

## ОТЗЫВ

научного руководителя Бернса Владимира Андреевича  
на диссертацию Лакизы Павла Анатольевича  
«Коррекция расчетных моделей летательных аппаратов  
по результатам модальных испытаний», представленной  
на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы  
летательных аппаратов»

В разработке мероприятий по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) в обязательном порядке используются расчетные динамические модели. Первоначально эти модели разрабатываются по рабочим чертежам изделий, а затем уточняются по результатам испытаний. Поскольку при построении расчетных моделей широко используется метод конечных элементов, то разработка методики коррекции конечно-элементных моделей (КЭ-моделей) ЛА является решением актуальной научно-технической задачи.

Разработанная в диссертации методика коррекции расчетных моделей предполагает использование результатов модальных испытаний ЛА. Это объясняется тем, что такие испытания являются обязательными при доводке авиационной техники и наземной экспериментальной отработке космических аппаратов. Поэтому в работе изложены методы определения модальных параметров в классическом и операционном модальном анализе, способы диагностики дефектов конструкций по результатам испытаний. Разработано программное обеспечение, позволяющее обработать результаты модальных испытаний непосредственно в процессе испытаний и представить их в виде исходных данных для коррекции расчетных моделей ЛА.

Собственно методика коррекции расчетной динамической модели конструкции предполагает уточнение ее матрицы жесткости. Она заключается в изменении исходной матрицы посредством добавления корректирующей матрицы жесткости, построенной на узлах КЭ-модели в соответствии с существующими взаимосвязями между линейными степенями свободы. При таком подходе симметрия матрицы жесткости не нарушается. Параметры корректирующей матрицы определяются в результате минимизации суммы квадратов разностей между экспериментальными и расчетными собственными частотами конструкции. В диссертации исследована сходимость алгоритма и сделана оценка чувствительности методики коррекции к погрешностям в результатах модальных испытаний. Методика может быть использована и при определении модальных



параметров конструкций по результатам испытаний их составных частей. Для такого случая в работе предложен способ синтеза расчетных динамических моделей.

Наряду с коррекцией матрицы жесткости по результатам модальных испытаний может производиться и восстановление как матриц демпфирования составных частей, так и глобальной матрицы демпфирования конструкции в физической системе координат.

Лакиза П.А. работает в федеральном автономном учреждении «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» с 2018 г в должности младшего научного сотрудника. Основным направлением его работы являются расширение информативности модальных испытаний и использование их в коррекции расчетных динамических моделей ЛА. Результаты этой деятельности и составляют содержание диссертационной работы, для подготовки которой он поступил в аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» в 2020 г.

Работа над диссертацией показала, что П.А. Лакиза является самостоятельным научным работником, способным грамотно ставить и решать поставленные задачи. Основные результаты его диссертации изложены в 27 печатных изданиях, 2 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 2 – в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 23 – в прочих изданиях и сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических конференций. Зарегистрирован патент на изобретение. Получены 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Считаю, что диссертационная работа Лакизы П.А. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней». Её автор, Лакиза П.А., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Научный руководитель:  
доктор техн. наук, профессор  
начальник отделения восстановления  
образцов авиационной техники (НИО-11)  
ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина».

служенный деятель науки НСО,  
ветный авиастроитель РФ

Владимир Андреевич Бернс

13.03.2023

*16 Владимира Андреевича Бернса*  
*Ковалева*  
*заведующий, бюро отдела*  
*начальник Владимир*