

«Создание топливных элементов нового поколения для использования на беспилотных летательных аппаратах»

ИПХФ РАН (Добровольский Ю.А., Левченко А.В.), ФГУП ЦИАМ (Селиванов О.Д.), ПАО «ОАК» (Каргопольцев В.А.)

Большие надежды на дальнейшее значительное улучшение как топливной экономичности летательных аппаратов, так и их экологических и эксплуатационных характеристик связывают с применением в качестве бортового источника энергии топливных элементов (ТЭ) – электрохимических генераторов электрической энергии (ЭХГ), непосредственно преобразующих химическую энергию топлива в электрическую, минуя стадию горения. Прогресс, достигнутый в последнее десятилетие в области ЭХГ, позволяет серьёзно рассматривать их в качестве основного источника энергии на борту беспилотных летательных аппаратов.

В рамках работ, проводимых ИПХФ РАН и ФГУП ЦИАМ в 2013 – 2014 гг была решена практическая задача применения ЭХГ на основе водородно-воздушных топливных элементов в качестве основного источника энергии для лёгких беспилотных летательных аппаратов. Следующим шагом будет создание более мощных источников энергии для бортовых вспомогательных силовых установках (ВСУ) пассажирских самолётов, а также маршевых СУ для лёгких пилотируемых самолётов и в более далёкой перспективе – гибридных маршевых силовых установках пассажирских и транспортных самолётов.

На сегодняшний день в БПЛА малой размерности используется два типа силовых установок, базирующихся либо на электродвигателях, либо на двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Как тот, так и другой тип установок имеют ряд достоинств и недостатков, что разделяет сферу применения аппаратов на их основе и повышает конкурентоспособность. Так аппараты на базе ДВС имеют достаточно существенные для своей размерности дальности и продолжительности полета, но отличаются значительным уровнем шума, вибраций и теплового следа, что ограничивает возможности их применения в специальных операциях, а также усложняет работу с высокоточным бортовым оборудованием. Аппараты с электродвигателем и питанием от аккумуляторных батарей этих недостатков лишены, но имеют объективные ограничения по радиусу применения из-за существенного роста массы применяемых аккумуляторов при продолжительностях полета более 1,5 ч. Предлагаемое внедрение технологий водородной энергетики в сочетании с приводом движителя от электрического мотора устраняет недостатки обеих вышеупомянутых схем, предлагая рынку средств дистанционного

мониторинга новый продукт с уникальным сочетанием характеристик высокой дальности и продолжительности полета и низкой заметности.

Начальный этап представляемой работы относится к 2009...2010 гг., когда по инициативе НТЦ «ОАК» в ЦИАМ с участием ряда академических и прикладных отраслевых организаций выполнен комплекс работ, в которых определены параметры экспериментальных лабораторных ячеек топливных элементов и батарей на их основе, составлен перечень ключевых технологий, потребных для создания демонстраторов авиационных бортовых энергоустановок, и сформированы облики таких демонстраторов. ЦИАМом проведены также лётные испытания двух первых отечественных БЛА «ЦИАМ 80» и «ЦИАМ 80-2» с батареями твёрдополимерных топливных элементов мощностью до 250 Вт производства фирмы «Horizon Energy Systems» (Сингапур) – мирового лидера в коммерциализации компактных топливных элементов малой мощности.

Выполненные впервые в стране даже в ограниченном масштабе указанные эксперименты по использованию ТЭ на летательных аппаратах фактически открыли новую эпоху в развитии авиационных силовых установок, а также возродили прерванную в 90-х годах линию на внедрение водородной энергетики в отечественную авиацию. Они позволили ясно понять глубину и многие аспекты проблемы. Интеграция силовой установки, система хранения и подачи водорода, система охлаждения, комплексная система управления – неполный перечень задач, которые были решены разработчиками летательных аппаратов и силовых установок. В перспективе это должно обеспечить двукратное повышение топливной эффективности авиационного двигателя при одновременном снижении практически до нуля эмиссии вредных веществ.

В результате были сформированы концепция и облик маршевой СУ для БЛА, обеспечивающей существенное (в 3...4 раза) увеличение дальности и продолжительности полёта (по сравнению с аккумуляторами), выявлены критические для отечественной промышленности узлы такой СУ (батарея ТЭ, аккумулятор водорода, используемого в качестве топлива), сформулированы требования к ним, проанализированы возможности отечественных разработчиков среди институтов РАН и промышленности и разработаны проекты Технических заданий наиболее подготовленным потенциальным исполнителям.

В последующие годы указанные беспилотные ЛА демонстрировались на множестве различных выставок, вызывая неизменный интерес специалистов и руководства промышленности, были награждены рядом дипломов, показывались по телевидению, но при этом был выявлен ряд недостатков, затрудняющих их практическое использование, в частности, сложность получения импортных батарей ТЭ, невозможность

использования при отрицательных температурах атмосферы, нестабильность характеристик в эксплуатации и др.

Необходимо было заново на более высоком уровне, обеспечивающем доступность практического использования перспективной ЭУ, решить задачи по созданию и доводке отдельных наиболее критичных подсистем ЭУ, особенно в части эксплуатационных свойств. К таким подсистемам следует отнести:

– батареи водородных твёрдополимерных топливных элементов (ТПТЭ) мощностью до 1 кВт, не уступающие лучшим ТПТЭ зарубежных производителей и превосходящие их в отношении возможности работы в широком диапазоне параметров окружающей среды, прежде всего при значительных отрицательных температурах атмосферы;

– блок хранения и подачи топлива (баллоны высокого давления, аккумуляторы водорода с высоким весовым содержанием H_2 , компактные газовые редукторы, работающие в широком диапазоне перепадов давления);

– систему автоматического управления работой ЭУ (включая режимы запуска и останова, регулирования мощности), интегрированную с системой управления полётом (автопилотом).

Наиболее подготовленным партнёром для решения указанных задач оказался коллектив одной из лабораторий Института проблем химической физики РАН, в совместной работе с которым было разработано несколько энергоустановок, пригодных к практическому применению на беспилотных ЛА в полевых условиях.

Первый успешный полёт такого демонстратора - БЛА «ЦИАМ-рекорд» с первой энергетической установкой на топливных элементах полностью отечественной разработки, пригодной по своим удельным и эксплуатационным характеристикам к применению на борту ЛА, – состоялся 2 июля 2014 г. Результаты испытаний подтвердили возможность получения рекордной продолжительности полёта не менее 30 часов.

