

УДК 629.7

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАЛИЗУЕМОСТИ САМОЛЕТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

© Зинина О.В., Болдырев А.В.

e-mail: olga_z_inina@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Современные авиационные конструкции близки к исчерпанию возможностей повышения аэродинамических и весовых характеристик за счет оптимизации параметров традиционных силовых установок и классической компоновки летательных аппаратов, поэтому во всем мире ведется интенсивный поиск новых технических решений. Примером такого поиска может служить разработка гибридных силовых установок с применением двигателей на электрической тяге.

В настоящей работе представлен обзор существующих прототипов. Рассмотрены гибридные самолеты E-Fan, X-57 «Maxwell» с 14 электрическими двигателями и ZupumAero с двумя электродвигателями, самолет Tu-155 на водородном топливе.

Особо отмечен макет демонстратора гибридно-электрической силовой установки разработки ЦАГИ, представленной на МАКС-2017. Эта установка создается для разработки перспективного полностью электрического самолета. Ее главная особенность – применение электрического оборудования, использующего эффект высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) [1].

В основе теоретической модели ВТСП, разработанной академиком В.Л. Гинзбургом, лежит так называемый экситонный механизм взаимодействия электронов. Электроны проводимости, движущиеся в металле, отталкивают электроны диэлектрика, то есть окружают себя облаком избыточного положительного заряда, который и приводит к образованию электронной пары [2]. Такой механизм корреляции электронов предсказывает весьма высокие значения критической температуры.

На базе ВТСП-провода создаются кабели, интегрируется оборудование для электроэнергетики, сверхсильные магниты, а совершенствование криогенных технологий уже позволяет разработать прототипы для нового поколения электродвижения, ветрогенерации, систем магнитного подвеса и накопителей энергии.

Электродвигатели на основе ВТСП позволяют снизить энергетические потери более чем в 3 раза относительно современных синхронных электродвигателей и обеспечить высокие весовые характеристики [3].

Еще одним направлением развития авиационной техники является использование водородного топлива для газотурбинных двигателей. Водород – возобновляемый источник энергии, который имеет такие основные термодинамические характеристики и специфические свойства, как:

- значительная теплотворная способность (удельная теплота сгорания у водорода выше, чем у керосина примерно в 3 раза);
- возможность эффективного охлаждения горячих деталей двигателя жидким водородом;
- возможность использования в качестве хладагента для ВТСП.

Однако, как утверждают специалисты в области криогенных видов топлива, широкое использование водородного топлива как альтернативы керосина в гражданской авиации развитых стран ожидается не ранее 2030 года [4]. Это связано со следующими обстоятельствами:

– водород обладает способностью, в случае его утечек из магистрали, образовывать взрывоопасные смеси с кислородом, что требует принятия специальных технических решений;

– применение водородного топлива вызывает необходимость обеспечения особых требований к компоновке летательного аппарата.

В настоящей работе представлены расчеты первого приближения нескольких концепций самолётов с гибридной силовой установкой. Выделены критерии для оценки эффективности гибридной силовой установки для самолета. Среди них снижение энергетических потерь, повышение экологической безопасности и повышение массы целевой нагрузки.

Предварительные расчеты показали, что гибридный самолёт на керосине имеет преимущество относительно классического самолёта по массе топлива, топливная эффективность гибридного самолета повысилась на 61%.

Выявлено приращение массы силовой установки самолета за счёт использования электрических двигателей, редукторов и винтов, аккумуляторных батарей и топливных элементов. Развитие технологий ВТСП позволяет снизить массу электрических компонент, что повышает эффективность гибридного самолета. Кроме того, электродвигатели имеют высокую среднюю наработку на отказ по сравнению с тепловыми двигателями. Еще одним преимуществом такого самолета является повышение экологических параметров.

Гибридный самолет на водородном топливе так же имеет ряд преимуществ. Применение водорода в качестве топлива способствует, во-первых, уменьшению массы топлива почти в 2,7 раза, во-вторых, благодаря экономии массы топлива возможно увеличение массы целевой нагрузки на 40%. В то же время повышается сложность и масса топливной системы, что приводит к повышению массы силовой установки почти в 2 раза. Масса конструкции увеличивается за счет необходимости размещения в фюзеляже топливных баков для хранения водорода.

Таким образом, в работе продемонстрировано, что перевод газотурбинных двигателей на водород в составе гибридных силовых установок имеет ряд серьезных преимуществ, которые делают водород привлекательным альтернативным топливом будущего с технической и экологической точки зрения.

Библиографический список

1. bmpd.livejournal.com [Электронный ресурс] / Дата обращения: 21.04.2018.
2. <https://ido.tsu.ru> [Электронный ресурс] / Дата обращения: 18.04.2019.
3. www.superox.ru [Электронный ресурс] / Дата обращения: 10.04.2019.
4. Кирдюшкин, Ю.С. Потенциал водородного топлива гражданской авиации будущего [Текст] / Ю.С. Кирдюшкин. Научный вестник МГТУ ГА №194, 2013.–С. 110 – 113.