6. Нуралиева А.Б. О динамике троса космического лифта // Дис. канд. физ-мат. наук, ИПМ, Москва, 2012.
7. Хлопков Ю.И., Чернышев С.Л., Зея Мьо Мьинт, Хлопков А.Ю. Введение в специальность II. Высокоскоростные летательные аппараты.– М.: МФТИ, 2013. – 192 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Хлопков А.Ю.

Московский физико-технический институт, Долгопрудный, e-mail: zayyarmyomyint@gmail.com

Концепция пилотируемого воздушно-космического аппарата (ВКА) среднего класса выдвигает ряд требований к его аэродинамическим характеристикам, в частности, к аэродинамическому качеству [1]. Такие системы должны обладать аэродинамической компоновкой, тепловой защитой и двигательной системой, которые позволили бы им совершать управляемый полет в атмосфере вплоть до самостоятельной посадки в заданной точке, и, кроме этого, совершать маневры в околоземном сильноразреженном пространстве. Разработка гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) осложняется тем, что существует целый ряд трудностей воспроизведения натурных условий полета в аэродинамических трубах [2-5]. Одновременное решение этих проблем в рамках одной экспериментальной установки представляется невозможным. Поэтому для исследования высокоскоростных течений применяются аэродинамические трубы различной конструкции и с различными принципами действия.

Перечисленные факторы обуславливают необходимость привлечения расчетной информации на этапе проектирования высокоскоростных ЛА. Детальные параметрические исследования на этапе проектирования возможно проводить при помощи комплексов численного моделирования.

Целью настоящей работы является определение основных аэродинамических характеристик ВКА в разреженной атмосфере с помощью метода Монте-Карло. Расчет проводился в диапазоне углов атаки a от –90° до 90° с шагом 5°. Угол атаки изменялся путем вращения тела около центра масс вокруг оси z. Параметры задачи следующие: скоростное отношение $s = V_{¥} / \sqrt{2RT_{¥}} = 15$, показатель адиабаты g = 5/3, значения температурного фактора $t_w = T_w/T_0$ составляли 0.0004, 0.04. При этом полагалось, что отражение частиц от поверхности является диффузным. Расчет проводился с использованием 10^6 частиц. Расчеты проводились как с учетом многократных отражений частиц, так и без учета этого фактора. В результате расчетов были получены значения коэффициентов аэродинамических сил и моментов как функции угла атаки при различных значениях температурного фактора. Наибольший интерес представляют значения коэффициентов силы сопротивления C_x, подъемной силы C_y, и момента тангажа m_z.

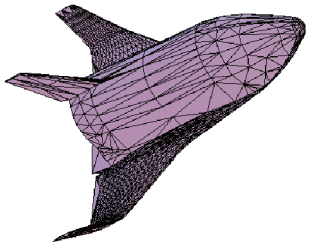

Рис. 1. Геометрическое представление варианта компоновки ВКА «Клипер»

На рис. 2 представлены зависимости коэффициента силы и подъемной силы сопротивления C_x и C_y от угла атаки a при различных значениях температурного фактора t_w. Из графиков ясно, что с увеличением температурного фактора растет сопротивление тела, что объясняется ростом вклада импульса отраженных частиц.

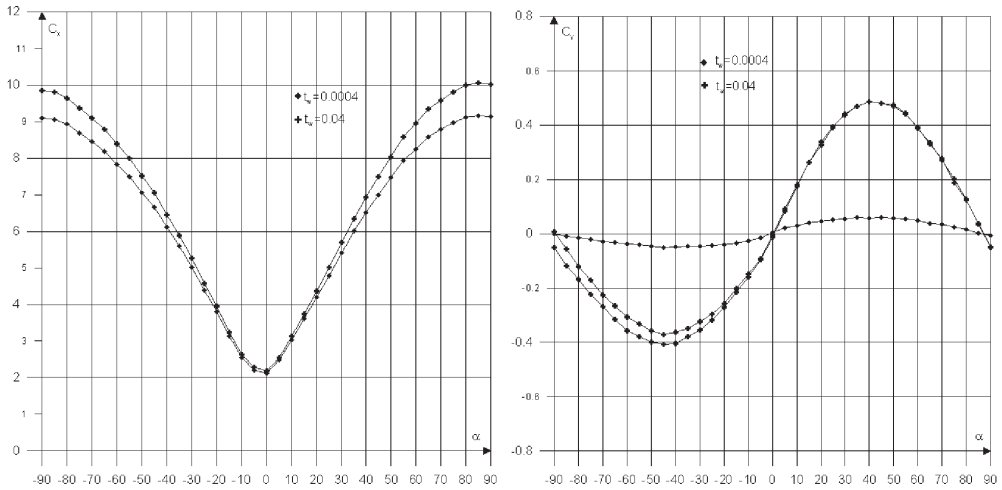

Рис. 2. Зависимость $C_x(a)$ и $C_y(a)$ для ВКА «Клипер» при t_w = 0.0004, 0.04

На рис. 3 представлены зависимости коэффициента момента тангажа m_z от угла атаки а при различных значениях температурного фактора t_w. Ясно, что коэффициент момента тангажа m_z менее чувствителен к значению температурного фактора, его величина говорит о том, что этот фактор необходимо учитывать при анализе изменения ориентации тела под действием потока сильноразреженного газа.

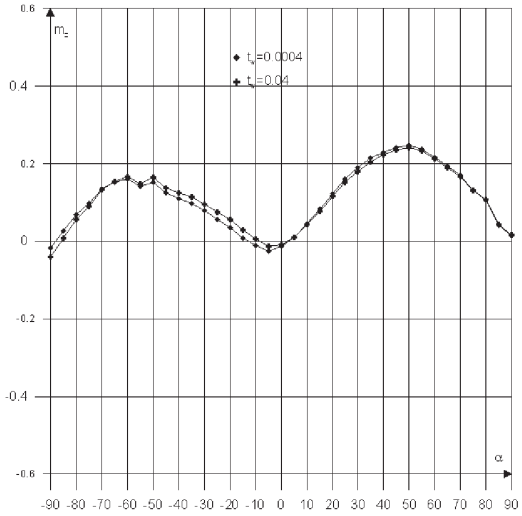

Рис. 3. Зависимость $m_z(a)$ для ВКА «Клипер» при t_w = 0.0004, 0.04

Проведен анализ методов к расчету аэродинамических характеристик перспективного воздушно-космического аппарата в высокоскоростном потоке разреженного газа. Представлены результаты расчета методом Монте-Карло аэродинамических характеристик варианта компоновки ВКА «Клипер» на режиме свободномолекулярного обтекания при различных значениях температурного фактора. Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-07-00564-а).

Список литературы

1. Хлопков Ю.И., Чернышев С.Л., Зея Мьо Мьинт, Хлопков А.Ю. Введение в специальность II. Высокоскоростные летательные аппараты.– М.: МФТИ, 2013.
2. Зея Мьо Мьинт, Хлопков А.Ю., Чжо Зин Основные подходы к построению методов Монте-Карло в вычислительной аэродинамике // Труды МАИ. 2011, № 42, 17 с.
3. Хлопков Ю.И., Зея Мьо Мьинт, Хлопков А.Ю., Чжо Зин Методы Монте-Карло для определения аэротермодинамических характеристик гиперзвуковых воздушно космических систем // Materials digest of LI International Research and Practice Conference. – London: IASHE, 2013, pp. 41-44.
4. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. – М.: Наука, 1967.
5. Белоцерковский О.М., Хлопков Ю.И. Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа. – М.: Азбука, 2008.

ФРАГМЕНТАЦИЯ ПЛЕНОК ФТАЛОЦИАНИНА МАРГАНЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

[1]Хубаев А.К., [1]Пашков А.Д., [1,2]Туриев А.М., [1]Бутхузи Т.Г., [1]Рамонова А.Г, [1]Хайманов С.А., [1]Абаева В.В., [1]Еналдиева Е.В., [1]Цидаева Н.И.

[1]СОГУ им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: azamathubaev@mail.ru; [2]СПбГУ, Санкт-Петербург

В работе описаны результаты исследования фрагментации пленок фталоцианина марганца, находящихся в конденсированном состоянии на поверхности твердого тела, при лазерном облучении (λ=532 нм), т.е. в спектральной области поглощения. Исследовались пленки (80 нм), вакуумно-осажденные на поверхность GaAs В качестве источника возбуждения использовалось вторая гармоника неодимового (Nd^{3+} YAG) лазера (λ = 532 нм) с длительностью импульса τ = 10 нс и энергия в импульсе 80 мДж. Одним из результатов воздействия излучения на материал тонкой пленки может быть реакция распада фталоцианинового макроцикла Продукты распада содержатся в составе общего десорбционного потока, вызванного действием лазерного импульса. Исследование лазерно-стимулированной десорбции с поверхности облученных пленок MPc's проводилось в условиях вакуума (10^{-7} Па) на установке [1].

Исследована фрагментации пленок фталоцианина марганца, находящихся в конденсированном состоянии на поверхности твердого тела, при лазерном облучении (λ=532 нм), т.е. в спектральной области поглощения. Основные фрагменты идентифицированы как C_8H_4 (*m/z* = 100), $C_8H_4N_2$ и $C_8H_4N_2Mn$. Наблюдается отличие в путях деградации MPc's под действием лазера в отличие от пиролиза либо воздействия электронного пучка. В частности в случае MnPc они проявляются в десорбции кроме изоиндольных фрагментов (*m/z*=183, *m/z*=128), бензольных фрагментов (*m/z*=100) и сохранением недекструктированных фталоцианиновых комплексов (*m/z*=567). Особое внимание в работе уделено исследованию формы молекулярного пика в масс-спектрах, сложная форма которого не укладывается в модельные представления с учетом только изотопного состава атомов в молекуле MnPc. При анализе масс-спектров, обнаружена корреляция формы пиков наблюдаемой в масс-спектрах массы *m/z*=283 с молекулярным пиком *m/z*=567 (рис. 2). Следует также заметить, что масса *m/z*=283 появляется только как сопутствующая молекулярному пику (рис. 2, кривая 2). Учитывая эти положения, масса m/z=283 была идентифицирована как двукратно ионизованную молекулу фталоцианина марганца.

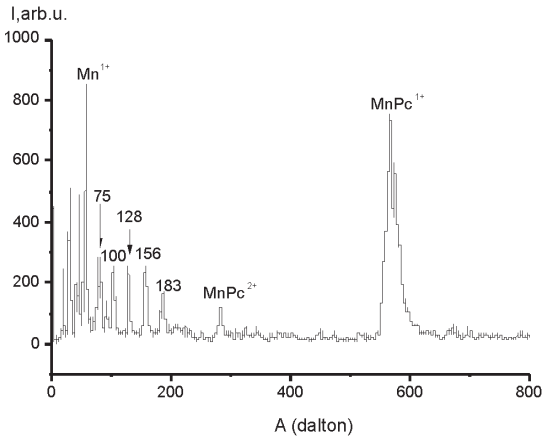

Рис. 1. Масс-спектр частиц, десорбированныхс поверхности пленки MnPc лазерным импульсом длительностью τ =10 ns

Из осколков, приведенных в работе [2], в наших экспериментах наибольшую интенсивность имеет фрагмент с массой *m/z*=128. Остальные представлены в виде небольших пиков, причем появляются эпизодически. Фрагменту *m/z*=301 в случае MnPc соответствовал бы осколок с массой *m/z*=297, но он не обнаружен в спектрах.