

УДК 536.212.3

Разработка численной модели для прогнозирования эффективности плиточной теплозащиты в широком диапазоне температур и давлений

Немченко Алина Максимовна^(*)

krrrrnv@yandex.ru

Чибиcова Лилиана Вячеславовна

li.sova.2003@mail.ru

Пичужкин Павел Викторович

Ppb81@mail.ru

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность описания свойств теплопроводности материалов на основе плиточного покрытия орбитального корабля «Буран» через математическую модель в платформе для программирования MATLAB, представлена методика расчета и код программы. Сделаны выводы, что данную численную модель можно применять для расчета теплопроводности теплозащиты, а материал ТЗМК-10 имеет низкую эффективную теплопроводность в области температур 400–1200 °С и хорошие теплоизолирующие свойства.

Ключевые слова: теплопроводность, теплозащитное покрытие, плиточная теплозащита, орбитальный корабль, летательный аппарат

Введение. Обеспечение надежной защиты элементов конструкций летательных аппаратов (ЛА) от нагрева во время полета в атмосфере со скоростями, приводящими к значительному нагреву, была и остается одной из наиболее важных задач при проектировании изделий ракетно-космической техники. Одним из возможных путей решения общей задачи является исследование свойств теплопроводности для создания тепловой защиты с использованием инновационных материалов с высокими удельными массовыми, прочностными и теплозащитными характеристиками.

Методы и материалы. В исследовательской части была составлена программа расчета теплопроводности плиточной теплозащиты в зависимости от температуры и давления.

Результаты. Из расчетных данных были получены графики, на основе которых можно сделать вывод, что при росте атмосферного давления, свойства теплозащитного покрытия ухудшаются незначительно, т. к. увеличивается теплопроводность — это можно описать тем, что материал плиточного покрытия является пористым. А с повышением температуры идет резкий рост теплопроводности, что является основным отрицательным фактором.

Заключение. Подводя итоги, можно сделать вывод, что разработка численной модели для прогнозирования эффективности плиточной теплозащиты играет важную роль в конструировании ЛА и является ключевым фактором в обеспечении требований надежности всего проекта.

Список источников

- [1] Гофин М.Я. *Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов*. Москва, Изд-во МАИ, 2003, 508 с.
- [2] Гофин М.Я. *Теплозащитная конструкция многоразового орбитального корабля*. Москва, Изд-во МАИ, 1977, с. 136–144.
- [3] Литература «НПО Молния». URL: <https://npomolniya.ru/> (дата обращения 11.03.2025).
- [4] Грибков В.Н., Мизюрина Г.Т., Щетаков Б.В., Ляпин В.В. Возможности волокнистой тепловой защиты. *Человек – Земля – Космос. I Междунар. авиакосмическая конф.: сб. тр.* Москва, РИА, 1995, т. 5, с. 223–231.
- [5] Мордовин С.Г., Давыдов И.З., Куликов В.И., Гофин М.Я. Теплозащитная конструкция многоразового орбитального корабля. *Человек – Земля – Космос. I Междунар. авиакосмическая конф.: сб. тр.* Москва, РИА, 1995, т. 5, с. 315–326.
- [6] Берсенев А.Ю., Ряховская З.И., Семенова Е.В. Высокоэффективные эрозионностойкие покрытия для теплозащитных материалов авиационно-космической техники. *Человек – Земля – Космос. I Междунар. авиакосмическая конф.: сб. тр.* Москва, РИА, 1995, т. 5, с. 235–240.
- [7] Throkmorton D.A. Benchmark aeroheating data from the first flights of the Space Shuttle Orbiter. *AJAA Paper*, 1982, no. 82-0003.
- [8] Rakich J.V., Stewart D.A., Lanfranco M.J. Results of a flight experiment of a flight experiment of the catalytic efficiency of the Space Shuttle heat shield. *AJAA Paper*, 1982, no. 944.
- [9] Афанасьев В.А., Гофин М.Я., Репин В.С. *Комплексное экспериментальное исследование элементов конструкции ЛА*. Москва, МАИ, 1985, с. 13–15.
- [10] Афанасьев В.А., Гофин М.Я. *Тепломеханические испытания летательных аппаратов*. Москва, МАИ, 1985, 55 с.
- [11] *Безопасность производственных процессов. Справочник*. Москва, Машиностроение, 1985, 448 с.
- [12] *Правила технической эксплуатации электроустановок-потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок-потребителей*. Москва, Атомиздат, 1974, 352 с.
- [13] *Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарные правила и нормы 2.2.2/2.4.1340-03*. Москва, Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2003.