

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маринина Дмитрия Александровича «Разработка методик и средств модальных испытаний крупногабаритных трансформируемых космических конструкций», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

Для исключения автоколебаний при коррекции траектории движения космических аппаратов применяют их расчетные динамические модели, качество которых проверяется по результатам наземных динамических (модальных) испытаниях лётных или динамически тождественных им образцов. Поэтому диссертационные исследования Маринина Д.А., направленные на создание таких расчетных моделей, посвящены решению актуальной задачи обеспечения управляемости выводимой на орбиту космической техники.

В целом методы и оборудование для проведения модальных испытаний достаточно хорошо отработаны и широко применяются для уточнения динамических моделей разрабатываемых конструкций. Это относится и к конструкциям космического назначения. На рынке широко представлены серийно выпускаемые испытательные комплексы фирм Bruel & Kjaer (Дания), Prodera (Франция), OROS (Франция), PCB Piezotronics (США), TMS (США), Siemens (Бельгия), Polytec (Германия). В то же время экспериментальное определение динамических характеристик крупногабаритных, разворачиваемых в космосе объектов отработано недостаточно. Это является следствием как особенностей их конструкции (большая протяженность и малая жесткость), так и специфических условий эксплуатации (отсутствие воздушной среды и гравитации). Для решения такой задачи необходимо, в первую очередь, специальное оборудование, обеспечивающее компенсацию веса объекта испытаний. Кроме того, необходимо иметь в виду, что частоты собственных колебаний конструкций могут составлять десятые доли герца, а многоточечное возбуждение и измерение колебаний на таких частотах представляют известные трудности. Кроме специализированного оборудования требуется адаптированное к решаемым задачам методическое обеспечение.

В диссертационной работе автор предложил комплексное решение задачи модальных испытаний крупногабаритных конструкций:

- для компенсации силы тяжести в лабораторных условиях разработан и изготовлен промышленный образец активной системы обездвиживания с возможностью многоточечного возбуждения вынужденных колебаний и компенсации присоединённой массы испытательного оборудования;

- для оценки влияния воздушной среды на результаты модальных испытаний космических конструкций разработана и изготовлена экспериментальная установка;

- для обеспечения возможности исследования конструкций, чьи геометрические размеры превышают габариты испытательных лабораторий, предложена расчетно-экспериментальная методика модального анализа по результатам испытаний их составных частей и математический аппарат синтеза полной модели путем ассемблирования моделей составных частей после их коррекции по результатам испытаний;

- предложен метод выявления диссипативных свойств конструкций по соотношениям между собственными и вынужденными монофазными колебаниями и способ определения обобщенных масс, жесткостей и коэффициентов демпфирования собственных тонов колебаний составных частей по их амплитудно-частотным характеристикам;

- составлена классификация объектов модальных испытаний космического назначения с описанием методик и средств испытаний.

Результаты теоретических исследований подтверждены тестовыми испытаниями.

Полученные в диссертации результаты опубликованы в 20 научных работах и доложены на многих представительных конференциях и семинарах.

На основании представленного отзыва автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к работам на соискание учёной степени кандидата наук п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор – Маринин Дмитрий

Александрович – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Подписал:

Зам. директора КТИ НП СО РАН

по научной работе к.ф.-м.н.

E-mail: [kuropyat@tdisie.nsc.ru](mailto:kuropyat@tdisie.nsc.ru)

Игорь Николаевич Куропятник

Адрес организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук (КТИ НП СО РАН)

630058, г. Новосибирск-58,

ул. Русская 41, тел. (383)306-62-08

E-mail: [info@tdisie.nsc.ru](mailto:info@tdisie.nsc.ru)

Подпись Куропятника Игоря Ник

Специалист по кадрам КТИ НП С

*Игорь Н. Куропятник*

*Ассигнован в отчет 28.05.2020* 