Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский физико-технический институт
(государственный университет)

Труды
55-й научной конференции МФТИ

Всероссийской научной конференции
«Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе»
Научной конференции
«Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики и астрономии»
Всероссийской молодежной научной конференции
«Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук»

19–25 ноября 2012 года

Аэромеханика и летательная техника

Москва–Долгопрудный–Жуковский
МФТИ
2012

УДК 51:53:629.7
ББК 22.253+39.52
Т78

Т78 **Труды 55-й научной конференции МФТИ: Всероссийской научной конференции «Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе», Научной конференции «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики и астрономии», Всероссийской молодежной научной конференции «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук».** Аэромеханика и летательная техника — М.: МФТИ, 2012. — 166 с.
ISBN 978-5-7417-0416-5

В сборнике представлены результаты оригинальных исследований студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников кафедр факультета аэромеханики и летательной техники МФТИ и дружественных организаций. Основные темы исследований включают задачи теоретической и прикладной аэрогидромеханики, газовой динамики, горения и теплообмена, физики полета, экспериментальной аэрофизики и информационно-измерительных систем, компьютерного моделирования, прочности летательных аппаратов, фундаментальных основ газового дела, физических проблем аэрогидромеханики и авиационной экологии, математических и технологических основ жизнеустройства. Они представляют интерес для специалистов в указанных направлениях исследований.

УДК 51:53:629.7
ББК 22.253+39.52

ISBN 978-5-7417-0416-5

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», 2012

Содержание

Программный комитет конференции 3

Пленарное заседание 12

В.В. Петроневич
Повышение информативности экспериментальных исследований в аэродинамических трубах и на испытательных стендах 12

Секция газовой динамики, горения и теплообмена 13

А.А. Собур, Д.И. Бабушенко
Численное исследование инициирования детонации с использованием модели сильного взрыва 13

И.Н. Кадочников, Б.И. Луховицкий
Исследование неравновесных физико-химических процессов в потоках азотной плазмы методами уровневой и модовой кинетики 14

П.С. Казарин
Расчет распространения детонационной волны в кольцевом канале 15

М.В. Калинчева
Метод анализа чувствительности на примере задачи оптимизации вращающегося диска 17

Р.С. Сидоров
Оценка интегральных тягово-экономических характеристик водородного ГПВРД на режиме полёта с числом Маха 10 18

Я.М. Дружинин
Расчётно-экспериментальный анализ нестационарного течения в первых двух высоконагруженных ступенях перспективного КВД 20

В.А. Керножицкий, А.В. Колычев
Экспериментальные гиперзвуковые летательные аппараты – демонстраторы гиперзвуковых технологий на основе использования активной термоэмиссионной тепловой защиты 21

Х.Ф. Валиев
Расчёт методом характеристик неавтомодельного течения с отражённой от центра симметрии ударной волной и новые автомодельные решения с двумя отраженными ударными волнами 22

В.Г. Макарян, И.Л. Стукалина
Эволюция шума в газодинамические структуры в замкнутом объеме стационарно неравновесного колебательно-возбужденного газа 23

Секция компьютерного моделирования 25

О.И. Ткаченко, В.И. Желонкин, М.В. Желонкин, А.А. Бондаренко
Методика обучения палубной посадке на пилотажном стенде 25

З.М. Мьинт, А.Ю. Хлопков
Когнитивные технологии в компьютерных системах проектирования 26

С.В. Павлик
Исследование аэродинамических характеристик отдельных элементов ТВД . 27
Д.И. Игнатьев
Метод обучения нейронных сетей для повышения обобщающей способности при разнотипных данных 28
Наинг Лин Маунг
Вращение цилиндра в разреженном газе 29
А.В. Вяткин, Ю.И. Хлопков
Космический лифт 30
З.М. Мьинт
Тенденции развития многоразовых космических транспортных систем 32
В.А. Жаров, О.И. Ровенская, Ю.И. Хлопков
Численное моделирование динамики акустических волн 34
С.С. Молев
Методы численного моделирования нестационарных течений 36
Аунг Сжо Сво, В.А. Жаров
Физическая модель излучения звука из канала с проточной дозвуковой равновесной струей 37

Секция математических и технологических основ жизнеустройства 39
А.В. Корытин
Налог на имущество: постановка задачи 39
Е.А. Старостин
Эмпирический анализ влияния развития малых и средних предприятий на рост экономики 40
А.В. Корытин , М.А. Галахов
Потоки людей, капитала и товаров в глобальной экономике 41
В.Л. Говоров, М.А. Галахов
Некоторые соображения, рекомендации, правила делового общения, этикета. Общение с (потенциальным) покупателем (контрагентом) 43
В.Л. Говоров, М.А. Галахов
Системные проблемы России и предположения по их решению. Предпринятие по модернизации системы образования и развитию системостроения в России 44
М.А. Бурнусузян
Оценка влияния валютного курса на объем экспортных товаров в Республике Армения 45

Секция прочности летательных аппаратов 48
А.М. Зайцев, А.А. Навоев
Исследование конструктивно-силовой схемы гермокабины фюзеляжа сверхзвукового административного самолета 48
А.А. Чижов
Влияние распределения аэродинамических сил при трансзвуковых скоростях на характеристики статической аэроупругости самолета 50

А.В. Безуевский
Влияние больших деформаций конструкции крыла на его модальные характеристики 51
А.А. Редько
Анализ существующих систем неразрушающего контроля композиционных материалов с сотовым заполнителем на основе метода низкоскоростного удара 53
А.Г. Кузнецов
Автоматизация параметрических расчетов характеристик аэроупругости летательных аппаратов 55
А.В. Чедрик
Решение задачи о кручении призматического стержня методом конечных элементов 56
С.Ю. Беркут, С.В. Салтыков
Земной резонанс вертолетов 58
В.В. Чедрик
Эффективная реализация конечно-элементного метода решения задач плоской теории упругости при наличии композиционных материалов 60
Е.А. Дубовиков
Анализ прочности интегральных конструкций летательных аппаратов нового поколения 61

Секция теоретической и прикладной аэрогидромеханики 63
К.Г. Хайруллин, Г.Н. Дудин
Исследование обтекания треугольного полубесконечного крыла большого удлинения при гиперзвуковых скоростях 63
К.В. Редькина, В.А. Фролов
Аэродинамика профиля со стационарной отрывной зоной за интерцептором 64
Г.Н. Дудин, Х.Ф. Нгуен
О возможных решениях в плоскости симметрии треугольного крыла при гиперзвуковом обтекании на режиме сильного взаимодействия 66
С.В. Александров, В.И. Шалаев, М.А. Стародубцев, А.В. Ваганов
Исследование гиперзвукового обтекания треугольного крыла с затупленными кромками потоком вязкого газа 67
А.А. Балашов, Г.Н. Дудин
Исследование влияния показателя адиабаты на гиперзвуковое течение вязкого газа около пластины 69
В.В. Жвик
Течение Пуазейля в капиллярах эллиптического и прямоугольного поперечного сечения во всех режимах течения разреженного газа 70
А.Ю. Ноев
Обзор исследований обтекания затупленных тел с иглой 71
Г.Н. Дудин, Я.Н. Со
О решениях в плоскости симметрии треугольного крыла с малым углом стреловидности на режиме сильного взаимодействия 73
М.И. Липатов, З.С. До
Исследование устойчивости сжимаемых течений Куэтта–Тэйлора 74

ΔY/L(%)	тон 1 +1%	тон 2 -10%	тон 3 +3%	тон 4 -4%	тон 5 -4%
0	1.7723	3.162	3.596	4.751	7.177
2.5	1.7721	3.174	3.59	4.736	7.165
4.375	1.7725	3.1764	3.5882	4.725	7.152
5	1.7727	3.1757	3.5884	4.721	7.148
10	1.776	3.146	3.602	4.688	7.103
15	1.781	3.077	3.632	4.652	7.044
20	1.786	2.982	3.667	4.617	6.975
25	1.79	2.844	3.701	4.568	6.876
ΔY/L(%)	**тон 6** +3%	**тон 7** -2%	**тон 8** -2.5%	**тон 9** -0.6%	**тон 10** +6.6%
0	8.464	9.611	14.453	15.323	17.919
5	8.537	9.583	14.433	15.307	17.969
10	8.598	9.549	14.389	15.289	18.118
15	8.647	9.507	14.321	15.273	18.36
20	8.68	9.461	14.237	15.255	18.672
25	8.688	9.398	14.099	15.233	19.096

Рис. 2.

Литература

1. *Romeo G., Frulla G., Cestino E.* Non-Linear Aeroelastic Modeling and Experiments of Flexible Wings. – 47th AIAA SDM. – 2006. – 2186.
2. *Рыбников Е.К., Володин С.В., Соболев Р.Ю.* Инженерные расчёты механических конструкций в системе MSC. Patran – Nastran. Часть I: учебное пособие. – М.: МИИТ, 2003.
3. MSC. Nastran Handbook for Nonlinear Analysis. V. 67.

УДК 620.179.16

Анализ существующих систем неразрушающего контроля композиционных материалов с сотовым заполнителем на основе метода низкоскоростного удара

А.А. Редько

Национальный авиационный университет

ralex_sh@mail.ru

При проведении неразрушающего контроля изделий из композиционных материалов (КМ) более широко используются низкоскоростные акустические методы: метод свободных колебаний, импедансный и низкоскоростного удара (НУ). Наличие дефекта в изделии при контроле упомянутыми методами может привести к изменению одновременно нескольких параметров информационного сигнала. Для импедансного метода при непрерывном возбуждении преобразователя имеет место изменение таких параметров, как амплитуда и начальная фаза синусоидального сигнала, при импульсном возбуждении – амплитуда и форма огибающей информационного импульса; для метода свободных колебаний – множество гармоник свободных колебаний контролируемой зоны; для метода НУ – амплитуда, длительность и форма импульса ударного взаимодействия. Последний метод позволяет определять более опасные дефекты, а также изменение модуля упругости и коэффициента Пуассона.

Фирмой Mitsui & Company, Ltd. разработана серия дефектоскопов Woodpecker, целевым предназначением которых являются сотовые панели, основываясь на методе

НУ. Woodpecker использует в качестве информативного параметра только длительность импульса, чего не достаточно для точной классификации дефектов и определения степени повреждения объекта контроля [1]. Данный прибор успешно используется в неразрушающем контроле самолетов моделей «Airbus».

На кафедре информационно-измерительных систем Национального авиационного университета была разработана специальная система для обнаружения дефектов КМ-методом НУ [2], методы обработки информационных сигналов, а также разработано в среде NI LabVIEW 2010 соответствующее программное обеспечение, которое реализует эти методы обработки. Разработанная система была испытана в обнаружении и диагностике дефектов на образцах КМ, принадлежащих ГП «АНТОНОВ» и использующихся при производстве самолетов моделей «Ан».

Соответствующее программное обеспечение, разработанное в среде NI LabVIEW, способно регистрировать и совершать обработку полученных информационных сигналов, выводить регистрируемые сигналы в виде осциллограмм, измерять параметры сигналов, строить решающие правила по измеряемым параметрам и выполнять диагностику сигналов, проводить разложение регистрируемых сигналов по ортогональным базисам Фурье и Хаара [2], сравнивать выборки отсчетов заданного коэффициента разложения по критериям евклидового расстояния и по непараметрическим критериям согласия, выполнять анализ формы регистрируемых сигналов, прогнозировать значения границ доверительной вероятности информационных параметров для определенной степени дефектности [3] и проводить распознавание образов для классификации дефектов при помощи нейронных сетей адаптивной резонансной теории [4].

Woodpecker и разработка кафедры ИИС НАУ позволяют определить зоны с аномальными физико-механическими характеристиками, расслоение обшивки от сотового наполнителя (как бумажного, так и металлического), деформацию и разрушение сот с глубиной контроля 25 мм и разрешающей способности у украинской разработки 2 мм^2, Mitsui – 625 мм^2.

Система неразрушающего контроля кафедры ИИС НАУ в отличие от аналогичной разработки японской фирмы Mitsui позволяет более точно и качественно определять и классифицировать дефекты КМ с сотовым заполнителем благодаря использованию многопараметрической статистической обработки в реальном времени с сохранением информации для последующих исследований. К преимуществам Woodpecker можно отнести портативность, возможность использования в процессе движения летательного аппарата не быстрее, чем 20 см/с и под углом наклона до 20°.

Литература

1. Development of the woodpecker tap tester. J. R. Technology limited U.K [Электрый ресурс] – www.compositesuk.co.uk/LinkClick.aspx?fileticket=ZCfjWtSLyks%3D&tabid=100&mid=503

2. *Еременко В.С.* [*и др.*]. Обнаружение ударных повреждений сотовых панелей методом низкоскоростного удара // Техническая диагностика и НК. – 2007. – № 1. – С. 24–27.

3. *Редько О.О.* Прогнозування значень меж довірчої імовірності інформаційних параметрів для певного ступеня дефектності стільникових панелей за результатами експерименту // Современные методы и средства НК и ТД: сб. научных трудов по матер. 17 междунар. конф., 05–09. октября 2009. г., Ялта – Киев: УИЦ «Наука. Техника. Технология», 2009. – С. 84–87.