

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Святченко К.А

ПАО «ОДК-УМПО» ОКБ им. А. Люльки, г. Москва, kirill31reg@mail.ru

*Ключевые слова: водородное топливо, водородный двигатель.*

Традиционные источники энергии ограничены. По данным различных нефтегазовых компаний, при современном потреблении углеводородных топлив доказанных запасов нефти может хватить на 30...40 лет. Особенно эта проблема касается гражданской авиации, где затраты топлива значительно больше, чем в любом другом виде транспорта.

Одним из путей ее решения является повышение эффективности силовых установок. Однако в настоящее время двигатели ЛА уже достигли высокого уровня совершенства. В рамках традиционных подходов становится все труднее повышать КПД и экономичность полетов. Поэтому дальнейшее развитие двигателестроения должно быть радикальным.

Еще с прошлого века большое внимание стало привлекать использование водородного топлива. Его давно считают одним из наиболее перспективных источников энергии для использования в гражданской авиации ввиду наличия множества преимуществ. Массовая теплота сгорания водорода в 2,8 раза больше керосина. Он легко испаряется, быстро и равномерно диффундирует в смеси. Водород эффективно горит при бедных смесях, обеспечивает большую полноту сгорания и устойчивость процесса. Также он отличается незначительной энергией и широкими пределами воспламенения.

Однако применение водородного топлива сопряжено с трудностями, преодоление которых может занять множество времени. Он не встречается в природе в чистой форме и должен извлекаться из других соединений с помощью химических методов. Возможность получения дешевого водорода – ключевой вопрос развития водородной энергетики.

Помимо этого, вследствие низкой плотности он имеет малую объемную теплоту сгорания. Это вызывает большие трудности при организации хранения его на борту. Сравним потребный объем топливных баков для керосинового и водородного топлива при равной дальности полета. Зададимся одинаковыми исходными данными, актуальными для двигателя пятого поколения, и произведем в ПК ThermoGTE расчет ВСХ (рис. 1, 2).

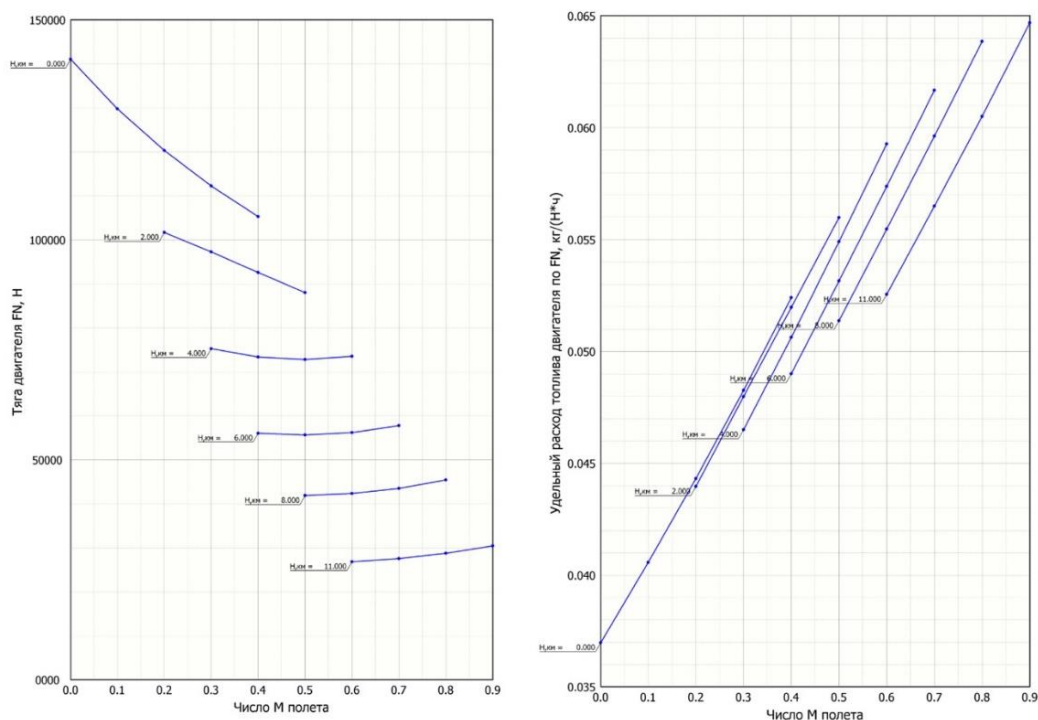


Рисунок 1 – ВСХ керосинового двигателя

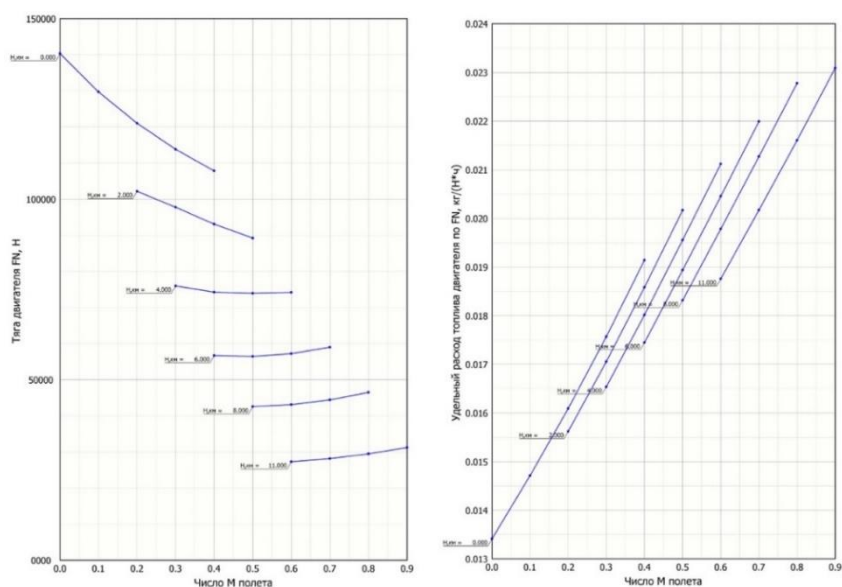


Рисунок 2 – ВСХ водородного двигателя

С целью сравнения потребного объема топливных баков вычислим удельный объемный расход топлива на крейсерском полете в условиях  $M_{п} = 0,8$  и  $H = 11$  км. Получим, что для керосина Т-1 эта величина составляет  $7,56 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/(\text{Н} \cdot \text{ч})$ , а для водорода  $3,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{Н} \cdot \text{ч})$ . В результате, для создания одной и той же тяги при равной продолжительности полета в рассматриваемых условиях объем водородного топливного бака должен быть больше керосиновой в 4 раза. А его расположение более рационально в фюзеляже. Этим достигается малое отношение поверхности баков к их объему.

Теперь сравним продолжительность полета при равном объеме топливных баков, составляющем  $24 \text{ м}^3$  (аналогичному МС-21). Учитывая, что гражданские самолеты обычно имеют два двигателя, то время полета на керосиновом топливе составит около 5,5 часов, а на водородном – около 1,3 часа. Этого достаточно для ближнемагистральных самолетов.

Также стоит отметить, что водород имеет преимущество с экологической точки зрения. Отсутствие углерода в топливе позволяет освободиться от СО и СН. Однако, как показано в [1], индекс эмиссии  $\text{NO}_x$  в продуктах сгорания водорода выше, чем керосина. Но их содержание можно ограничить путем тщательной организации процесса горения.

Согласно выводам автора, водород может стать одним из топлив будущего, но для этого предстоит пройти непростой путь технологического прогресса в условиях жесткой конкуренции с постоянно развивающимися альтернативными способами энергоснабжения.

### Список литературы

1. Ассад М.С., Пенязьков О.Г. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент. Минск: Беларус. навука, 2010. 305 с.

### Сведения об авторе

Святченко К.А., инженер-конструктор. Область научных интересов: испытание ВРД.

## PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF HYDROGEN FUEL IN CIVIL AVIATION

Svyatchenko K.A.

PJSC «UEC-UMPA» Research Center of name A. Lulka, Moscow, Russia, kirill31reg@mail.ru

*Keywords: hydrogen fuel, hydrogen engine.*

The advantages and disadvantages of hydrogen fuel are considered. The volumes of fuel tanks and flight duration were compared. The ecological efficiency of hydrogen combustion is estimated.