

МОЩЬ СВЕРХЗВУКОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Оружие времен Второй мировой войны вдохновило инженеров на разработку экономичных авиадвигателей

С июня 1944 г. крылатые ракеты «Фау-1» (V-1), новое оружие нацистской Германии, наводили ужас на города и села Великобритании своим жутким жужжанием, беспорядочно сея смерть и разрушения. Сегодня инженеры усовершенствовали простой, но шумный и неэкономичный пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПуВРД), приводивший в движение эти ракеты. Применяв рабочий цикл на основе периодической ударной волны, они сделали его легким, мощным и экономичным. Может статься, что через десяток-другой лет двигатели на основе импульсной детонации появятся на многих самолетах.

Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель — один из самых простых, говорит Нарендра Джоши (Narendra Joshi), руководитель исследовательской группы компании *General Electric*. Во многих отношениях он подобен цилиндру обычного автомобильного двигателя внутреннего сгорания, только без поршня. Простой рецепт: возьми-

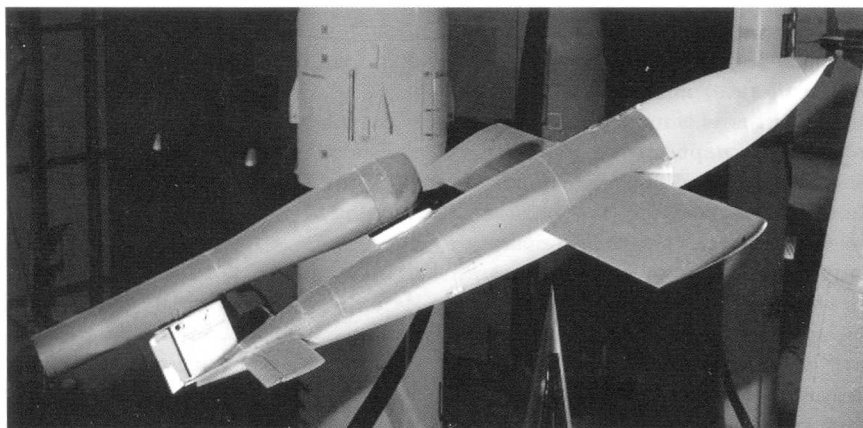
те короткую металлическую трубу и установите на одном ее конце клапаны, дозирующие впрыск топлива и воздуха по команде. Затем впрысните в трубу небольшие количества топлива и воздуха, чтобы создать рабочую смесь, и воспламените ее искрой от автомобильной запальной свечи. Горячие газы, образующиеся при горении смеси, вылетят из открытого противоположного конца трубы и этим создадут тягу. Теперь повторяйте этот цикл 50 раз в секунду (именно эта частота и была причиной устрашающего жужжания). Хотя такой двигатель представляет собой простое и надежное тяговое устройство, топливо в нем горит медленно и сгорает не полностью, что делает весь процесс неэффективным.

Если же впускать топливо и воздух и воспламенять их так, чтобы фронт пламени ускорялся к концу более длинной трубы, его скорость может достигнуть почти пятикратной скорости звука. Эта высокоэффективная сверхзвуковая реакция вызывает такое быстрое и полное

сгорание, что смесь практически детонирует, выделяя при сжигании того же количества топлива больше энергии. Период повторения взрывов в таком детонационном двигателе устанавливается равным нескольким десяткам миллисекунд, что почти вдвое превышает частоту взрывов в двигателе «Фау-1».

Моделируя сложный процесс горения с помощью компьютеров и сопоставляя полученные результаты с данными лабораторных испытаний, исследователи смогли лучше понять принципы импульсной детонации. На основе полученных данных инженеры смогли создать опытный образец сверхзвукового импульсного детонационного воздушно-реактивного двигателя, который можно использовать для крылатых ракет, в качестве вспомогательного при выводе объектов на орбиту и как дополнение к камерам дожигания в двигателях боевых самолетов. Но истинная золотая жила — гибридный турбино-импульсный двигатель, считает технический менеджер компании *Pratt & Whitney* Гэри Лидстон (Gary Lidstone). В таком двигателе импульсно-детонационные трубы заменят часть центрального компрессора и камер сгорания тазо-турбинного двигателя. Эта комбинация позволит существенно повысить топливную экономичность турбовентиляторных двигателей с большой степенью двухконтурности, одновременно смягчив пулеметный треск камер сгорания.

Инженеры компании *Pratt & Whitney* недавно завершили стендовые испытания импульсно-детонационной камеры сгорания, где топливо эффективно сжигалось в трубе диаметром 51 мм даже в условиях моделирования противодавления, которое создавалось бы расположенными за камерой сгорания рабочими колесами турбин. При поддержке NASA и ВВС США компания

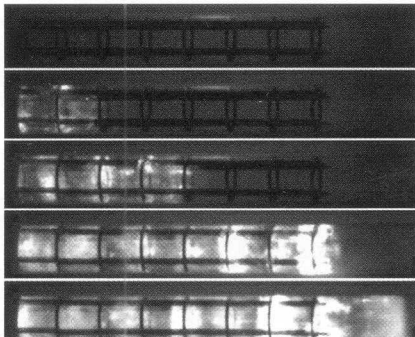


ЖУЖЖАЛКА. Германская крылатая ракета «Фау-1» имела пульсирующий воздушно-реактивный двигатель. Подобные двигатели с гораздо большей скоростью горения топлива имеют лучшие характеристики и более экономичны

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

готовится оценить возможности использования этой технологии в гибридном двигателе, который может быть продемонстрирован в полете в следующем году. Тем временем группа Джоши пытается соединить импульсно-детонационную камеру сгорания с тремя 51-миллиметровыми трубами и турбиной диаметром 152 мм и мощностью 100 л.с. (73,6 кВт) — стартером штурмовика *Fairchild A-10 Warthog*.

Джоши предупреждает, что предстоит решить еще много сложных задач, включая разработку



ГОРЕНИЕ УСКОРЯЕТСЯ вдоль трубы, достигая сверхзвуковых скоростей, что позволяет получить больше работы от сжигания того же количества топлива

сверхнадежных быстродействующих клапанов и систем управления, способных выдерживать большую механическую усталость, вызываемую импульсным сжиганием, а также камер сгорания, которые можно было бы встроить в газовую турбину. Но если инженеры сумеют преодолеть все трудности, гибридные двигатели позволят сократить расход топлива более чем на 5%, сэкономив авиакомпаниям миллионы долларов в год и уменьшив выброс углекислого газа в атмосферу.

Стивен Эшли