

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.6:501

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПЫЛИВАНИЯ И ИСПАРЕНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ*

Е.Н. ЛАДОША, Д.С. ЦЫМБАЛОВ, О.В. ЯЦЕНКО

(Донской государственный технический университет)

В целях выбора адекватного описания процессов впрыска, распыливания и испарения моторных топлив в дизелях предложена иерархия соответствующих моделей. Исследована область применения детальной модели, основанной на эволюционных уравнениях с частными производными, а также осредненных вариантов, выражаемых посредством двух и одного обыкновенных дифференциальных уравнений. Обосновано использование упрощенных моделей в компьютерной имитации рабочего процесса дизелей с разрешенным описанием образования токсичных газов и сажи.

Ключевые слова: *впрыск, распыливание, испарение, распределение по размерам.*

Введение. Вклад автотранспорта в загрязнение воздушной среды мегаполисов превышает 90 %. Кроме того, рост российского автопарка примерно на 60 % обусловлен его старением. Отсюда и потребность оценивать энергоэкологические характеристики двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в зависимости от технического состояния, в частности состояния топливной системы, а также состава моторного топлива [1 – 3]. Реалистичное компьютерное моделирование выступает действенным инструментом, позволяющим совершенствовать существующие и создаваемые транспортные ДВС.

Постановка задачи и описание моделей. Способы формирования заряда в ДВС в значительной степени определяются агрегатным состоянием и другими физико-химическими свойствами топлива. Если в качестве энергоносителя используется каменный уголь, требуется произвести предварительную специальную обработку и подготовить топливо к сжиганию: измельчить его до пылеобразного состояния и смешать с жидким горючим или транспортной средой (водой) в эмульсию (суспензию). Двухфазную систему – однородную взвесь призматических твердых частиц углерода в жидкости [4] – впрыскивают в камеру сгорания (КС) через форсунки. Таким образом, технология сжигания в ДВС твердых угольных топлив представляет собой модификацию рабочего процесса с внутренним смесеобразованием.

При внешнем смесеобразовании в КС попадает сравнительно однородная по химическому и фазовому составу топливно-воздушная смесь, что позволяет квалифицировать динамику такого процесса как вырожденный случай внутреннего смесеобразования – с бесконечно быстрыми фазовыми переходами и гомогенизацией в начале такта сжатия. Поэтому, выбрав в качестве базовой модель внутрикамерного смесеобразования с твердыми частицами в составе топлива, мы предусматриваем все практически реализуемые ситуации.

Подача топлива в цилиндр осуществляется из трубопровода высокого давления P_t , а ее динамика определяется изменением во времени проходного сечения ϑ . Последнее служит параметром управления процессами в ДВС с внутренним смесеобразованием. Массовая скорость впрыска составляет [5]:

$$F(t) = \vartheta(t) [2(P_t - P)/\rho]^{1/2} \approx (2P_t/\rho)^{1/2} \vartheta(t), \quad (1)$$

где P – давление рабочего тела в КС; ρ – плотность.

* Работа выполнена при финансовой поддержке фонда ALCOA.