



192012, Россия, Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ Рыбацкое, пр-кт Обуховской Обороны, д. 120, стр. 19, помещ. 1-Н, №708
ОКПО 07513234, ОГРН 1037825058732, ИНН/КПП 7811144648/780500001, тел.: (812) 363-93-40, тел./факс: (812) 363-98-11, e-mail: dou@goz.ru

Ha No _____ OT _____

Заместитель генерального директора -
генеральный конструктор

2026 г.



на автореферат диссертационной работы Ярославцевой Марии Михайловны на тему «Разработка методики анализа усталостной прочности агрегатов наземной космической инфраструктуры при многократных механических и газодинамических воздействиях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов

Силовые конструкции наземных стартовых комплексов (НСК) ракет космического назначения (РКН) при эксплуатации подвергаются газодинамическому термосиловому воздействию продуктов сгорания ракетного топлива, возникающее при работе двигательной установки (ДУ) на траектории подъема РКН. Это воздействие приводит к повреждениям конструкций НСК.

Возможные разрушения силовых элементов агрегатов НСК могут возникнуть из-за циклического асимметричного деформирования при каждом запуске ДУ. Оценка допустимого числа рабочих циклов газодинамического нагружения до разрушения элементов агрегатов НСК на этапе проектирования с использованием программно-реализованных численных методов может способствовать минимизации разрушающего воздействия.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

15 06 2026

Но существующие методики оценки циклической прочности охватывают лишь частные вопросы деформирования отдельных элементов конструкций и не рассматривают работу габаритных силовых конструкций стартового оборудования в целом при циклическом высокотемпературномм газодинамическом воздействии, что приводит к неучету фактора циклического характера нагружения конструкций.

Исходя из вышесказанного, диссертационная работа Ярославцевой М.М. посвященная разработке методики анализа усталостной прочности агрегатов наземной космической инфраструктуры при многократных механических и газодинамических воздействиях, является актуальной

Целью диссертации является разработка методики анализа усталостной прочности агрегатов наземной космической инфраструктуры при многократных механических и газодинамических воздействиях.

Для достижения поставленной цели в работе поставлены и решены следующие **задачи исследования**:

1. Исследование опыта проектирования и эксплуатации различных теплозащитных покрытий с целью определения причин разрушения и перспектив развития анализа конструкций на этапе проектирования.

2. Разработка методики оценки прочности конструкций, подверженных циклическому газодинамическому воздействию.

3. Проведение валидации методики оценки прочности конструкций, подверженных циклическому газодинамическому воздействию.

4. Проведение численного расчета проектируемых сборочных единиц стартового комплекса с использованием разработанной методики анализа усталостной прочности.

5. Разработка алгоритма обоснования циклической прочности малых конструктивных элементов для габаритных конструкций стартового оборудования.

6. Проведение анализа малоцикловой прочности листов металлооблицовки газоотражателей при действии газодинамической нагрузки.

Научная новизна работы состоит в разработке и практической реализации методики оценки усталостной прочности проектируемых

термомеханически напряженных конструктивных элементов стартового оборудования. Предложены приемы анализа напряженно-деформированного состояния конструкций с оцениванием циклической прочности, основанные на применении разработанной методики анализа усталостной прочности агрегатов наземной космической инфраструктуры при многократных механических и газодинамических воздействиях. В отличие от разработанных ранее методик предлагаемая автором методика позволяет на этапе проектирования стартового комплекса обосновывать ресурс стартового оборудования, подверженного термосиловому воздействию.

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Адаптирована теория малоциклового усталости Коффина-Мэнсона для более точной оценки на этапе проектирования ресурса конструкций наземного оборудования РКН, подверженных газодинамическому воздействию.

2. Предложена методика численного анализа усталостной прочности стартового оборудования, испытывающего периодические газодинамические нагрузки.

Практическая значимость работы определяется следующим:

1. Разработанная методика оценки малоциклового усталостной прочности применена в филиале АО «ЦЭНКИ - НИИ СК имени В.П. Бармина» при создании теоретической базы для обоснования прочности разрабатываемых агрегатов пусковых установок при действии газодинамической нагрузки.

2. Разработаны практические рекомендации по формированию теоретического профиля и исполнения гребня двухскатного газоотражателя.

3. Результаты моделирования конструкций, подверженных термосиловому воздействию, учтены при проектировании масштабных испытательных стендов.

Методология и методы исследования

Основой исследований является системный подход, включающий комплексное использование теоретических и экспериментальных средств и методов. Теория исследовательской работы базируется на результатах исследований в области аналитических и численных методов механики деформируемого твердого тела. Экспериментальные средства и методы основаны на использовании актуальной информационно-вычислительной

техники и математических методов, реализованных в используемых на практике программных комплексах.

Достоверность результатов исследования обеспечена корректной постановкой задачи, обоснованностью применения гипотез и адекватностью расчетных моделей. Достоверность подтверждается сравнением результатов численного моделирования с эксплуатационными данными, опубликованными в открытых источниках. Точность компьютерного моделирования подтверждается исследованием сходимости результатов анализа.

Замечания по работе:

1) Нет сведений об используемом программном обеспечении, в котором реализована методика. Из текста следует, что используется пакет МКЭ, поддерживающий твердотельные элементы с возможностью субмоделирования, однако конкретная платформа не названа. Это затрудняет воспроизведение и тиражирование методики.

2) Ряд исходных данных, важных для воспроизведения расчётов, в автореферате не приводится. Конкретные значения коэффициентов усталостной прочности (σ'_f , ϵ'_f) и показателей кривой усталости (b , c) для стали 10ХСНД при рабочих температурах отсутствуют; не указаны ссылки на источники, из которых они могут быть взяты.

3) Для реальной эксплуатации газоотражатели могут иметь остаточные напряжения от монтажа, технологические дефекты, следы предыдущей эксплуатации. Влияние начального НДС на ресурс в методике не рассматривается.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

ВЫВОДЫ

Диссертационная работа Ярославцевой М.М., судя по автореферату, является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и имеющей важное прикладное значение.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (п. п. 8, 9,

11 и 12 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020) «О порядке присуждения ученых степеней»).

Ярославцева Мария Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции № 1 НТС АО «НПО «Обуховский завод». Протокол № 8 от 05.06.2026 г.

Ученый секретарь секции № 1 НТС,
научный руководитель,
кандидат технических наук
(специальность 2.5.13), доцент



Щеглов Дмитрий Константинович

Начальник лаборатории
расчетно-исследовательского отдела,
кандидат технических наук
(специальность 2.5.13)



Фёдоров Дмитрий Александрович

Главный специалист
расчетно-исследовательского отдела,
кандидат технических наук
(специальность 2.1.6)



Макавеев Александр Тимофеевич

Секретарь секции № 1 НТС



Соколов Анатолий Алексеевич

Акционерное общество «Научно-производственное объединение
«Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО
«Алмаз - Антей» - Обуховский завод»
192012, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Рыбацкое,
пр. Обуховской Обороны, д.120, стр.19, помещ. 1-Н №708
тел. (812) 66-55-66-1
e-mail: dou@goz.ru