

## ИСПАРЕНИЕ И ГОРЕНИЕ КАПЛИ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

*Басевич В.Я., Беллев А.А., Посвянский В.С., Фролов С.М.*

В подавляющем большинстве транспортных двигателей и энергетических установок преобразование энергии осуществляется за счет сжигания распыленного жидкого топлива. Для дальнейшего повышения мощностных и экологических характеристик энергопреобразующих устройств, а также перехода к использованию альтернативных топлив и топливных смесей необходимы детальные исследования испарения и горения капель тяжелых углеводородных топлив. Цель данной работы – математическое моделирование испарения, зажигания и горения капли однокомпонентного топлива.

Рассматривается сферически симметричная задача о нестационарном тепломассообмене между каплей горючего и воздухом. Постановка задачи включает уравнения теплопроводности в жидкости и газе с учетом переменных физических свойств, конвекции, излучения, фазовых переходов и химических превращений, а также уравнения диффузии для компонентов в газовой фазе и уравнение неразрывности. Для описания химического превращения используются детальные и глобальные кинетические механизмы окисления тяжелого углеводородного топлива (н-гептан, изо-октан, н-тетрадекан и др.), включающие образование термичекой, быстрой и топливной окиси азота, а также механизмы сажеобразования. Решение задачи ищется численно неявным методом на подвижной расчетной сетке. В указанной постановке задача решается впервые.

Задачу решали для условий, реализующихся в современных поршневых и газотурбинных двигателях (давление – до 50-100 атм, температура до 2500 К). Рассматривали различные способы зажигания капли горючего: введением активных центров, горячего очага и в результате самовоспламенения паров.

При исследовании особенностей прогрева и испарения капель тяжелых топлив показано, что тепловое расширение занимает до 40% времени жизни капли и закон квазистационарного испарения, часто используемый в литературе, непригоден. Скорость испарения капли уменьшается с ростом давления. Вблизи критической точки жидкости (для тяжелых углеводородов: 15-20 атм и 650-700 К) наблюдается ряд особенностей, связанных с поведением теплоемкости, теплоты парообразования и плотности.

После зажигания капли расстояние между фронтом пламени и поверхностью капли меняется во времени немонотонно: сначала возрастает (стадия «вытеснения»), а затем убывает (стадия «схлопывания»). Горение капли приводит к образованию слоя с высокой концентрацией сажи, расположенного в обогащенной горючим области между поверхностью капли и фронтом пламени. На стадии «схлопывания» пламя проходит через сажевый слой, вызывая выгорание сажи. При горении мелких капель (до 30 микрон) достигается нулевой выход сажи после полного сгорания капли, что согласуется с экспериментальными данными. С ростом размера капли склонность к сажеобразованию возрастает.

Работа выполнена в рамках проекта ИНТАС (INTAS-OPEN-97-2027) и проекта РФФИ (99-03-32261).