

Н.П.Семена, Д.В.Сербинов

Математическая интерпретация теплового эксперимента, имитирующего условия космического пространства

Аннотация.

1. Н.П.Семена, Д.В.Сербинов
2. Математическая интерпретация теплового эксперимента, имитирующего условия космического пространства
3. Н.П.Семена, Д.В.Сербинов Математическая интерпретация теплового эксперимента, имитирующего условия космического пространства, Тепловые процессы в технике т.8 № 9 с.423-431
4. (Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность) Для математического моделирования тепловых режимов научной аппаратуры в отечественной практике, как правило, используются конечно-элементные методы. Данные методы имеют ряд принципиальных недостатков, причиной которых является отсутствие доступа к исходным математическим уравнениям, обусловленное большим количеством конечных элементов, описываемых уравнениями, формируемыми компьютером в автоматическом режиме. К данным недостаткам относится невозможность промежуточного контроля достоверности моделирования, невозможность объединения нескольких конечно-элементных моделей в единую модель и отсутствие формализованных алгоритмов корректировки модели по результатам эксперимента. Этим недостаткам лишен узловой метод моделирования, основанный на методе графов. Однако данный метод использовался весьма ограничено из-за заведомой ошибки моделирования, возникающей в результате допущения изотермичности значительных фрагментов структуры объекта. В представленной работе предлагается повысить достоверность тепловой узловой модели объекта путем формирования ее параметров из результатов теплового эксперимента.
5. (Конкретная решаемая в работе задача и ее значение) Предложен экспериментально-аналитический метод, дающий возможность сформировать на базе результатов тепловакуумных испытаний космического устройства его математическую тепловую узловую модель, достоверность которой позволяет использовать ее как полноценную расчетную модель, а не только как оценочную.
6. (Используемый подход, его новизна и оригинальность). Тепловые параметры тепловой узловой модели определяются экспериментально-аналитическим методом путем решения обратной задачи, в которой неизвестными являются эти параметры, а известными величинами - значения температур, измеренные при проведении эксперимента при различных наборах внешних тепловых потоков на объект и его внутренних тепловыделений. До настоящего времени тепловые параметры узловой модели формировались аналитическим методом из физических характеристик конструкции (веса, материалов, площадей, ...). Предложенный подход позволяет получить эффективные параметры модели на основании реакции объекта на внешние тепловые воздействия.
7. (Полученные результаты и их значимость)
В работе предложенный экспериментально-аналитический метод обоснован теоретически и проверен экспериментально путем проведения теплового эксперимента со специальным

тестовым тепловым макетом. Выполненные эксперименты продемонстрировали более высокую достоверность полученной с помощью предложенного метода математической модели по сравнению с моделью, сформированной с помощью традиционных методов. Предложенный метод существенно повышает информативную значимость тепловакуумных испытаний космического устройства, позволяя распространить их результаты на все возможные тепловые режимы устройства, в том числе не воспроизводимые при испытаниях. Метод был использован для корректировки тепловой модели прибора ACS проекта ExoMars.