 2015 г. окончила обучение в аспирантуре СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Диссертация выполнена в Красноярском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук – Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Доронин Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительной механики и риска-анализа Красноярского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук – Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, г. Красноярск.

Официальные оппоненты:

Красноруцкий Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры прочности летательных аппаратов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, г. Новосибирск;

Чернявский Александр Олегович, доктор технических наук, профессор кафедры технической механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, г. Челябинск;

– дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», в своем положительном заключении, подписанным заведующей кафедрой Механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», доктором технических наук, профессором Т.Л. Дмитриевой и утвержденным ректором ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», доктором технических наук, профессором М.В. Корняковым, указала, что диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, соответствующую требованиям п.п. 9, 10 «Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Филиппова Юлия Федоровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается авторитетностью и компетентностью официальных оппонентов, и широкой известностью достижений ведущей организации в области наук, по которой выполнена диссертация.

Соискатель имеет 26 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 21 работу, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ (3 статьи опубликовано в журналах, входящих в список ВАК, и 4 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в базах цитирования Web of Science и Scopus). В этих работах общим объемом 116 страниц полностью отражены результаты диссертации и положения, выносимые на защиту, а именно: количественные показатели, критерии, методики оценки структурной живучести силовых, колебательных, прецизионных конструкций стержневого типа; ранговые показатели, критерии, методики оценки живучести структурно-сложных узлов сочленения стержневых элементов; результаты исследования структурной живучести стержневых конструкций телекоммуникационного контейнера и мачты, колебательной системы бака высокого давления электрореактивных двигателей космических аппаратов, силового каркаса

крупногабаритного рефлектора параболической антенны наземных систем спутниковой связи; структура и результаты исследования логико-вычислительной модели деформирования и разрушения повреждаемого структурно-сложного узла сочленения стержневых элементов каркаса рефлектора.

Все результаты получены соискателем лично либо при его непосредственном участии. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, в российских журналах из перечня ВАК:

1. Доронин С.В., Филиппова Ю.Ф. Оценка живучести структурно-сложных силовых конструкций на основе сценариев накопления повреждений // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2019. №4 (41). С. 39-54.
2. Доронин С.В., Сигова Е.М., Буйницкая Ю.Ф. Оценка нагруженности и обоснование снижения металлоемкости каркаса телекоммуникационного контейнера в экстремальных условиях эксплуатации // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 7. С. 94-98.
3. Беркутов С.В., Азингареев В.В., Буйницкая Ю.Ф. Исследование прочности и живучести несущих конструкций телекоммуникационного контейнера // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 7. С. 76-80.

Публикации в изданиях, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus:

4. Doronin S.V., Filippova Yu.F. Survivability assessment of damaged rod-type vibration systems // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1441. Art. 012093/ doi:10.1088/1742-6596/1441/1/012093.
5. Doronin S.V., Filippova Yu.F. Numerical and experimental analysis of deformation and destruction of structurally heterogeneous joint assembly // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1260. Art. 11209/ doi:10.1088/1742-6596/1260/11/112009.

6. Doronin S.V., Filippova Yu.F. Information model of damage accumulation and survivability for a joint assembly of a beam skeleton // AIP Conference Proceedings. 2018. №2053. PP. 040017-1 040017-4. <https://doi.org/10.1063/1.5084455>.
7. Doronin S.V., Reizmunt E.M., Filippova Yu.F. Design evaluation of safety factors for reflector skeleton made of polymer composites // AIP Conference Proceedings. 2017. №1915. PP. 040009-1 040009-4. <https://doi.org/10.1063/1.5017357>.

Соискатель лично участвовал в экспериментальных и выполнял численные исследования, обрабатывал и анализировал полученные результаты, представленные в работах [1-6]. Постановка задачи в работах [1-4] выполнялась совместно с С.В. Дорониным и другими соавторами.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов:

1. От канд. геолог.-минерал. наук Бержинского Ю.А., руководителя отдела сейсмостойкого строительства Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск.
2. От д-ра техн. наук Прохорова В.А., профессора кафедры Прикладная механика Инженерно-технического института ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск.
3. От канд. техн. наук Шендалева Д.О., заместителя начальника отдела анализа конструкции КА по прочности и динамике Акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академик М.Ф. Решетнева, г. Железногорск.
4. От д-ра техн. наук Елисеева С.В., заслуженного деятеля науки РФ, профессора, советника при ректоре по научной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск.

5. От д-ра техн. наук Павлова В.Ф., профессора, заведующего кафедрой Сопротивления материалов, от канд. техн. наук Букатого А.С. доцента заведующего кафедрой Сопротивления материалов ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет академика С.П. Королева», г. Самара.
6. От д-ра техн. наук Буялич Г.Д., доцента, профессора кафедры Горные машины и комплексы Горного института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.
7. От д-ра техн. наук Тимашева С.А., профессора, главного научного сотрудника ФГБУН Научно-инженерного центра «Надежность и ресурс больших систем и машин» Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертационного исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Отзывы содержат следующие замечания:

1. Нет уверенности в том, что назначенные расчетные сценарии развития повреждений и разрушений стержневых элементов СТС не образуют полной системы событий в смысле теории вероятности.
2. В явном виде не рассматриваются аспекты, связанные с зависимостью собственных частот колебаний от уровня динамической нагрузки.
3. В работе рассматриваются конструкции только из стали и композиционных материалов. В связи с этим ссылка на работу проф. Гениева Г.А. и др. «Прочность и деформативность железобетонных конструкций при запроектных воздействиях» выглядит несколько инородно.
4. Резервирование элементов, внесение включающих связей предусматривается ли для повышения живучести, избыточность структурных элементов как влияет на живучесть?

5. Критерии живучести (зависимость 3) отличаются от условия прочности, каково распределение и различие запасов прочности и живучести?
6. Понятие равноопасности структурных элементов (расчет на основе эффективности, снижения веса) как влияет на живучесть системы?
7. Расчет на живучесть в основном проводится для запроектных состояний, резкое выключение элемента (например попадание космических тел) не вызывает динамический удар?
8. Выбор в качестве объекта анализа бака космического аппарата представляется не вполне подходящим под проблематику конструкционной живучести, поскольку, в силу кратковременности действий нагрузок и отсутствия возможности дефектации и ремонта, акцент при проектировании таких конструкций делается на безусловное выполнение условий прочности.
9. В выводах не обозначен достигнутый или ожидаемый технический и/или экономический эффект от применения разработанных методов.
10. К числу недостатков относится не очень четкая структуризация содержания представленной автором работы, в частности, непонятна необходимость упоминания глав и разделов, что воспринимается в тексте автореферата как некоторая несогласованность.
11. Методика оценки структурной живучести в общем виде включает в себя последовательность мероприятий, первым из которых является анализ назначения конструкции и установление одной или нескольких функциональных характеристик, характеризующих ее эффективность и работоспособность. Эти функциональные характеристики задают направление расчетов и исследований, целью которых является вычисление оценок структурной живучести. Это применимо к хорошо изученным конструкциям, однако в более сложных конструкциях, в том числе авиационных, работающих в условиях высоких знакопеременных термических и силовых нагрузок, очень сложно заблаговременно выявить факторы, соответствующие им функциональные характеристики, являющиеся причинами

отказов, и исключить возможность разрушения на этапе разработки конструкции.

12. В математических выражениях отсутствуют единицы измерения входящих в них величин.
13. В соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 в заключении не отражены «перспективы дальнейшей разработки темы».
14. Понятие живучести в формулировке диссертанта смыкается по существу эквивалентно понятию детерминированного остаточного ресурса поврежденной стержневой конструкции, по критериям прочности, жесткости и сохранения геометрической точности первоначальной формы изделия.
15. Полученные в работе оригинальные аналитические, численные и опытно-конструкторские результаты позволяют перейти к оценке надежности и долговечности уникальных стержневых конструкций.
16. Досадным недостатком работы является то, что в ней не показана связь живучести *a la* Филиппова с надежностью и долговечностью, хотя функции предельных состояний для стержневых систем в диссертации прописаны (это предельные условия их нормальной эксплуатации).
17. Полную живучесть стержневых систем можно оценить, если их рассматривать совместно с подсистемами их диагностики, мониторинга и майнтенаンса (ТО и Р), но это явно выходит за рамки исследуемой в диссертации проблемы.
18. Разработанная в диссертация методика построения последовательности (сценариев) разрушения СС является чрезвычайно полезным инструментом для конструкторов и проектировщиков ответственных стержневых систем единичного изготовления.
19. Приведенные выше замечания ни на йоту не умаляют достоинств работы, и являются пожеланиями для дальнейшей работы талантливого исследователя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложены показатели, критерии и методики количественной оценки структурной живучести повреждаемых стержневых конструкций, обусловленные их основным функциональным назначением – обеспечением несущей способности, частотного спектра свободных колебаний, геометрической стабильности;
- предложены ранговые показатели и методика анализа живучести повреждаемых узлов сочленения структурных элементов стержневых конструкций, основанные на определении и расчетно-экспериментальном исследовании множества возможных сценариев повреждения и взаимодействия элементов узлов;
- по результатам вычислительных экспериментов получены количественные оценки структурной живучести стержневых конструкций, являющихся представителями силовых, колебательных и прецизионных технических объектов, что позволило подтвердить работоспособность объектов в экстремальных условиях эксплуатации, установить наиболее опасные сценарии развития повреждений конструкций, оценить вклад отдельных групп конструктивных элементов в работоспособность повреждаемых конструкций.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- создан работающий инструментарий для изучения и описания свойств поврежденных стержневых конструкций независимо от их отраслевой принадлежности, выражаемых количественными показателями живучести в связи с накопленным уровнем поврежденности;
- дано методическое обоснование постановки и решения типовых задач анализа структурной живучести повреждаемых стержневых конструкций.

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

- получены количественные оценки живучести стержневых конструкций ряда перспективных технических объектов (крупногабаритных

- прецзионных параболических антенн наземных систем спутниковой связи, колебательной системы ксенонового бака высокого давления электрореактивного двигателя космического аппарата);
- определены сочетания условий нагружения типового узла сочленения стержневых элементов каркаса параболической антенны, приводящие к снижению живучести, что позволяет установить область рациональных условий силового нагружения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- корректно использованы современные методы вычислительной механики деформируемого твердого тела и программные средства численного анализа конструкций;
- надежность результатов экспериментальных исследований деформирования и разрушения образцов и фрагментов композитных материалов и конструкции силового каркаса крупногабаритного прецизионного рефлектора обеспечивается проведением испытаний в соответствии с действующими государственными стандартами и использованием сертифицированного испытательного оборудования;
- в анализе статистики и описания сценариев фактически произошедших аварий стержневых конструкций использованы данные многолетних наблюдений специалистов разных отраслей, в том числе опубликованные в монографиях и рецензируемых научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит:

- в развитии и апробировании подхода количественных показателей, критериев, методик оценки структурной живучести повреждаемых стержневых конструкций в связи с их функциональным назначением и с реализацией возможных сценариев их разрушения;
- в постановке и проведении экспериментальных исследований разрушения элементов узла сочленения стержневого каркаса.

На заседании 01.06.2020 диссертационный совет принял решение присудить Филипповой Ю.Ф. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 4 доктора наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета,
академик РАН



Аннин Б.Д.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук



Кургузов В.Д.

Дата оформления заключения: 04.06.2020 г.