

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Кондряков А.Д.¹, Леонтьев М.К.²

¹ОКБ им. А. Люльки филиал ПАО «ОДК-УМПО», г. Москва, tetra1337@mail.ru

²Московский Авиационный Институт, ООО «Альфа-Транзит», г. Москва, lemka@alfatran.com

Ключевые слова: турбореактивный двигатель, электрификация, гибридная силовая установка, электрический самолет, стартер-генератор, электроприводные агрегаты.

В настоящее время осуществляются иностранные и отечественные разработки в рамках программ по созданию самолетов и двигателей шестого поколения, параметры которых будут значительно превосходить существующие изделия [1]. Перспективным направлением является синтез летательных аппаратов с электрическими силовыми установками, которые осуществляют питание электрических агрегатов систем, или гибридными силовыми установками [2]. Гибридная силовая установка – система, которая состоит из турбореактивного двигателя, электрического генератора, электрического двигателя привода самолета.

В США и Европе в рамках программ More Electric Aircraft, Power Optimized Aircraft, More Open Electrical Technologies и других благодаря существенным финансовым вливаниям и участию множества фирм были синтезированы самолеты Airbus A-380, Boeing-787, F-35, БПЛА «Барракуда», концепты E-Thrust, Airbus E-Fun, eDA40, двигателя-демонстратор Trent 500, семейство двигателей EngineUS [3-8]. Основной вывод, который можно сделать на базе обзора данных разработок, что распределение электрической мощности западных летательных аппаратов по годам, которое представлено на рисунке 1, в будущем будет только увеличиваться.

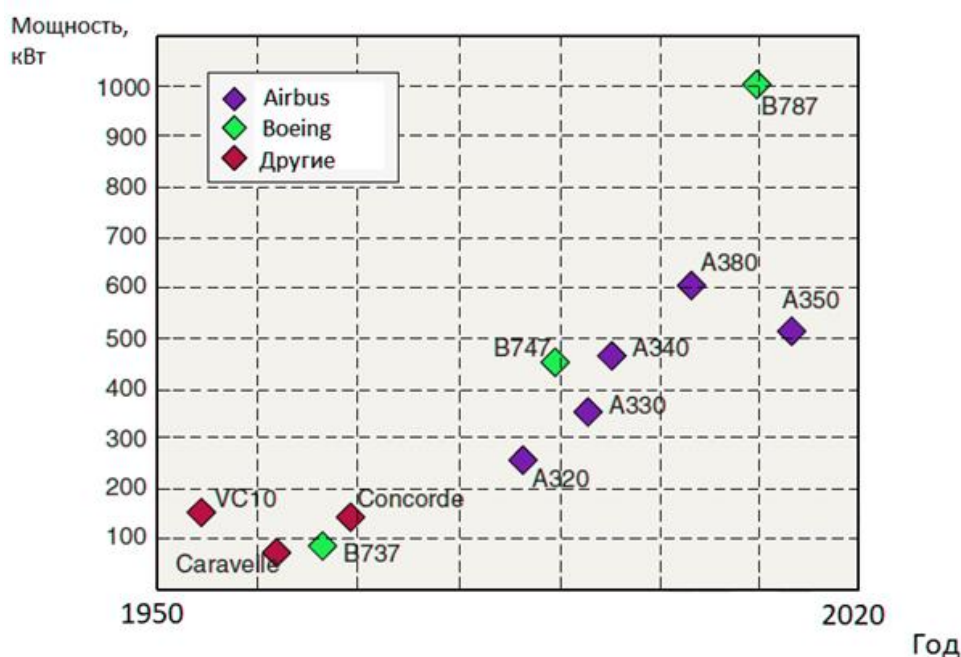


Рисунок 1 – Распределение электрической мощности западных летательных аппаратов по годам

В нашей стране существуют аналогичные западным проекты, которые на данном этапе направлены преимущественно на отработку технологий более электрического самолета и двигателя или гибридной силовой установки. Примером данной отработки технологий может быть создание ЦИАМ гибридной силовой установки на базе Як-40, совместная с другими фирмами разработка электрических стартер-генераторов, демонстрация электроприводной САУ на базе АИ-25ТЛ [9-11]. Помимо отработки технологии существуют и новейшие готовые решения, такие как: электрический самолет АВФ-32НС и электродвигатель для него,

электрический привод реверсивного устройства для двигателя ПД-14. В будущем планируется электрификация систем самолетов Sukhoi Superjet 100 MC-21 [3]. Отечественные производители авиационной техники опираются на прогноз западных стран в области развития электрических удельных параметров, которые представлены на рисунке 2.

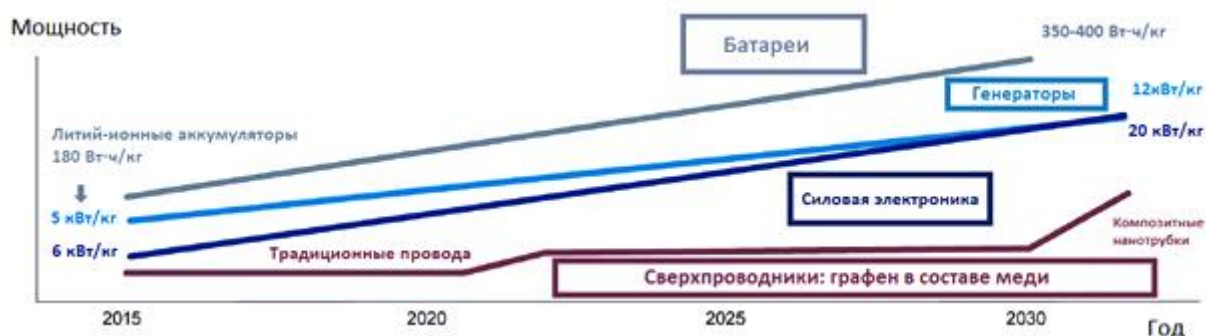


Рисунок 2 – Прогноз развития электрических удельных параметров по годам

Перспективным направлением в области электрификации силовой установки является размещение электрического стартер-генератора внутри газотурбинного двигателя на валу ротора, что позволит вырабатывать больше электрической мощности, которую возможно будет использовать для электрификации систем самолета и двигателя. Будущие работы в данной области будут связаны с различными конструктивными решениями в данной сфере, типом охлаждения электрической машины, её прочностными характеристиками, интеграцией данной конструкции на магнитные и керамические подшипники.

Список литературы

1. Скибин В.А., Солонин В.И., Палкин В.А. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор) / под общ. ред. В.А. Скибина и В.И. Солонина. М.: ЦИАМ, 2010. 676, [4] с.
2. Павлов А.М., Спиндзак И.И. Егорова П.С. Особенности эксплуатации электрической силовой установки мотоплана Taurus Electro G2 // Системный анализ и логистика: журнал: выпуск №3(18), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП. - 2018 – С.3-13. РИНЦ.
3. Жмуров Б.В., Халютин С.П., Давидов А.О. Информационно-энергетическая методика проектирования энергокомплекса летательных аппаратов с электрической тягой // Научный вестник МГТУ ГА, том 20, №01, 2017.
4. Dr. Lester Faleiro. SUMMARY OF THE EUROPEAN POWER OPTIMISED AIRCRAFT (POA) PROJECT // 25TH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE AERONAUTICAL SCIENCES, ICAS 2006.
5. Волокитина Е.В., Власов А.И., Данилов Н.А., Москвин Е.В., Никитин В.В. Исследования по определению оптимальных параметров и структуры системы электроснабжения полностью электрифицированного самолета // Электроснабжение и электрооборудование №4, Киров, 2010.
6. V. Madonna, P. Giangrande, M. Galea. Electrical Power Generation in Aircraft: review, challenges and opportunities // Marie Curie Initial Training Networks (ITN) action (project number 665468), Institute for Aerospace Technology (IAT) at the University of Nottingham.
7. Jonas Kristiansen Noland, Matteo Leandro, Jon Are Suul, Marta Molinas, Robert Nilsen. Electrical Machines and Power Electronics for Starter-Generators in More Electric Aircrafts: A Technology Review // 45TH Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society – IECON 2019.

8. Laurent Juve, Julie Fosse, Emmanuel Joubert, Nicolas Fouquet, Airbus Group Electrical Aircraft Program. The E-Fan Project // 52nd AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, DOI: 10.2514/6.2016-2613, July 2016.

9. Воронович С., Каргопольцев В., Кутахов В. Полностью электрический самолет // Авиапонорама. 2009. №. 2. Р. 14-17.

10. Никифорова Е. КРЭТ разрабатывает «источник жизни» для полностью электрического самолета // Интернет-ресурс rostec.ru, 25 ноября 2014.

11. Ткачева М.Л. ЦИАМ на МАКС-2021: Мировая премьера электролета на сверхпроводниках и векторы развития двигателестроения // ЦИАМ: Журнал Авиационные Двигатели. 2021. 3(12). С. 73-77.

Сведения об авторах

Кондряков А.Д., аспирант кафедры 203 «Конструкция и проектирование двигателей», Московский Авиационный Институт, начальник бригады статора конструкторского отдела компрессоров, ОКБ им. А. Льюльки филиал ПАО «ОДК-УМПО». Область научных интересов: конструкция компрессора, стартер-генераторы, создание более электрического двигателя.

Леонтьев М.К., доктор технических наук, профессор кафедры 203 «Конструкция и проектирование двигателей», Московский Авиационный Институт, Генеральный директор ООО «Альфа-Транзит». Область научных интересов: динамика и прочность роторов.

ELECTRIC AIRCRAFT POWER PLANTS

Kondryakov A.D.¹, Leontiev M.K.²

¹Lulka Design Bureau, Moscow, tetra1337@mail.ru

²Moscow Aviation Institute, Alfa-Tranzit Co., Ltd, Moscow, lem@alfatran.com

Keywords: turbojet engine, electrification, hybrid power plant, electric aircraft, starter-generator, electric drive units.

Currently foreign and homeland developments work under programs for the creation of the sixth generation aircraft and engines, which parameters will significantly exceed existing products [1]. A promising direction is the synthesis of aircraft with electric power plant that power electrical units of systems or hybrid power plants [2]. A hybrid power plants is a system consist of a turbojet engine, an electric generator, and an electric aircraft drive motor.

In the USA and Europe in framework of More Electric Aircraft, Power Optimized Aircraft, More Open Electrical Technologies programs and others thanks to significant financial injections and the participations of many companies Airbus A-380, Boeing-787, F-35, Barracuda UAVs, E-Thrust, Airbus E-Fun, eDA40 concepts, Trent 500 engine demonstrator, EngineUS engine family were synthesized [3-8]. The main conclusion can be drawn on the basis of the review of these developments is that the distribution of electrical power of western aircraft by year shown in Figure 1 will only increase in future.

In our country there are similar western projects at this stage. These projects are mainly aimed at developing technologies for a more electric aircraft and an engine or a hybrid power plant. An example of this technology development can be the creation of a hybrid power plant based on the Yak-40, joint development of electric starter-generators with other companies, demonstration of an electric self-driving ACS based on AI-25TL [9-11]. In addition to the development of technology, there are also the latest ready-made solutions, such as: electric aircraft AVF-32NS and the electric motor for it, the electric drive of the reversing device for the PD-14 engine. In the future, it is planned to electrify the systems of Sukhoi Superjet 100, MS-21 aircraft [3]. Homeland aviation manufacturers rely on the forecast of western countries in the field of development of electrical specific parameters presented in Figure 2.

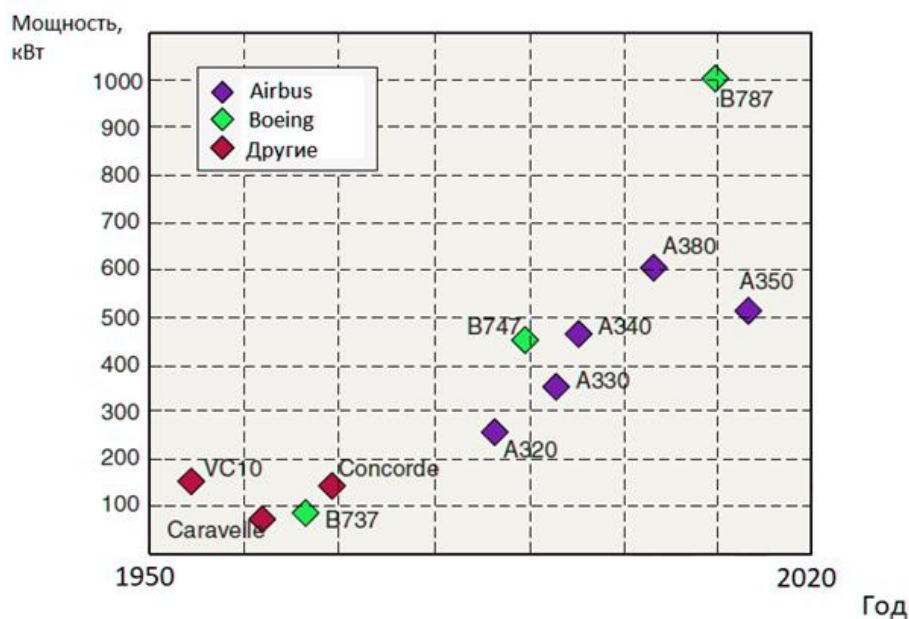


Figure 1 – Distribution of electrical power of western aircraft by year

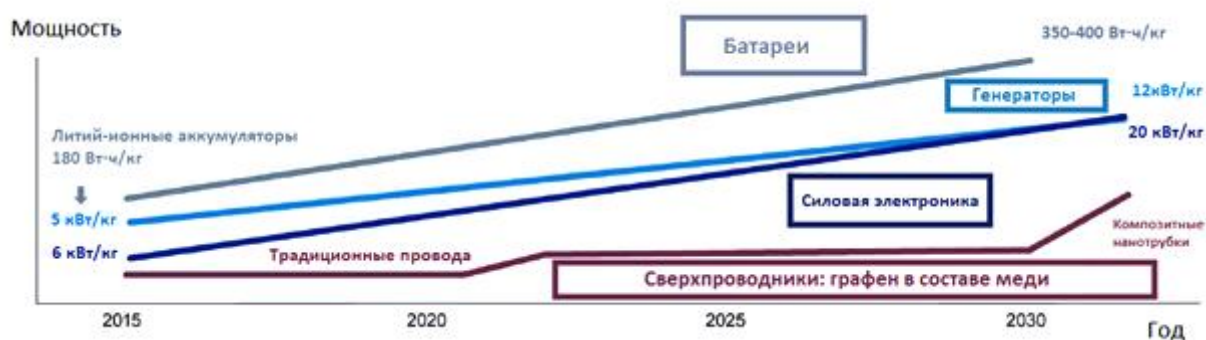


Figure 2 – Forecast of the development of electrical specific parameters by year

A promising direction in the field of electrification of the power plant is placement of an electric starter generator inside a gas turbine on the rotor shaft will generate more electrical power can be used to electrify the aircraft and engine systems. Future work in this area will be related to various design solutions in this area, the type of cooling of an electric machine, its strength characteristics, the integration of this design an magnetic and ceramic bearings.