

2. Kamphus, M.; Braun-Unkhoff, M.; Kohse-Hoeinghaus, K. // Formation of small PAHs in laminar premixed low-pressure propene and cyclopentene flames: Experiment and modeling / *Combust Flame* -2008, 152, 28–59.
3. Detilleux, V.; Vandooren, J. // Experimental and Kinetic Modeling Evidences of a C7H6 Pathway in a Rich Toluene Flame / *J. Phys. Chem.* -2009, 113, 10913–10922.
4. Slavinskaya, N. A.; Frank, P. // A modelling study of aromatic soot precursors formation in laminar methane and ethene flames / *Combust Flame* -2009, 156, 1705–1722.
5. Blanquart, G.; Pepiot-Desjardins, P.; Pitsch, H. // Chemical mechanism for high temperature combustion of engine relevant fuels with emphasis on soot precursors / *Combust Flame* -2009, 156, 588–607.
6. Zhang, L.; Cai, J.; Zhang, T.; Qi, F. // Kinetic modeling study of toluene pyrolysis at low pressure / *Combust Flame* -2010, 157, 1686–1697.
7. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. et al. Gaussian 09, revision B.01, Gaussian, Inc.: Wallingford. CT – 2010.

УДК 621.452

## **ПРИМЕНЕНИЕ СУРРОГАТОВ КЕРОСИНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ**

Зубрилин И.А., Матвеев С.С., Идрисов Д.В., Моралес М.Э., Матвеев С.Г.  
Самарский университет, г. Самара

Адекватность результатов моделирования процессов в камерах сгорания газотурбинных двигателей зависит от качества используемых исходных данных и граничных условий. Одним из определяющих параметров математической модели является модель топлива или, другими словами, суррогат топлива. Под суррогатом топлива понимается модельное топливо известного состава, отражающее все или некоторые характеристики реального топлива. Так, например, природный газ на 85-95% состоит из метана, поэтому при моделировании горения природного газа целесообразно использовать чистый метан в качестве суррогата. Авиационный керосин состоит из сотен различных компонентов, которые нельзя заменить одним без потери точности представления физико-химических свойств керосина при моделировании. Этот факт существенно осложняет процесс моделирования горения авиационного керосина, для которого необходимо знать точное процентное содержание каждого углеводорода в исходной смеси. К тому же большое количество исходных компонентов топлива приводит к увеличению трудоёмкости процесса

моделирования. В свою очередь, в подавляющем большинстве работ, посвященных моделированию процессов горения авиационного керосина, используется однокомпонентное топливо. Таким образом, для моделирования суррогат керосина актуальным является разработка его суррогата, количество компонентов в котором не превышает десятка.

При разработке суррогата керосина необходимо учесть основные процессы в камере сгорания: течение в топливных каналах и форсунке, образование и движение капель распыленного топлива, нагрев и испарение капель топлива, горение испаренного топлива. На первом этапе необходимо определить базовые физические свойства исходного топлива (такие как плотность, вязкость, молекулярный вес и др.), отдельных его компонентов и компонентов суррогатного топлива. Далее полученное суррогатное топливо необходимо проверить на соответствие характеристик распыла, испарения (время испарения капли, закон испарения различных компонентов) и горения (нормальная скорость распространения пламени, время задержки воспламенения, пиролиз компонентов и др.) с аналогичными характеристиками исходного топлива.

В работе приведены результаты обзора существующих суррогатов авиационного керосина, рассчитаны их базовые характеристики исходя из компонентного состава (молекулярный вес, плотность, Н/С и другие) и проведено сравнение с характеристиками исходного топлива. Получено, что существующие суррогаты не удовлетворяют требованию на соответствие всем базовым физическим характеристикам исходного топлива. Расхождение хотя бы по одной характеристике составляет более 5%. Поэтому в работе были предложены два суррогата состоящие из 4 и 6 компонентов. Предложенные суррогаты отличаются от авиационного керосина по физическим свойствам не более чем на 4%. Для созданных суррогатов, расчётно-экспериментальным методом были определены скорости распространения ламинарного пламени в диапазоне давлений и температур, соответствующих режимам работы газотурбинных двигателей. Для моделирования горения этих суррогатов был создан детальный кинетический механизм SECFDR 8.0, состоящий из 597 компонентов и 11897 реакций. Неизвестные скорости химических реакций определялись в результате квантово-механических расчётов столкновения молекул.

Сформированные в процессе исследования суррогаты, детальный кинетический механизм, а также зависимость нормальной скорости распространения пламени от давления и температуры использовались при моделировании процесса горения в камерах сгорания ГТД, работающих на жидком топливе.

В работе представлены суррогатные топлива, использующиеся при моделировании процессов горения авиационного керосина и позволяющие снизить время моделирования, а также повысить достоверность результатов моделирования экологических характеристик газотурбинных двигателей.