

РАЗВИТИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ФИРМЫ ROLLS-ROYCE И РОССИИ

©2016 В.А. Зрелов, Ю.С. Бутырина, Э.М. Адебайо

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE DEVELOPMENT OF HIGH-TEMPERATURE AIRCRAFT ENGINES MANUFACTURED BY ROLLS-ROYCE COMPANY AND RUSSIA MANUFACTURERS

Zrellov V.A., Butyrina Y.S., Adebayo A.M. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Has been analyzed main parameters characterizing the progress of aviation engine development and created a trendline. Has been predicted the expected long-term values of Rolls-Royce company engine parameters and that of Russia manufacturers.

Разработка и производство авиационных турбореактивных двигателей (ТРД) сегодня является одной из наиболее наукоемких и высокоразвитых в научном и техническом отношении промышленных отраслей. Помимо России, только США, Англия и Франция владеют полным циклом создания и выпуска авиационных газотурбинных двигателей.

Одним из главных параметров, характеризующих прогресс авиационного двигателестроения, является температура газа перед турбиной. В табл. 1 наглядно представлен переход к каждому новому поколению ТРД, который характеризуется ростом температуры газа на 100-200 градусов.

Таблица 1 - Основные параметры турбореактивных двигателей различных поколений.

Поколение/ период	Температура газа перед турбиной, °С	Степень сжатия газа, π_c^+	Характерные представители	Где установлены
1 1943-1949 гг.	730-780	3-6	BMW 003, Jumo 004	Me 262, Ar 234, He-162
2 1950-1960 гг.	880-980	7-13	J 79, P11-300	F-104, F4, МиГ-21
3 1960-1970 гг.	1 030-1 180	16-20	TF 30, J 58, АЛ 21Ф	F-111, SR 71, МиГ-23Б, Су-24
4 1970-1980 гг.	1 200-1 400	21-25	F 100, F 110, F404, РД-33, АЛ-31Ф	F-15, F-16, МиГ-29, Су-27
5 2000-2020 гг.	1 500-1 650	25-30	F119-PW-100, EJ200, F414, АЛ-41Ф	F-22, F-35, ПАК ФА

Достижение основных показателей конкурентоспособности (высокие технические показатели, безопасность, приемлемая цена, низкие эксплуатационные затраты) обеспечивается разработкой новых методов испытаний, автоматизацией процессов создания двигателя, совершенствованием научно-технической документации. На рис. 1, 2 показано изменение T_T двигателей Rolls-Royce и РФ.

Спад деятельности авиадвигательностроительных предприятий РФ за последние годы достиг критического уровня, грозящего

России потерей стратегически важной отрасли.

Для сохранения российской авиационной двигателестроительной промышленности, кроме её реструктуризации необходимо создание опережающего научно-технического задела.

Каким образом обеспечить новые характеристики двигателя при сохранении его массы, при условии требования по увеличению тяги? Один из способов - повышение температуры газа перед турбиной.

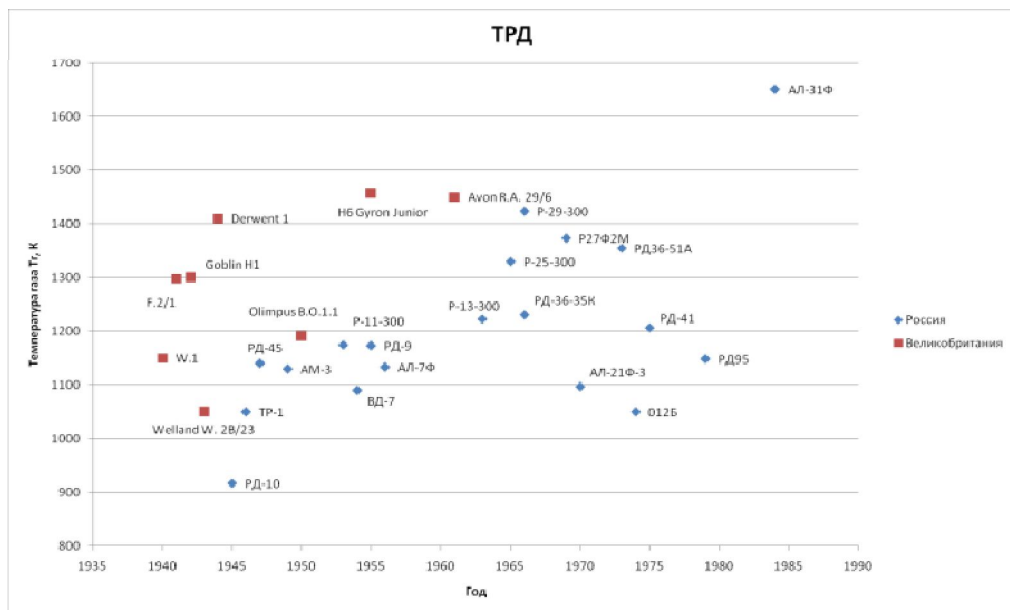


Рис. 1. Развитие ТРД РФ и фирмы Rolls-Royce

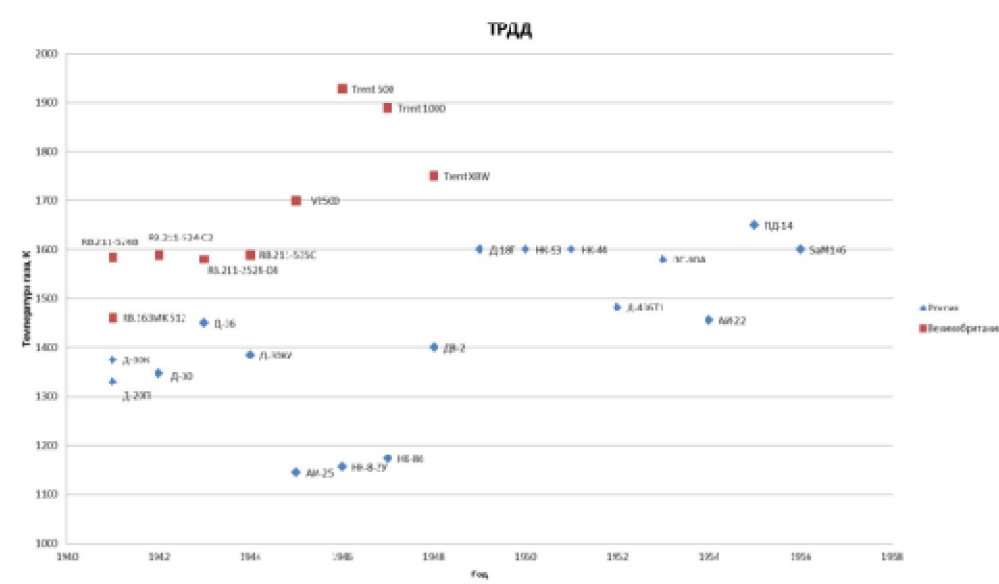


Рис. 2. Развитие ТРДД РФ и фирмы Rolls-Royce

Обеспечение предельно высокой температуры газа перед турбиной, близкой к стехиометрической ($T_{г}^* = 2300...2400\text{K}$) реализуется за счёт применения композиционных, в том числе керамических, материалов для изготовления основных узлов двигателя и корпусных деталей. Так, лопатки турбин двигателей 5-го поколения, первые образцы которых появились на Западе в середине 90-х, работают при температуре 1900 К. На рис. 3 показано, как с развитием новых технологий и конструкций (введение плёночного охлаждения, применение многоканальных лопаток, использование технологии направленной кристаллизации и монокристаллических сплавов, а также теплозащитных покрытий лопаток) $T_{г}$ увеличилась до современного уровня (более 1900 К).



Рис. 3. Эволюция лопаток фирмы Rolls-Royce

Из анализа изменения $T_{г}$ двигателей фирмы Rolls-Royce и предприятий РФ можно ожидать, что к 2020 г. значение $T_{г}$ увеличится до 2010 К.