

УДК 629.7.035.3

Методический подход к расчету тяги силовой установки с воздушным винтом

Зиненков Юрий Владимирович¹

yura2105@mail.ru

Луковников Александр Валерьевич²

AVLukovnikov@ciam.ru

¹ ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия² ЦИАМ им. П.И. Баранова, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлен методический подход к расчету тяги силовой установки (СУ) с воздушным винтом (ВВ). В качестве основного инструмента расчета используется разработанная авторами математическая модель (ММ) ВВ, входящая в состав комплексной ММ. Это обеспечивает расчет СУ с ВВ в составе самолета, выполняющего полет по заданной программе. Для корректной работы ММ ВВ в широких диапазонах высот и скоростей полета предложен способ учета сжимаемости воздуха на характеристики ВВ. При этом для обеспечения расчета семейства подобных ВВ с разными диаметрами и частотой вращения разработан способ масштабирования характеристик ВВ на основе теории подобия. Также для учета взаимодействия ВВ с элементами планера используется способ, основанный на коэффициенте обдува для разных схем расположения СУ на самолете.

Ключевые слова: воздушный винт, коэффициент мощности, коэффициент тяги, угол установки лопасти воздушного винта, коэффициент обдува, характеристики воздушного винта

Введение. Бурное развитие беспилотных летательных аппаратов и самолетов региональной авиации в последние годы привело к востребованности ВВ, используемых в составе авиационных СУ в качестве основных движителей [1]. Известно, что ВВ наиболее активно использовались в авиации до середины прошлого века на самолетах первого и второго поколений. Далее настала эпоха реактивных двигателей и проведение научных исследований по ВВ естественно стало сокращаться. В итоге, это привело к тому, что в период развития систем автоматического проектирования авиационных СУ методы математического моделирования ВВ практически не разрабатывались. Поэтому в настоящее время, когда возникла потребность в обеспечении расчетов требуемых тягово-экономических характеристик СУ с ВВ в составе самолета, выполняющего полет по заданной программе, необходимых функциональных возможностей в имеющихся ММ ВВ не достаточно [2].

Таким образом исследование, посвященное разработке методического подхода к расчету тяги СУ с ВВ является в настоящее время актуальным.

Научная задача данного исследования заключается в построении ММ для обеспечения расчета тяги СУ с ВВ в составе самолета, выполняющего полет по заданной программе.

Материалы и методы, результаты. При построении ММ ВВ, как устройства преобразования мощности на валу маршевого двигателя в тягу СУ самолета, используются экспериментальные характеристики ВВ, полученные по результатам испытаний в аэродинамической трубе в виде зависимостей коэффициентов мощности и тяги от угла установки лопасти и коэффициента скорости [3]. Далее методами интерполяции происходит автоматическое определение тяги ВВ по разработанному авторами алгоритму [4].

Известно, что на характеристики ВВ большое влияние оказывает число Маха, возрастающее пропорционально изменению скорости полета самолета [5], в связи с чем данное влияние необходимо учитывать, чтобы избежать погрешности в определении тяги СУ. Поэтому для обеспечения расчета тяги СУ с ВВ в широких диапазонах высот и скоростей полета самолета авторами разработан и внедрен в алгоритм ММ ВВ способ учета сжимаемости воздуха на тягу ВВ. Данный способ заключается во введении коэффициента поправки по высоте скорости полета на тягу ВВ [6].

Следующая особенность математического моделирования СУ с ВВ заключается в реализации функциональной возможности по имеющимся экспериментальным характеристикам ВВ производить моделирование винтов с разными диаметрами и частотами вращения. Для этого авторами разработан способ расчета тяги винтовых СУ с ВВ произвольных параметров по имеющимся аэродинамическим характеристикам другого винта [7].

После расчета тяги изолированного ВВ необходимо произвести перерасчет тяги ВВ, установленного на самолет, то есть получить эффективную тягу. Это является следующей особенностью математического моделирования ВВ, учитывающее его взаимодействие с элементами планера самолета. Данный способ, основан на использовании коэффициента обдува для разных схем расположения СУ на самолете [5].

Заключение. В результате проведенной работы построена ММ ВВ, которая интегрирована в ММ СУ, обеспечивающей расчет тягово-экономических характеристик СУ с ВВ в составе самолета, выполняющего полет по заданной программе.

Список источников

- [1] Reg A. *Unmanned Aircraft Systems UAVS design, development and deployment*. John Wiley & Sons Ltd., Chippenham, Wiltshire, UK, 2010, 332 p.
- [2] Зиненков Ю.В., Луковников А.В. Концепция междисциплинарного формирования предварительного технического облика силовых установок беспилотных летательных аппаратов военного назначения. *Вестник Московского авиационного института*, 2022, т. 29, № 3, с. 94–110.
- [3] Варуха И.М., Бычков В.Д., Смоленский В.Л. *Практическая аэродинамика самолета АН-12*. Москва, Транспорт, 1971, 180 с.

-
- [4] Зиненков Ю.В., Федотов М.М., Разносчиков В.В., Луковников А.В. Подход к математическому моделированию воздушного винта самолета. *Вестник Московского авиационного института*, 2023, т. 30, № 4, с. 140–149.
 - [5] Кравец А.С. *Характеристики воздушных винтов*. Москва, Госиздобронпром, 1941, 264 с.
 - [6] Зиненков Ю.В. Аналитический подход при математическом моделировании воздушного винта самолета с учетом сжимаемости воздуха. *Вестник УГАТУ*, 2024, т. 28, № 1 (103), с. 3–13.
 - [7] Зиненков Ю.В. Методические и алгоритмические аспекты математического моделирования винтовой авиационной силовой установки. *Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение*, 2024, т. 23, № 3, с. 82–93.