

Министерство науки и высшего образования РФ
Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)

СНТО имени Н. Е. Жуковского

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 60-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА В КОСМОС**

Москва
01-30 апреля 2021 г.

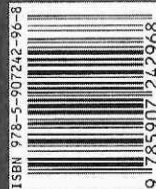
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященная 60-летию полета Ю.А. Гагарина в космос». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

**СБОРНИК
ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ 60-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА В КОСМОС**



Министерство науки и высшего образования РФ
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)
СНТО им. Н.Е. Жуковского

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 60-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА В КОСМОС

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

г. Москва, 01-30 апреля 2021 г.

УДК 001
ББК 72
М 75

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 60-летию полета Ю.А. Гагарина в космос: сборник тезисов докладов / Министерство науки и высшего образования РФ, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, СНТО им. Н.Е. Жуковского. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2021
560 с.

ISBN 978-5-907242-96-8

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященная 60-летию полета Ю.А. Гагарина в космос». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

УДК 001
ББК 72

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

© Издательский дом «НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА», 2021

ISBN 978-5-907242-96-8

СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»**УДК 533.6.011.8****ВЛИЯНИЕ ДИССОЦИАЦИИ МОЛЕКУЛ НА ПАРАМЕТРЫ ПОТОКА ВОЗДУХА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА СВЕРХЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ**

Бугай В.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

6772800@gmail.com

Шостов А.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

catcher.boxer@gmail.com

Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

fedkv_89@mail.ru

При сверхзвуковых скоростях полета в воздушном потоке проявляются особенности, связанные с ростом температуры. Нагрев происходит вследствие торможения потока, при котором кинетическая энергия частиц переходит во внутреннюю энергию газа.

С повышением температуры заметную роль начинает играть возбуждение колебательных уровней внутренней энергии молекул кислорода и азота, содержащихся в воздухе. При температуре приблизительно 3000 К и давлении 1 атм колебательные степени свободы молекул кислорода оказываются полностью возбужденными, и дальнейшее повышение температуры приводит к диссоциации.

С понижением давления интенсивность диссоциации увеличивается, соответственно при полете в верхних слоях атмосферы, где давление существенно ниже, она начинается значительно раньше.

Определение полных параметров проводилось из условия равновесия воздуха при минимуме энергии Гиббса. Написана программа, определяющая температуру и давление торможения по введенным пользователем статическим температуре и давлению, а также числу Маха полёта. Расчет проводился при помощи библиотеки Cantera на языке программирования Python.

Определены границы применимости расчета полных параметров заторможенного потока воздуха без учета диссоциации молекул. Получены усредненные значения показателя адиабаты воздуха для расчета полных температуры и давления набегающего потока воздуха через газодинамические функции. Это позволяет получать результаты при помощи простой математической модели, приближенные к реальным. Рассмотрено влияние диссоциации на параметры потока за отошедшей ударной волной на высотах от 10 до 45 км и числах Маха полета от 2 до 12. Полученные результаты могут быть полезны для студентов при решении практических задач и при проведении НИРС.

Список литературы

1. Голубев А.Г. Аэродинамика: учебник / под ред. В. Т. Калугина. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 607 с.
2. Строгалев В.П., Толкачева И.О., Быков Н.В. Основы прикладной газовой динамики: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 172 с.
3. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика: учеб. руководство. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. 600 с.

СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

УДК 537.9

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ

Ден Цзинци

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

1158448659@qq.com

Научные руководители: Ивлиев П.А., Пиневиц Е.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Углерод – это неметаллический твёрдый элемент, который присутствует во всей органической жизни и является основой органической химии. Известно, что углерод в природе существует в двух основных формах: графит и алмаз. Другие три формы углерода вызвали интерес исследователей к углеродным наноматериалам - графен, фуллерен и углеродные нанотрубки (сокращённое название УНТ).

УНТ представляют собой круглые трубки, изготовленные из атомов углерода, расположенных в шестигранном порядке. УНТ обладают особой спиральной структурой и хиральностью, что приводит к особым электромагнитным эффектам. Уникальные механические, электрические и магнитные свойства УНТ предсказывают широкий спектр применения для получения стелс-материалов [1].

В механике УНТ связаны двойными углерод-углеродными связями, которые являются одной из сильнейших химических связей в природе, поэтому УНТ обладают большой прочностью. В электричестве УНТ могут хорошо распространять электроны и не нагреваются. В химии УНТ обладают высокой химической активностью, так как порты УНТ легко химически модифицируются [2].

Теория функционала плотности (DFT) – это метод расчёта электронной структуры систем многих частиц. Используя эту теорию, свойства многоэлектронной системы можно определить с помощью функционалов, то есть функций от другой функции. В случае DFT это функционалы от пространственно-зависимой электронной плотности.

Когда электромагнитные волны и колебания решётки имеют одинаковую частоту и волновой вектор, их непосредственное взаимодействие приводит к резонансно подобранному поглощению электромагнитных волн, в результате чего получается инфракрасный спектр поглощения колебаний решётки.

В работе было создано несколько моделей углеродных нанотрубок, рассчитана плотность заряда вокруг них и получена диэлектрическую проницаемость определенной частоты электромагнитных волн, взаимодействующих с одностенными углеродными нанотрубками путем имитационных расчетов.

В результате наших исследований получена математическая модель взаимодействия электромагнитных волн с одностенными углеродными нанотрубками и проведено моделирование этого процесса.

Эти результаты могут быть использованы для подготовки материалов, поглощающих электромагнитные волны, а также для различного оружия и военных объектов, таких как самолеты, ракеты, танки, корабли, склады и т. д. Для поглощения разведывательных волн и ослабления отраженных сигналов, тем самым прорываясь через зоны радиолокационной защиты противника. Кроме того, из-за применения мощных радаров, оборудования связи, микроволнового обогрева и другого оборудования предотвращение электромагнитного излучения или утечки и защита здоровья операторов

является новой и сложной темой. Эту проблема также решается с использованием этих материалов.

Список литературы

1. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук. 1997. Т.167. № 9. С. 945-972.
2. Харламова М.В. Электронные свойства одностенных углеродных нанотрубок и их производных // Успехи физических наук. 2013. Т.183. № 11. С.1145-1174.

УДК 691.77

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА С УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ В СОЧЕТАНИИ С МОДАЛЬНЫМ ТЕСТОМ

Хуан Яовэнь

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
2388271784@qq.com

Научные руководители: В.В. Татаринов, Э.В. Давыдова, Н.А. Ионова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

В соревнованиях по солнечным автомобилям для студентов все больше и больше участвующих автомобилей используют материалы из углеродного волокна и алюминиевого сплава. Потому что эти два материала не только высокопрочные, но и очень легкие. В конструкции кузова автомобиля обычно используются пластины из углеродного волокна для упрочнения сварных частей пластин из алюминиевого сплава. В этом случае длина и толщина углепластика будут влиять на параметры вибрации всей конструкции. Чтобы определить этот эффект, было проведено исследование в сочетании с модальными тестами.

После склеивания плит из углеродного волокна и алюминиевого сплава различной длины и толщины были получены различные группы тестовых объектов. Сигнал вибрации вводился с использованием метода удара, а частоты вибрации каждой группы тестовых объектов были получены с помощью анализатора сигналов и компьютера [1]. Входная частота вибрации от земли или частота вибрации транспортного средства на холостом ходу обычно низкочастотная, поэтому при получении экспериментальных данных учитываются только частоты вибрации первого-четвертого порядков, а затем программное обеспечение Hypermesh используется для имитационного моделирования. После определения различных параметров углеродного волокна, алюминиевого сплава и клеящего слоя в результате моделирования была получена модель с высокой степенью соответствия реальным экспериментальным результатам [2][3]. Модальные данные других соединительных деталей из углеродного волокна и алюминиевого сплава можно предсказать, изменив параметры имитационной модели.

На основе анализа экспериментальных результатов и результатов моделирования сделаны следующие выводы: для склеивания панели из углеродного волокна и панели из алюминиевого сплава, когда длина панели из углеродного волокна постоянна, чем ближе толщина панели из углеродного волокна и панели из алюминиевого сплава, тем ниже собственная частота вибрации каждой моды склеиваемой детали. Когда их толщина одинакова, собственная частота вибрации каждой моды склеиваемой детали самая низкая. Когда толщина панели из углеродного волокна постоянна, чем длиннее панель из углеродного волокна, тем выше собственная частота вибрации каждой моды склеиваемой детали.

Список литературы

1. Avitabile P. Experimental modal analysis[J] // Sound and vibration. 2001. № 35(1). Pp. 20-31.

2. Klimenda F., Soukup J. Modal analysis of thin aluminium plate[J] // Procedia Engineering. 2017. Pp. 11-16.
3. Jinguang Z., Hairu Y., Guozhi C. et all. Structure and modal analysis of carbon fiber reinforced polymer raft frame[J] // Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control. 2018. 37(3). Pp. 577-589.

УДК 629.78

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДВИЖЕНИЯ НЕКООПЕРИРУЕМОГО МАНЕВРИРУЮЩЕГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА ПЕРЕМЕННОГО РАЗМЕРА

Чжу Лун

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
1911603508@qq.com

Научные руководители: Татаринов В.В., Давыдова Э. В., Ионова Н.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

За последние десятилетия количество спутников, находящихся на орбите Земли, резко возросло. Когда происходит относительное движение между спутниками, которые не принадлежат к одной системе, создаётся угроза безопасности для космических аппаратов. Поэтому необходимо оценить движение одного космического аппарата (КА) относительно другого. Обычно это выполняется с помощью стандартного фильтра Калмана и фильтра расширенного размера [1]. Стандартный фильтр Калмана может только точно оценивать относительное положение и скорость. Но он не работает, если другой КА производит большой маневр. Фильтр расширенного размера работает хорошо, несмотря на то что другой КА производит большой маневр. Но его точность меньше, чем у стандартного фильтра Калмана. Чтобы следить за другим КА как можно более непрерывно и точно, построен фильтр переменного размера.

Теоретические знания о фильтре переменного размера основаны на линейном уравнении относительной космической динамики без возмущений C-W и фильтрации Калмана [2].

Имитационный эксперимент построен в MATLAB.

Принцип работы фильтра переменного размера:

- если другой КА не производит большой маневр, используется стандартный фильтр Калмана;
- если другой КА производит большой маневр, переключаемся на фильтр расширенного размера.

Переключение зависит от двух пороговых значений, определяемых реальной ситуацией. После запуска программы результаты моделирования показывают, что в ходе всего процесса эксперимента фильтр переменного размера может непрерывно и точно оценивать относительные расстояния, относительные скорости, относительные ускорения и т.д.

Новизна этой работы заключается в сочетании характеристик двух фильтров. Этот фильтр может непрерывно следить за маневрами другого КА. Недостатком является то, что используются упрощенные модели динамики и наблюдений. В следующей работе можно рассмотреть более сложные динамические среды (например, давление солнечного света, гравитационное поле близлежащих небесных тел и т. д.), чтобы получить более высокую точность.

Список литературы

1. Xingzi B. et all. Non-cooperative maneuvering spacecraft tracking via a variable structure estimator // Aerospace science and technology. 2018. 79(Aug.). Pp. 352-363.

2. Kalman R.E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems // Journal of Basic Engineering. 1960. 82(1). Pp. 35-45.

УДК 551.501

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ТОПОГРАММЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЗ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Чжэн Сяююй

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
18801212018@163.com

Научные руководители: Гладышева Я.В., Пиневи́ч Е.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Современная оптическая промышленность быстро развивается. На сегодняшний день технологическое производство изготовления оптических поверхностей позволяет получить оптические изделия различной конфигурации с требуемыми характеристиками профиля изделия, которые необходимо контролировать в процессе производства. Производство оптических компонент развивается в разных направлениях: с одной стороны требуется оптика большего диаметра, с другой – повышаются требования к качеству изготовления оптических поверхностей и материала. Это приводит к тому, что нужны новые более точные средства и методы измерения параметров качества оптических поверхностей.

Процесс изготовления оптических поверхностей позволяет получать изделия различной конфигурации, обладающие необходимыми характеристиками. Разработка методов контроля параметров этих поверхностей имеет особое значение в производственных условиях [1].

Наиболее распространенными на сегодняшний день являются оптические интерферометрические измерения, вследствие того что являются наиболее прецизионными, бесконтактными, обладающими высокой чувствительностью, более того они позволяют проводить измерения деталей различного диаметра. Технология измерения заключается в том, что вначале регистрируется интерференционная картина, а затем проводится обработка интерференционной картины. Данная работа посвящена второму этапу измерения, обработке интерференционных полос, то есть получению необходимой информации путем извлечения и вычисления фазовой информации, скрытой в интерференционных полосах [2].

Целью работы является вычисление топограммы оптической поверхности из интерференционной картины с высокой точностью для точной оценки формы поверхности оптической поверхности и контроля параметров качества в широком пространственно-частотном диапазоне неоднородностей, присутствующих на оптической поверхности.

Для решения поставленной цели в работе использовались методы сочетания теории и практики, использовались методы математической статистики, Фурье-анализ в применении к пространственным частотам, были проведены численные эксперименты. Кроме того, в работе предлагается математический метод расчёта топограммы оптической поверхности из ряда (серии) интерференционных картин [3].

В исследовании представлен имитационный анализ алгоритма преобразования Фурье по следующей процедуре. С помощью полиномов Zernike генерируется начальная фаза и вычисляется начальный волновой фронт, вычисляются начальные PV (максимальный размах между максимальной высотой и максимальной впадиной профиля поверхности) и RMS (среднеквадратическое отклонение высот профиля поверхности), которые используются для создания однокадровой интерференционной картины полос без

добавления шума. Моделируемая интерференционная картина преобразуется из временной области в частотную при помощи преобразования Фурье, в результате которого формируется её спектр, содержащий спектр нулевого порядка, а также спектр положительного и отрицательного порядка. Следующим этапом в работе выбирается подходящий фильтр для выделения спектра положительного порядка и перевода его в центр (на исходном нулевом уровне спектра), а затем при помощи обратного преобразования Фурье спектр возвращается из частотной области во временную область. Данный этап позволяет вычислить фазовый угол для определения фазы интерференционной картины. Полученная фаза обрабатывается при помощи алгоритма «распаковки» для получения непрерывной фазы. Для определения этой фазы используется разложение по полиномам Цернике, при этом вычисляются значения PV и RMS подгоняемого волнового фронта.

В результате проведенных исследований показано, что разработанный метод расчета топограммы оптической поверхности из серии интерференционных картин является работоспособным и обладает высокой точностью.

Результаты работы будут использоваться для разработки интерферометрического оборудования для контроля крупногабаритных асферических поверхностей телескопа.

Список литературы

1. Денисов Д. Г. Измерение параметров шероховатостей шлифованных и полированных оптических поверхностей с помощью высокоточных методов лазерной интерферометрии // Успехи прикладной физики. 2017. Т. 5. №. 4. С. 393
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. 713 с.
3. 陈瑜 . 基于窗口傅里叶变换的相位提取技术研究 // <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202101&filename=1020090262.nh&v=Ijk%25mmd2B48kkouU40IRcY5JPN%25mmd2F7hCZ3IQjLKsfyunn72cHVo%25mmd2BKrh7ZUv0PXU17ImpIZ> (дата обращения 05.05.2021).