

**ХИМИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ
В ПОТОКЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ***С.Н. Медведев¹, С.М. Фролов²*¹ *Московский инженерно-физический институт, г. Москва*² *Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва
smfrol@chph.ras.ru*

Вопросы охлаждения поверхности весьма важны для силовых установок летательных аппаратов, работающих на сжигании топлива, и прежде всего таких узлов, как камера сгорания, лопатки турбины, сопло и др. Часто допустимый уровень рабочей температуры этих узлов определяет рабочий режим тепловой машины в целом. В настоящее время продолжаются интенсивные исследования новых методов охлаждения поверхностей, ведется поиск новых термостойких материалов и новых эффективных охлаждающих агентов.

В данной работе изучаются условия протекания и эффективность эндотермических химических реакций при охлаждении (так называемом "химическом охлаждении") поверхностей в высокотемпературном потоке продуктов сгорания углеводородного топлива. Задача – максимально использовать потенциал эндотермических химических реакций исходного топлива или его производных с продуктами горения. Ввиду того, что поставленная задача включает совокупность сложных взаимодействующих процессов, протекающих с конечной скоростью (газовая динамика, теплообмен, химическая кинетика и катализ), для ее решения применили макрокинетический метод. Такой метод подразумевает выделение именно тех процессов, которые по своим характерным временным, пространственным и другим масштабам вносят существенный вклад в динамику исследуемой системы. Для применения метода поставлены и решены вспомогательные задачи, которые позволили представить влияние сопутствующих физических и химических процессов на динамику системы в простой математической форме.

Предложена физико-математическая модель охлаждения плоской пластины, обтекаемой высокотемпературным потоком продуктов сгорания метано-воздушной смеси, с помощью плоской затопленной струи химически активного охлаждающего агента. Модель включает сокращенные кинетические механизмы гомогенных и гетерогенных реакций, протекающих на поверхности и в ее окрестности, и учитывает теплопередачу через пластину. Разработана и отлажена вычислительная программа. Проведены численные расчеты, моделирующие условия экспериментов [1] с неохлаждаемой пластиной и с пластиной, охлаждаемой затопленными струями азота и метана. Проведено сравнение результа-

тов расчетов с экспериментальными данными. Показано, что охлаждение пластины струей метана более эффективно и позволяет снизить температуру поверхности на 100–150 К по сравнению с охлаждением струей азота. Полученный эффект вызван эндотермическими реакциями на поверхности пластины. Обсуждаются способы повышения эффективности химического охлаждения поверхности.

Авторы признательны Ал.Ал. Берлину и А.С. Штейнбергу за постановку задачи и обсуждение результатов.

Литература

1. Stricker J., Goldman Y., Borodyanski G. Thermochemical Protection of High Temperature Materials // Enhanced Heat Transfer. 2001. V. 8. P. 231.