

Управление горением в потоке

С.М.Фролов, В.Я.Басевич, А.А.Беляев (ИХФ РАН)

Стабилизацию пламени в зонах рециркуляции применяют в ПВРД, ГТД и др. Для создания постоянно действующих источников зажигания, в камере сгорания размещают плохообтекаемые стабилизаторы. Продукты горения, непрерывно вовлекаемые в зону рециркуляции, служат источником зажигания для свежей смеси. Цель работы - изучение стабилизации пламени в предварительно перемешанных и не перемешанных топливно-воздушных смесях на базе фундаментальных уравнений химической гидродинамики с тем, чтобы сформулировать критерии устойчивости пламени и определить механизмы управления горением в потоке.

На основе детальных расчетов предложен механизм стабилизации пламени: в окрестности стабилизатора (в турбулентном слое смешения у внешней границы зоны рециркуляции) свежая смесь непрерывно поджигается поступлением в зону обратных токов части горячих продуктов сгорания. Горение стабилизируется при числе Михельсона $Mi = t_r / t_c \geq 1$, t_c - время, прошедшее после попадания частицы в слой смешения, t_r - время, за которое частица достигает точки поворота на разделяющей линии тока. При случайном опережении или запаздывании поджигания баланс оттока и притока продуктов в зону рециркуляции не нарушается при условии, что в нее поступают продукты полного сгорания.

Расчетные значения предельной скорости стабилизации пламени удовлетворительно согласуются с экспериментом. При изменении степени загромождения диапазон устойчивого горения меняется немонотонно: существует оптимальный размер стабилизатора, обеспечивающий наибольшую устойчивость пламени. Исследовалось влияние формы и взаимного расположения стабилизаторов в решетке на область устойчивого горения. На основе анализа профилей массовой скорости, интенсивности турбулентности и данных по устойчивости горения на разных стабилизаторах предложены пути управления горением. Показано, что для одиночных стабилизаторов и решеток устойчивость горения определяется местной скоростью течения на их срезе. Приведены примеры управления горением с помощью перераспределения скорости потока и отклонения вектора скорости на входе в камеру, а также поперечного вдува и отсоса.

Работа поддержана Федеральной целевой программой «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997–2000 годы», имеющей статус президентской программы (проект № К-0176), и РФФИ (99-03-32261а).

Структура течения с наклонной детонационной волной в неравновесной водородо-воздушной смеси

*А.Т.Берлянд, В.В.Власенко, С.В.Свищев (ЦАГИ),
В.Н.Макаров (НИИ механики МГУ)*

Детонация всегда рассматривалась, как один из возможных рабочих процессов в двигателях. Случилось так, что разработка их конструкции шла параллельно с исследованием структуры соответствующих течений. В 50-60-х годах была экспериментально обнаружена тонкая структура детонации с нестационарными поперечными волнами, что усложняло прямое использование детонационной волны в качестве «камеры сгорания». Работа продолжает серию публикаций тех же авторов, посвященных численному моделированию структуры течений с наклонными детонационными волнами. Ранее была исследована стационарная структура течения вблизи носика генератора детонации с «детонационной маховской конфигурацией». Повышение разрешающей способности расчетов позволило в некоторых режимах получить нестационарные структуры на ЭВМ класса Pentium-II/350/, однако для стабильного их разрешения необходимо использование «параллельных вычислений». Оказалось, что эти нестационарные структуры подобны с одной стороны стационарным структурам у кромки поверхности сжатия (с которыми они взаимодействуют без разрушения последних), а с другой - структуре «головы спина». Во всех наших расчетах ранее использовалась кинетическая схема Моретти, которая удовлетворительно описывает процессы в зоне активного горения и несколько хуже - в зоне индукции. Связано это с отсутствием в ней перекисных реакций, которые, имея незначительный суммарный выход собственных продуктов, определяют образование и расход активных, коротко живущих радикалов в цепном механизме окисления водорода. Проведены контрольные расчеты с использованием кинетической схемы, учитывающей перекисные реакции. Оказалось, что линейные размеры соответствующих структур изменяются примерно в двое. Меняется так же зависимость вида неавтомодельной структуры от угла генератора.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (00-01-32066).