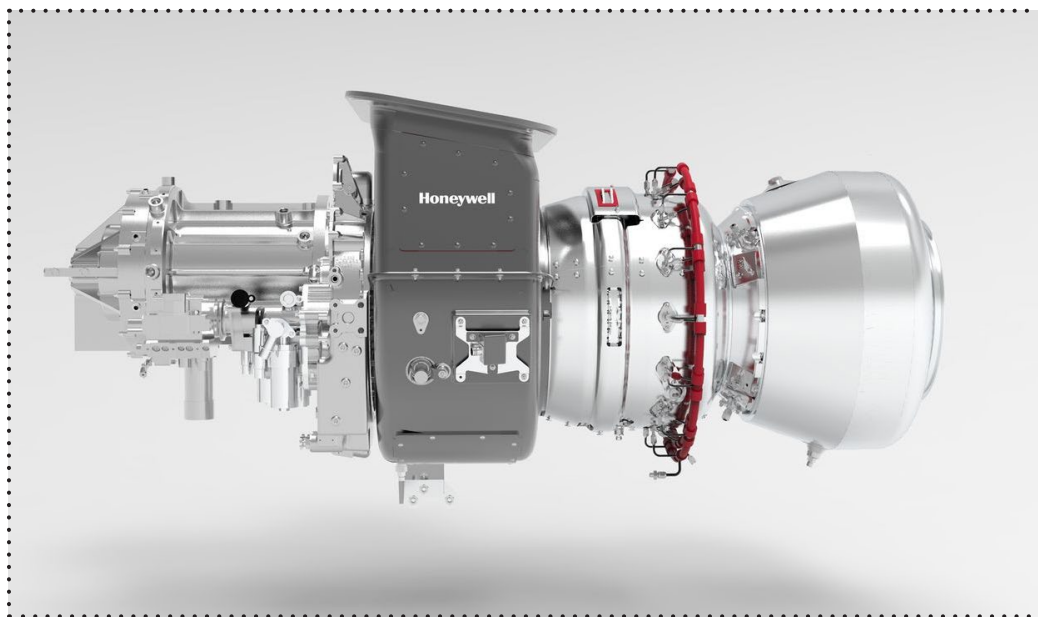


Программы создания и развития перспективных двигателей

Силовые установки ЛА

Авиадвигателестроительные фирмы

Разное



Турбогенератор мощностью 1 МВт, разрабатываемый компанией Honeywell

ПРОГРАММЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В мире

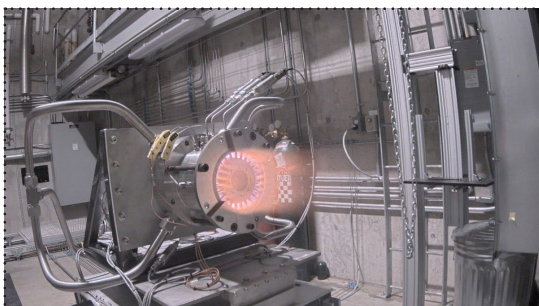
Исследования технологий горения с повышением давления в 2020 году

Технический совет по горению с повышением давления (The Pressure Gain Combustion Technical Committee) США продвигает исследования, разработку и применение технологий горения с повышением давления (pressure-gain combustion, PGC) для создания более эффективных силовых установок, энергосистем и достижения новых эксплуатационных возможностей, в том числе в ракетном и воздушно-реактивном двигателестроении.

В 2020 году NASA заключило три контракта на исследования ракетных двигателей с горением во вращающейся детонационной волне (rotating detonation rocket engine, RDRE). В рамках программы поддержки инновационной деятельности малых предприятий STTR (Small Business Technology Transfer — «Передача технологий малого бизнеса») агентство выделило средства на реализацию первого этапа по проекту диагностики RDRE и учредило три стипендии для поддержки работ по исследованию технологий космического назначения.

Компания INSpace и Университет Пердью (шт. Индиана, США) при финансировании НИЛ ВВС США разработали и испытали камеру сгорания высокого давления для RDRE класса тяги 22 кН с прямым впрыском жидкого кислорода.

Рис. 1. Испытания работающего на водороде RDE в Университете Пердью



Компания Aerojet Rocketdyne при поддержке в том числе государства разработала аналитический инструментарий и компоненты для огневых испытаний воздушно-реактивного двигателя с горением во вращающейся детонационной волне (rotating detonation engine, RDE) с целью продемонстрировать его работоспособность в широком диапазоне полётных режимов с использованием перспективных топлив.

В июле 2020 года Университет Алабамы отработал метод цифровой трассерной визуализации потоков PIV (particle image velocimetry, определение скорости частиц по изображениям) при частоте 100 кГц для анализа высокочастотных дозвуковых и сверхзвуковых течений на выходе из RDE, чтобы выявить участки потока, снижающие тягу. Параллельно исследователи Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA) представили высокоскоростной оптический метод измерений в мегагерцовом диапазоне частот для измерения давления и температуры в кольцевом потоке RDRE и определения состава продуктов сгорания с использованием перестраиваемых лазеров инфракрасного диапазона.

Исследователи Адьюнктуры ВМС США (Монтерей, шт. Калифорния) проанализировали влияние относительного расширения диффузора перед камерой сгорания и толщины кольцевого канала на повышение давления.

В начале 2020 года Калифорнийский государственный политехнический университет в Помоне совместно с Технологическим институтом ВВС США разработал и испытал две системы горения с повышением давления.

С февраля 2020 года две группы студентов Университета Пердью сотрудничают с Министерством энергетики США, работая над интеграцией осевой турбины с RDE и оптимизированными диффузорами.

В течение 2020 года специалисты НИЦ им. Гленна (NASA) выполнили численное моделирование систем резонансного импульсного горения и RDE для газотурбинных двигателей и RDRE.

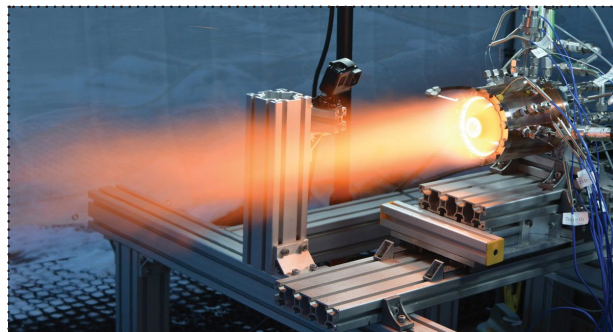
НИЛ ВМС США сосредоточилась на исследовании детонационных волн в варианте RDE без внутренней цилиндрической части и в варианте, когда через центральную область RDE пропускается инертный газ. Затем была исследована работа камеры сгорания RDE, с присоединённым сужающе-расширяющимся соплом и с соплом с центральным телом. В течение года совместно с Университетом Северной Каролины в г. Шарлотт лаборатория проводила исследования неустойчивости детонационной волны в RDE, а также вместе с Университетом Алабамы работала над радиальным RDE (radial RDE, RRDE) для улучшения тяговых характеристик ракетных двигателей.

В июне 2020 года Европейская комиссия профинансировала программу INSPIRE (INSpiring Pressure Gain Combustion Integration, Research and Education — «Активизация научно-исследовательских работ по внедрению технологии горения с повышением давления»). Для проведения исследований двигателей с использованием технологии PGC компании-участники из пяти европейских стран и США привлекут 15 докторантов.

Европейское космическое агентство (ESA) заключило с консорциумом, возглавляемым Институтом фон Кармана (Бельгия), контракт на выполнение работ по расчётно-экспериментальному исследованию технологии импульсной детонации, применительно к СУ космических летательных аппаратов, и значительному увеличению срока службы систем управления пространственной ориентацией космических кораблей. Исследование началось в июле 2020 года.

Рис. 2. RDE на испытательном стенде Нагойского университета

Нагойский университет (Япония) и его партнёры, включая Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA), изготовили лётный образец детонационного двигателя для космических испытаний геофизической ракеты S-520-31, запланированных на 2021 год.



В январе 2020 года российские учёные исследовательского центра им. Н. Н. Семёнова провели наземные испытания детонационной форсажной камеры сгорания в составе ТРД ТJ100S-125. Полученные результаты говорят о снижении удельного расхода топлива на 30% по сравнению с обычной форсажной камерой.

В исследовательском центре также был разработан пульсирующий гидрореактивный двигатель для морских судов.

aerospaceamerica.aiaa.org

Реф. С. И. Щербаков

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ЛА

Европа — США

Проблемы использования водородного топлива

Авиадвигателестроительные компании давно рассматривают водород, наиболее распространенный в природе химический элемент, в качестве альтернативы традиционному топливу для реактивных двигателей. На вопрос, перейдёт ли окончательно авиация на использование водорода в стремлении к снижению выбросов углекислого газа (декарбонизации), с большой долей вероятности можно ответить утвердительно. И если предыдущие попытки использования водорода не получили государственной поддержки, например путём включения в список приоритетных национальных задач в области энергетики или инвестиций в крупные проекты по модернизации энергосистем, то сегодня ситуация в Европе в этом отношении резко изменилась.

В 1950-е годы США рассматривали применение водорода для улучшения характеристик высотного военного самолёта. Нефтяной кризис 1970-х годов стимулировал исследования, посвящённые альтернативным топливам, включая водород, с тем чтобы уменьшить зависимость Запада от Ближнего Востока. В 1980–1990-е годы из-за обеспокоенности по поводу возможного дефицита нефти к водороду снова вернулся интерес, особенно в Европе. Наконец, проблема изменения климата и поиск путей устойчивого развития опять привлекли к нему внимание.

Однако взгляды на применение водорода в авиации противоречивы, в частности в отношении амбициозных сроков его внедрения, названных компанией Airbus¹ (около 2035 года. — Прим. ред.). Поддерживая тем не менее инициативу Airbus по повышению экологичности, производители авиадвигателей отмечают наличие многих технических проблем, а также проблем, связанных с безопасностью, сертификацией и эксплуатацией, которые предстоит решить прежде, чем водород можно будет рассматривать в качестве подходящего топлива для самолётов гражданской авиации.

Некоторые специалисты рассматривают топливные элементы как способ наискорейшего внедрения водорода в коммерческой авиации, но большинство сходится во мнении, что будущее за технологией прямого сжигания водорода в камере сгорания ТРДД, путь к которой будет долгим и трудным.

Одна из главных проблем эксплуатации водорода состоит в том, что, обладая в три раза большей энергоёмкостью на единицу массы по сравнению с керосином, в пересчёте на объёмные показатели он уступает последнему более чем в четыре раза, то есть для хранения жидкого водорода потребуется в 4...5 раз больший объём топливных баков. Это становится препятствием для применения водорода на дальнемагистральных самолётах, поэтому внимание авиационной промышленности сосредоточено на региональных, ближне- и среднемагистральных самолётах.

¹ Обозрение, 2021, № 3.