

ТЕПЛООБМЕН КАПЛИ ГОРЮЧЕГО С ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ С УЧЕТОМ ВНУТРЕННЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ЖИДКОСТИ

*В.А.Сметанюк, С.М.Фролов
(Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН)*

Классическая теория испарения и горения капли жидкого топлива в газовом потоке не учитывает внутреннюю циркуляцию жидкости, вызванную сдвиговыми напряжениями на поверхности раздела фаз. Возникающие конвективные течения в жидкости в виде тороидальных вихрей могут существенно изменить характер тепло- и массообмена капли с газовым потоком.

В работе проведены трехмерные нестационарные расчеты прогрева капель различных жидкостей, включая криогенные, с учетом внутренних ламинарных конвективных течений. На данном этапе расчетов аэродинамическую деформацию капли не учитывали. Показано, что в зависимости от числа Рейнольдса Re относительного движения капли и газового потока реализуются различные режимы прогрева капли: (1) кондуктивный, (2) конвективный и (3) промежуточный. Кондуктивный режим ($Re = O(1)$) соответствует классической теории прогрева капли за счет теплопроводности жидкости. В конвективном режиме ($Re = O(1000)$) капля прогревается практически равномерно по радиусу за счет интенсивного переноса тепла от нагретой поверхности к центру с помощью циркуляционных движений жидкости. В промежуточном режиме ($Re = O(10-100)$) реализуются немонотонные распределения температуры с локальным максимумом в центре капли и минимумом на оси тороидального вихря. Разность температуры жидкости в центре капли и на оси вихря может быть сопоставимой с разностью между температурой кипения и начальной температурой капли. Это означает, что в таком режиме прогрева в центральных областях капли может происходить парообразование и рост паровых пузырей. Указанное обстоятельство особенно важно для капель многокомпонентной жидкости, содержащей летучие и нелетучие компоненты, а также для капель водно-топливных и других эмульсий. Рост паровых пузырей внутри капли может приводить к ее «микровзрыву» и интенсификации смешения топлива с воздухом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 02-03-33168 и 02-03-04005) и ФЦП «Интеграция» (проект А0030).