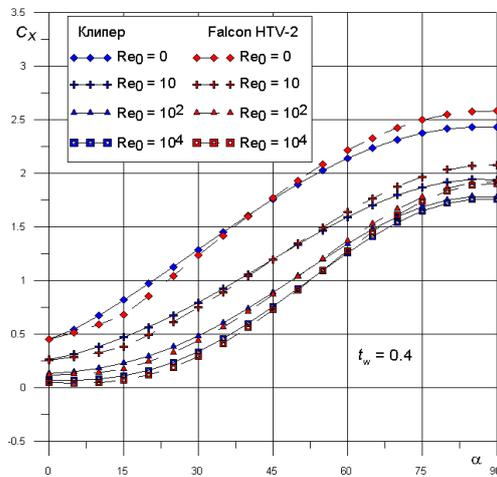


МЕТОДЫ РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Хлопков Ю.И., Чернышев С.Л., Жаров В.А.,
Зея Мью Мьинт, Хлопков А.Ю.

ФГОУ ВПО «Московский физико-технический
институт (государственный университет)»,
г. Долгопрудный, Россия

В процессе исследования тепловых нагрузок, действующих на поверхность гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА), важным этапом является решение задачи создания их тепловой защиты и определения температурных режимов конструкции. В настоящее время существуют два подхода вычисления АДХ ГЛА.



Первый из них основан на решении интегро-дифференциального кинетического уравнения, обладающий достаточно хорошей точностью, но требующий большого машинного времени [1], а второй основанный на когнитивных технологиях не требует больших компьютерных мощностей, но хорошо себя зарекомендовал на стадии предварительного проектирования [2]. Целью настоящей работы является исследование АДХ ГЛА вдоль всей траектории. В данной работе используются методы определения АДХ ГЛА, которые написаны в книге [3].

Представлены результаты расчетов коэффициентов силы сопротивления $C_x(\alpha)$ и теплопередачи $C_h(\alpha)$ (рис. 1) от угла атаки ($\alpha = 0-90^\circ$) и различных числа Рейнольдса (Re) для реальных компоновок ВКА и ГЛА [3]. Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-07-00564-а).

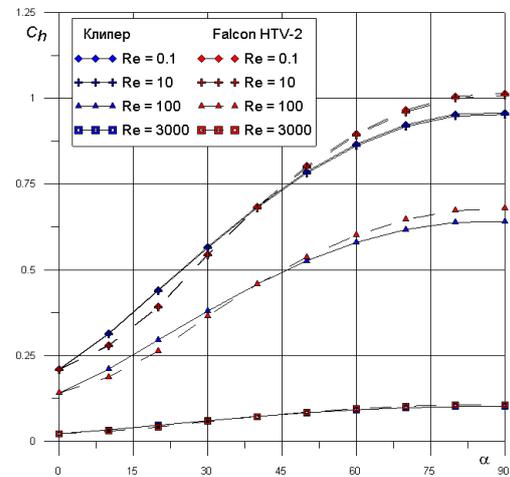


Рис. 1. Зависимости $C_x(\alpha)$ и $C_h(\alpha)$ для ВКА «Клипер» и ГЛА «Falcon HTV-2»

Список литературы

1. Белоцерковский О.М., Хлопков Ю.И. Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа. М.: Азбука, 2008.
2. Зея Мью Мьинт, Хлопков А.Ю. Исследование аэродинамики перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов // Труды МАИ. 2013. № 66, 19 с.
3. Хлопков Ю.И., Чернышев С.Л., Зея Мью Мьинт, Хлопков А.Ю. Введение в специальность П. Высокоскоростные летательные аппараты. М.: МФТИ, 2013.

МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ИХ ВЕБЕР-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Шайхутдинов Д.В., Январев С.Г.,
Широков К.М., Ахмедов Ш.В.

ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

Перспективным подходом к диагностике электромагнитных устройств является анализ их вебер-амперных характеристик [1]. Контроль

магнитных свойств изделий позволяет идентифицировать дефекты без необходимости проведения долговременных операций разборки/сборки механизмов. Однако, наиболее информативные характеристики электромагнитов, к которым относятся вебер-амперные характеристики практически невозможно получить с помощью известных сенсоров магнитных величин [2, 3], так как их «внедрение» в готовое устройство без нарушения его целостности в большинстве случаев невозможно. Таким образом, актуальной задачей является разработка методов технической диагностики наиболее распространенных неисправностей электромагнитных устройств. К таким неисправностям относится изменение геометрических параметров ферромагнитных элементов устройства в течении его жизненного цикла: окисление поверхностей, появление сора внутри системы и т.д.

Для диагностирования данного дефекта предлагается использовать метод, основанный на анализе вебер-амперной характеристики устройства. Рассмотрим электромагнитную си-

стему, включающую: источник тока, намагничивающую обмотку электромагнитного устройства с числом витков w , два ферромагнитных элемента (например, сердечник и якорь электромагнита) и воздушный зазор между этими элементами. Для анализа применим подход на базе эквивалентных электрических схем [4]. Магнитную систему для каждого момента времени t можно описать выражением:

$$\Phi(i) = \frac{iw}{R_{\phi 1} + R_b(l_b) + R_{\phi 2}}, \quad (1)$$

где $\Phi(i)$ – мгновенное значение магнитного потока в последовательной магнитной цепи при некотором мгновенном значении тока в намагничивающей обмотке устройства i ; $R_{\phi 1}$, $R_{\phi 2}$ – магнитные сопротивления ферромагнитных элементов магнитной системы; $R_b(l_b)$ – магнитное сопротивление воздушного зазора длиной $l_b = [l_{b \max}; l_{b \min}]$.

В общем случае, магнитное сопротивление любого участка магнитной цепи $R_{yч}$ определяется выражением [4]:

$$R_{yч} = \frac{l_{yч}}{\mu_{yч} \cdot \mu_0 \cdot S_{yч}}, \quad (2)$$

где $l_{yч}$ – длина средней линии участка, м; $\mu_{yч}$ – относительная магнитная проницаемость участка; μ_0 – магнитная постоянная; $S_{yч}$ – площадь поперечного сечения участка, м².

Для воздушного зазора ($\mu_{yч}=1$) выражение (2) примет вид:

$$R_b(l_b) = \frac{l_b}{\mu_0 \cdot S_{yч}}. \quad (3)$$

Заменим в выражении (1) магнитный поток Φ выражением [2]:

$$\Phi(i) = \frac{\psi(i)}{w},$$

где $\psi(i)$ – мгновенное значение потокосцепления с намагничивающей обмоткой w .

Получим:

$$\psi(i) = \frac{iw^2}{R_{\phi 1} + R_b(l_b) + R_{\phi 2}}. \quad (4)$$

Конечной точкой движения якоря электромагнита является некоторое состояние, при котором $R_b(l_b) = R_{вуст}(l_{в \min})$. Рассмотрим случай, при котором, вследствие влияния внешних факторов, немагнитный, воздушный зазор увеличился. Данный случай возможен, например, при попадании немагнитного мусора, препятствующего нормальному для данного устройства замыканию магнитной системы, в воздушный зазор. В этом случае длина $l_{в \min}$ увеличится: $l_{в \min}^I > l_{в \min}$. Исходя из (3), получим:

$$R_{вуст}^I(l_{в \min}^I) < R_{вуст}(l_{в \min}).$$

Следовательно, учитывая (4):

$$\psi_{уст}^I < \psi_{уст}.$$

На базе данного вывода, предложен метод технической диагностики нарушения геометрии магнитной системы в электромагнитных устройствах на базе их вебер-амперных характеристик, заключающийся в следующем:

Производится измерение вебер-амперной характеристики $\psi_{yч}(i_j)$ годного электромагнитного устройства и сохраняется в памяти для последующего сравнения ($j=1, 2, \dots, m$, где m – число точек на вебер-амперной характеристике).

Производится измерение вебер-амперной характеристики $\psi_{дл}(i_j)$ диагностируемого электромагнитного устройства.

В случае, если значение $\psi_{г}(i_{\max}) > \psi_{д}(i_{\max})$, делается вывод о нарушении геометрии магнитной системы в устройстве в виде увеличения немагнитного зазора, выдается рекомендация о разборке устройства с целью дополнительного осмотра и ремонта.

Данный метод опробован на результатах измерений прибора [5]. Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность теоретических выводов.

Статья подготовлена по результатам работ, полученным в ходе выполнения гранта № СП-748.2012.1. Статья подготовлена по результатам работ, полученным в СНИЛ “ИИС” ЮРГПУ(НПИ). Статья подготовлена с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).

Список литературы

- Сахавова, А.А. Применение метода косвенного определения вебер-амперных характеристик в автоматизированной системе бессенсорной диагностики электромагнитных механизмов / А.А. Сахавова, К.М. Широков, С.Г. Январев // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: www.science-education.ru/111-10234 (дата обращения: 04.10.2013).
- Антонов, В.Г. Средства измерений магнитных параметров / В.Г. Антонов, Л.М. Петров, А.П. Щелкин. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.
- Шайхутдинов, Д.В. Измерение магнитных характеристик элементов мехатронных систем в режиме последовательного резонанса / Д.В. Шайхутдинов, М.В. Ланкин, В.В. Боровой // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2009. – Спец. выпуск: Мехатроника. Современное состояние и тенденции развития. – С.177-179.
- Коген-Далин, В.В. Расчет и испытание систем с постоянными магнитами / В.В. Коген-Дален, Е.В. Комаров. – М.: Энергия, 1977. – 248 с.
- Широков К.М. Устройство магнитного контроля для подсистемы управления производством электротехнических изделий / Широков К.М., Шайхутдинов Д.В., Дубров В.И., Январев С.Г., Ахмедов Ш.В., Шайхутдинова М.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11665 (дата обращения: 16.05.2014).