

Соложенкина Елизавета Евгеньевна

бакалавр, студентка

Научный руководитель

Рогавичене Лариса Ивановна

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет»

г. Санкт-Петербург

DOI 10.31483/r-113019

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ВЕРТОЛЁТОСТРОЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ВК-2500

Аннотация: в статье рассматриваются типы газотурбинных двигателей, рассмотрен принцип работы турбовального двигателя, изучена история создания, производства и модификации турбовальных двигателей. Авторами выявлены тренды развития производства турбовальных двигателей, а также конкурентные экономические и технологические преимущества использования турбовальных двигателей в отечественном вертолётостроении.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, турбовальные двигатели, экономические преимущества, грузоподъёмность, вертолёт, вертолётостроение.

В настоящее время газотурбинные двигатели устанавливаются на большинстве отечественных и зарубежных вертолетов. Классификация газотурбинных двигателей представлена на рис. 1.

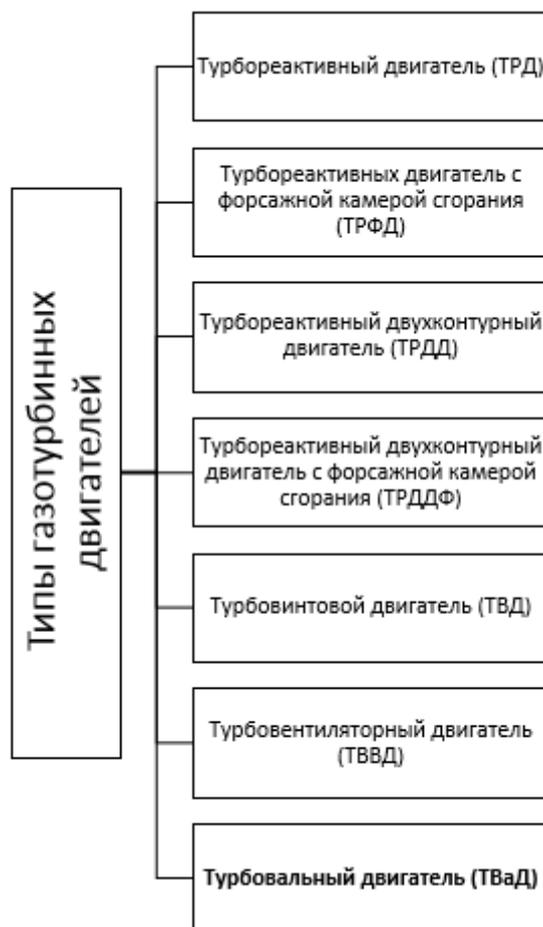


Рис. 1. Типы газотурбинных двигателей [4]

В последние десятилетия наблюдается увеличение популярности использования турбовальных двигателей (ТВаД) в гражданском вертолётостроении. Турбовальный двигатель состоит из компрессора, камеры сгорания и двух турбин, которые функционируют независимо друг от друга механически. Одна турбина используется для привода компрессора, в то время как другая приводит в движение рабочий вал. Эта конструкция позволяет оптимизировать работу двигателя, поскольку каждая турбина может функционировать в своем оптимальном режиме. В отличие от турбореактивных двигателей, которые создают тягу путем выброса газов через реактивное сопло, турбовальные двигатели не имеют такого сопла. Вместо этого, всю возникающую мощность передают через выходной вал, что делает их более подходящими для использования в вертолетах, где необходимо достичь вращательного движения, а не тяги.

Современные вертолеты оборудованы силовыми установками, состоящими из двух турбовальных двигателей и главного вертолетного редуктора. Этот

редуктор объединяет мощность обоих двигателей, обеспечивая привод для несущего и хвостового винтов.

Важным аспектом конструкции двигателей является их взаимозаменяемость, что достигается за счет их противоположных направлений выходных устройств и незначительных различий в конструкции. Использование двух двигателей повышает безопасность полета, поскольку при выключении одного из них, второй способен обеспечить продолжение полета или выполнение безопасной посадки. Данное решение значительно увеличивает надежность системы и обеспечивает более безопасные условия полета [2].

Первый турбовальный двигатель ТТ-782 был построен французской фирмой Turbomeca в 1948 г. – он был одновальным и его мощность составляла 100 л.с. В 1950-х годах начался бурный рост применения турбовальных двигателей, особенно в вертолётостроении. Появились такие известные модели как Rolls-Royce Dart, General Electric T58, Klimov TV2–117 [1]. Двигатель ТВ2-117 был создан в 1964 г. в ОКБ-117 им. В.Я. Климова под руководством С.П. Изотова для широко известного вертолета Ми-8 и выпускался до 1997 г. Он стал самым массовым турбовальным двигателем в мире – было выпущено более 23000 двигателей [4].

Дальнейшее развитие турбовальных двигателей шло по пути увеличения мощности, надежности и экономичности. Появились двухвальные схемы с газогенератором и свободной турбиной, что позволило повысить КПД. Применение новых материалов и технологий позволило существенно увеличить ресурс и тяговые характеристики. Турбовальные двигатели широко применяются на современных вертолетах, включая двигатель Д-25В (вертолет Ми-6), ГТД-350 (вертолет Ми-2), ТВ2-117 (вертолет Ми-8Т), ТВ3-117 (вертолет Ми-8МТВ), Д-136 (вертолет Ми-26).

К современным тенденциям в использовании турбовальных двигателей можно отнести разработку гибридных двигателей. Гибридные двигатели являются следующим этапом развития силовых установок, поскольку они объединяют опыт, накопленный в области газотурбинных двигателей, и новые

технологии в области электричества, что позволяет значительно повысить эффективность воздушных судов [5]. Также популярность набирает применение автоматических систем. Например, разрабатываемый сейчас АО «Объединённая двигателестроительная корпорация» двигатель ПД-8В станет самым мощным двигателем для отечественных вертолётов с мощностью на 15% больше предшественника. Помимо этого, ПД-8В будет экономичнее и легче в управлении благодаря новой цифровой автоматике управления [7].

Рассмотрим экономические и технологические выгоды использования турбовальных двигателей в вертолётостроении на примере инновационного двигателя ВК-2500 (рис. 2).

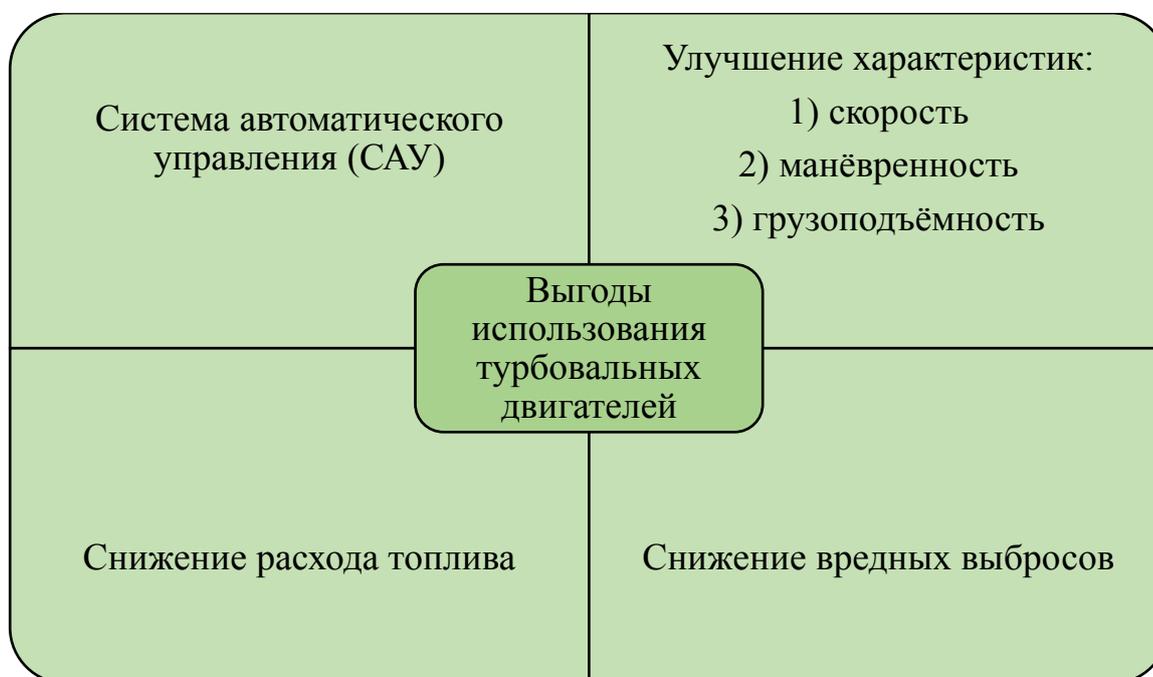


Рис. 2. Выгоды использования турбовальных двигателей

К технологическим преимуществам относятся следующие факторы: внедрение системы автоматического управления и улучшение технических характеристик двигателя. Новый двигатель отличается от предыдущих моделей благодаря передовой российской электронной системе автоматического управления типа FADEC и эффективной противопомпажной защите. Вертолеты, оснащенные такими двигателями, по словам разработчиков, практически избавлены от возможных сбоев в силовой установке, вызванных сильными потоками воздуха или резким изменением атмосферного давления в условиях жары [6].

В конструкции ВК-2500 реализованы мероприятия, обеспечивающие существенное увеличение ресурса. Благодаря повышенным характеристикам двигателя В-2500 потолок вертолетов возрастает на 1000 м, грузоподъемность увеличивается на 1000–2000 кг (в зависимости от типа вертолета). Одновременно с этим увеличивается скорость и улучшается маневренность вертолетов. В результате вертолеты приобретают новые возможности при эксплуатации в высокогорных районах и районах с жарким климатом [3].

К экономическим преимуществам относится сокращение расходов и вредных выбросов. Благодаря высокой топливной эффективности, турбовальные двигатели имеют существенно меньший расход топлива по сравнению с другими типами авиационных двигателей на дозвуковых скоростях. Это позволяет сократить затраты на горючее, которые составляют значительную часть эксплуатационных расходов. Помимо этого, турбовальные двигатели являются одним из наиболее экологичных типов авиационных двигателей благодаря оптимизации конструкции камер сгорания турбовальных двигателей, что приводит к снижению выбросов несгоревших углеводородов и оксидов азота. Примером модификации конструкции камер сгорания может служить исследование С. Скоробогатова и Д. Вострецова «Способ повышения экологичности авиационного турбовального двигателя» [5], в котором внедрение уголкового стабилизатора пламени в конструкцию кольцевой камеры сгорания позволило сократить концентрацию оксидов азота на 9%.

Заключение

Газотурбинные двигатели широко используются на современных вертолетах. Турбовальные двигатели являются типом газотурбинных двигателей. В ходе исторического развития турбовальных двигателей наблюдалось увеличение мощности, надежности и экономичности. Турбовальные двигатели ВК-2500 обладают передовыми системами автоматического управления, которые увеличивают грузоподъемность и обеспечивают улучшенные характеристики вертолетов, такие как скорость и маневренность. Турбовальные двигатели имеют более низкий расход топлива и более низкие выбросы вредных веществ по сравнению

с другими типами авиационных двигателей, что позволяет снизить эксплуатационные расходы и внести вклад в экологию планеты. Таким образом, турбовальные двигатели играют важную роль в вертолётостроении и являются перспективным направлением развития вертолётной промышленности.

Список литературы

1. Дорошко С.М. Газотурбинные двигатели гражданской авиации: учеб. пособие / С.М. Дорошко, А.С. Глазков; Университет ГА. – СПб., 2018. – 228 с.

2. Сошин В.М. Двигатель ТВ2-117 / В.М. Сошин. – Самара: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва», 2007. – 207 с.

3. Гальперин Д.М. Турбовальный двигатель ВК-2500: ответ на санкции / Д.М. Гальперин, А.А. Чапаева // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2015»: международная научно-техническая конференция (Казань, 19–21 октября 2015 года): материалы конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский фонд фундаментальных исследований; Министерство образования и науки Республики Татарстан; Академия наук Республики Татарстан; Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ); Лаборатория МФТП (КНИТУ-КАИ). – Казань: Бриг, 2015. – С. 452–455. – EDN UYDLUV.

4. Общие сведения об авиационных ГТД. Общие сведения о двигателе ТВ2–117: электрон. учеб. пособие / Д.Ю. Киселев, В.И. Акифьев, А.А. Гульбис [и др.]. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014.

5. Скоробогатов С.В. Способ повышения экологичности авиационного турбовального двигателя / С.В. Скоробогатов, Д.В. Вострецов // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2022. – №1. – С. 73–87. – DOI 10.51955/2312-1327_2022_1_73. – EDN BGYHSW.

6. ВК-2500 и ТВ7-117СТ: современные, технологичные, отечественные // Русские технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rt.vk34.ru/blog/post/news/vk-2500-i-tv7-117st-sovremennye-tehnologichnye-otechestvennyye> (дата обращения: 15.09.2024).

7. Главная подъемная сила. Об инновациях и развитии вертолетного двигателестроения России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/armiya-i-opk/11429069> (дата обращения: 15.09.2024).