



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
«КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА,
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ
КОМПЛЕКСЫ» имени А.Г. ИОСИФЬЯНА»
(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)



Хорошный тулик, д. 4, стр. 1, Москва, 107078
Тел.: (495) 608-84-67, (495) 365-56-10; Факс: (495) 624-86-65, (495) 366-26-38
e-mail: info@vniiem.ru; http://www.vniiem.ru
ОКПО 04657139; ОГРН 5117746071097; ИНН/КПП 7701944514/770101001

28.10.2020 № ВТ-68/10938/В

На № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета Д 212.125.05
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт» (национальный исследовательский
университет)

к.ф.-м.н., доценту Г.В. Федотенкову

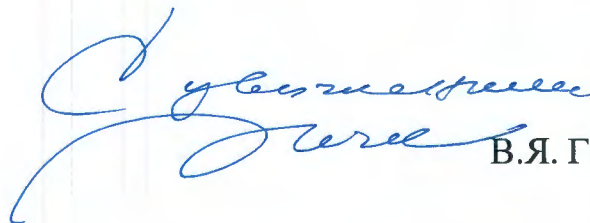
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д. 4

Уважаемый Григорий Валерьевич!

В ответ на письмо №902-09-46 от 21.09.2020 направляю Вам отзыв официального оппонента на диссертационную работу Андрея Юрьевича Бондаренко на тему «Совершенствование методов расчетного анализа динамических нагрузок на конструкции и способов их отработки с учетом результатов натурных испытаний», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Приложения: 1) Отзыв, 2 экз., 5 листов каждый;
2) Диссертация.

Заместитель генерального директора
по научной работе, д.т.н., профессор


В.Я. Геча

Отдел документационного
обеспечения МАИ

06 11 2020

43262

Исп. Позднякова В.Д.
Тел.: 8 (495) 365-26-69

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу БОНДАРЕНКО А.Ю. «Совершенствование методов расчётного анализа динамических нагрузок на конструкции и способов их отработки с учётом результатов натуральных испытаний», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности: 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Обеспечение прочности изделий ракетно-космической техники, подвергающихся в процессе эксплуатации существенным динамическим нагрузкам, в сочетании с высокими требованиями к их весовому совершенству является одной из актуальных задач, требующей проведения большого объема теоретических и прикладных исследований. Для подтверждения стойкости конструкции к динамическим нагрузкам проводятся лабораторные вибрационные испытания. При этом качество и достоверность результатов можно повысить, уточнив динамические нагрузки, действующие на изделие (режимы испытаний), а также приблизив условия испытаний к характеру действия эксплуатационных нагрузок.

Темой диссертационной работы Бондаренко А.Ю. является совершенствование способов построения расчетных математических моделей и методов определения параметров внешних воздействий при переходных процессах, возникающих в результате резкой смены внешних воздействий, перехода от одних условий нагружения к другим. В работе показан альтернативный вариант испытаний на подобные воздействия для массивных конструкций, а также предложен и успешно применен комбинированный подход к подтверждению динамической прочности.

Таким образом, тема диссертационной работы соискателя Бондаренко Андрея Юрьевича является актуальной, имеет прикладное значение и соответствует специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Рецензируемая диссертация состоит из введения, четырех глав,

Отдел документационного
обеспечения МАИ

заклучения, списка обозначений и сокращений и списка литературы из 93 наименований. Работа содержит 158 страниц, 108 иллюстраций и 8 таблиц.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, обоснована практическая значимость полученных автором результатов, перечислены результаты, имеющие существенную научную новизну, изложены методы исследования и положения, выносимые автором на защиту, приведены сведения об апробации результатов работы.

В первой главе приведено описание проблем, связанных с анализом динамических быстроменяющихся воздействий на конструкцию ракет-носителей, в том числе при различного рода нештатных ситуациях. Разработан двухэтапный подход к решению задачи определения временной зависимости внешнего воздействия на конструкцию по данным о ее реакции. На модельных примерах проведено исследование границ применимости предложенного подхода в зависимости от величины погрешностей в исходных данных и используемых математических моделях. Показано, что при ошибках в настройке систем измерений на РН из-за неверного соотношения полосы опроса датчиков и опросности системы измерений возможно получение нефизичных данных по ускорениям.

Поскольку предлагаемая методика реконструкции циклограмм внешних воздействий предполагает использование метода конечных элементов для математического моделирования поведения конструкций, **во второй главе** сформулированы основные принципы создания детализированных моделей для расчета нагружения конструкции и навесного оборудования отсеков ракет-носителей. Показаны некоторые особенности моделирования динамического нагружения конструкций. На примере топливного бака с присоединенным к днищу двигателем разработана и проверена методика построения упрощенных балочных с дискретными включениями моделей, эквивалентных по массово-инерционным, динамическим характеристикам, а также по внешним воздействиям. Сформулированы критерии, при выполнении которых внешние воздействия на систему, моделируемую механическими аналогами, будут эквивалентны воздействию на реальную конструкцию.

В третьей главе рассмотрены некоторые аспекты проведения лабораторных испытаний конструкций на воздействия, возникающие при переходных процессах. Сформулирован универсальный подход к определению ударных спектров и уровней эквивалентной гармонической вибрации, эквивалентных воздействию при произвольном переходном динамическом процессе. Вместе с тем показано, что из-за существенных различий в количестве циклов нагружения, при виброиспытаниях возможно получение существенно более высоких уровней нагружения на навесном оборудовании, что может быть нежелательно для определенных классов конструкций. Предложен альтернативный виброиспытаниям подход к отработке крупногабаритных конструкций на переходные динамические процессы с использованием экспериментальной базы отрасли.

В четвертой главе на примере приборного отсека высотной ступени ракеты-носителя на основе полученных результатов сформулирован подход к расчетно-экспериментальному подтверждению динамической прочности конструкций, для которых в процессе наземной эксплуатации или летных испытаний (в результате штатных или нештатных ситуаций) были выявлены воздействия, не учтенные при наземной отработке. На основе анализа телеметрической информации по большому числу пусков апробирован предложенный в первой главе подход к реконструкции внешних силовых воздействий. В результате получены результаты, позволившие расчетным путем обосновать достаточную прочность силовой конструкции отсека и узлов крепления навесного оборудования без дополнительных прочностных испытаний.

В заключении приведены результаты, составляющие основу проведенного исследования и имеющие научную новизну, а также практическую значимость.

Научная новизна работы заключается в разработке метода решения обратной задачи отыскания циклограммы внешнего силового воздействия на конструкцию по данным о ее реакции на коротком отрезке времени. В работе предложена методика построения механических аналогов конструкций, обеспечивающая эквивалентность по уровням внешних воздействий, массово-инерционным и динамическим характеристикам, для повышения качества

расчетов по упрощенным математическим моделям.

В процессе выполнения исследований выполнен большой объем работ по анализу телеметрической информации по переходным процессам при пусках ракет-носителей, позволивший провести уточнение циклограммы спада тяги высотного двигателя. Разработан метод построения спектра ударного нагружения от произвольных динамических процессов, обеспечивающий корректный учет динамической составляющей в нагрузках. По результатам исследований показана возможность дополнительного обоснования прочности высотной ступени РН на динамические воздействия, выявленные при установке улучшенных систем регистрации телеметрической информации.

Результаты, полученные при выполнении диссертационной работы, основаны на фундаментальных работах в области механики деформированного тела и теории упругости, а также теории дифференциальных уравнений. Динамические свойства разработанных математических моделей конструкций проверялись на основе данных наземных и летных испытаний. Метод решения обратной задачи был проверен путем решения серии модельных задач и апробирован с использованием данных по осевым ускорениям, полученным по данным телеметрических измерений при выключении двигателя высотной ступени ракеты-носителя.

По теме диссертации опубликовано 16 работ, в том числе 9 научных работ в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ.

В работе можно отметить несколько недостатков:

– с учетом достаточно сложных манипуляций по обоснованию динамической прочности приборного отсека (по существу – по одному датчику), автором не делается акцент на необходимости увеличения объемов телеметрической информации для получения представительных данных по внешним воздействиям;

– из диссертации не до конца ясно, как совместить виброиспытания силовой конструкции и навесного оборудования, особенно с учетом различий в диссипативных свойствах оборудования;

– на рисунках 1.3, 1.12 сложно читаются подписи под осями;

– на рисунках 1.5, 1.6 для оценки качества реконструкции целесообразно сделать сравнение исходной и реконструированной циклограмм либо разнести их по оси времени, либо нарисовав график разности двух циклограмм;

– на рисунках 3.12, 3.13 плохо видна балочная модель ступени.

Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления от проделанной автором работы. Диссертация Бондаренко А.Ю. выполнена на высоком научно-техническом уровне и является законченной научно-квалификационной работой.

Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа «Совершенствование методов расчётного анализа динамических нагрузок на конструкции и способов их отработки с учётом результатов натурных испытаний» удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 01.10.2018 г.). Автор работы Бондаренко Андрей Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Заместитель генерального директора по научной работе АО «Корпорация ВНИИЭМ»,
доктор технических наук, профессор



Gecha
Геча Владимир Яковлевич
23.10.2020

Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна», 107078, РФ, г. Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1
Телефон: (495) 365-26-69
e-mail: vniiem@vniiem.ru