

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА РЕЖИМЕ АВТОРОТАЦИИ

Кузнецов В.И.

Омский государственный технический университет, г. Омск

В.И. Дайнеко и Л.И. Слободянюк выполнили ряд экспериментальных исследований авиационного ГТД на режиме авторотации [1-4], которые дали противоречивые результаты. На режиме авторотации полное давление воздуха за компрессором было меньше полного давления на входе в компрессор, а полная температура за компрессором была выше температуры воздуха на входе в компрессор (рис. 1). Таким образом получалось, что по давлению компрессор работает в турбинном режиме, а по температуре - в компрессорном. Этому противоречию авторы не дали удовлетворительного объяснения.

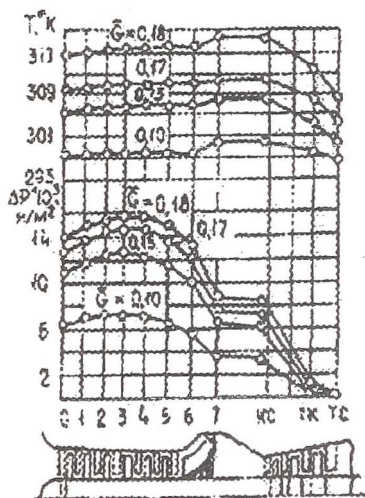


Рис. 1. Изменение параметров потока воздуха в ГТД на установившихся режимах авторотации

В связи с вышеизложенным основной задачей данной работы является экспериментальные исследования работы ГТД на режиме авторотации и выяснения физической сущности процесса.

Наиболее современным подходом к описанию явления авторотации ГТД является метод, основанный на применении дополнительного уравнения связи уравнения общего баланса удельных работ по проточной части ГТД [5]. В математическую модель ГТД в явном введено уравнение общего баланса энергии (работы, мощности) по проточной части ГТД, справедливое для всех установившихся режимов работы (в том числе и для режима авторотации) и замыкающее

математическую модель. На базе замкнутой математической модели была составлена методика расчета параметров ГТД и по ней были проведены расчеты.

Для проверки теоретических выводов на базе Омского моторостроительного конструкторского бюро была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка (рис. 2,3,4). На этой установке проведены испытания ГТД на различных режимах с имитацией скоростного

напора при постоянном коэффициенте восстановления полного давления во входном устройстве и имитируемой скорости полета $M < 0,7$ при стандартных атмосферных условиях.

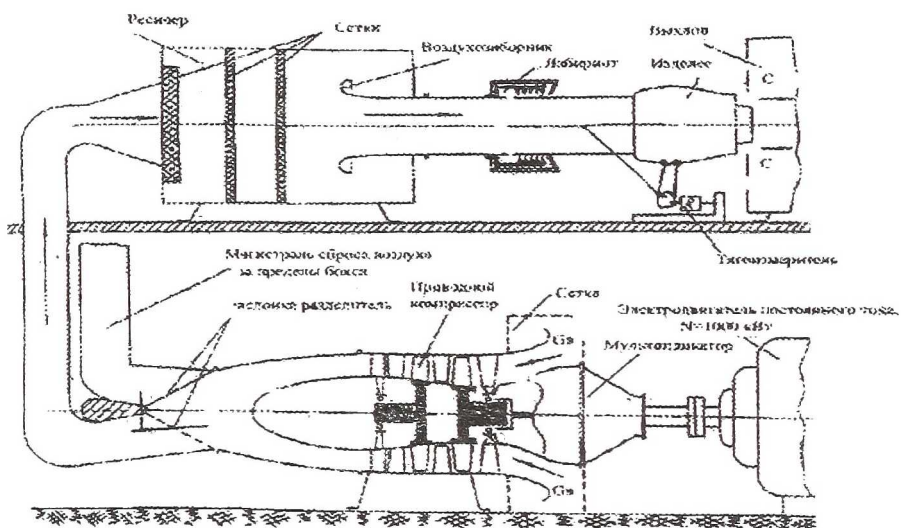


Рис. 2. Установка для испытаний ТРДД

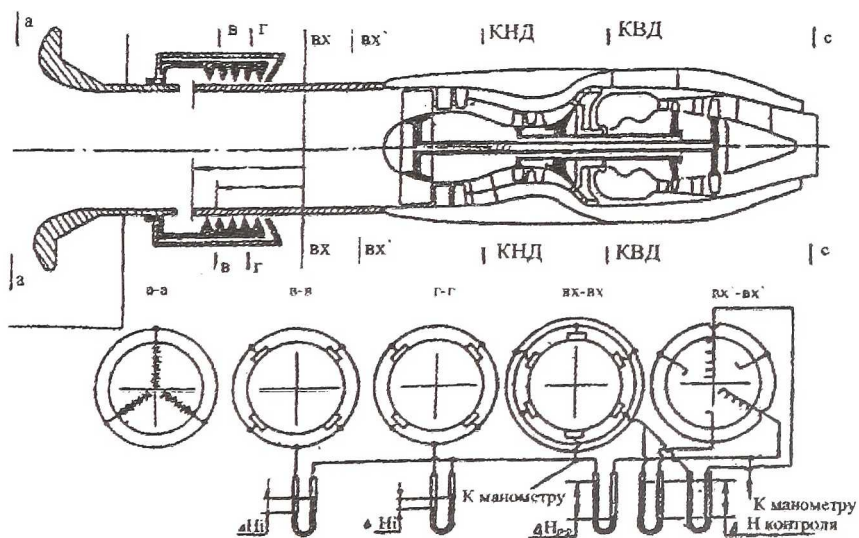


Рис. 3. Схема препарирования двигателя

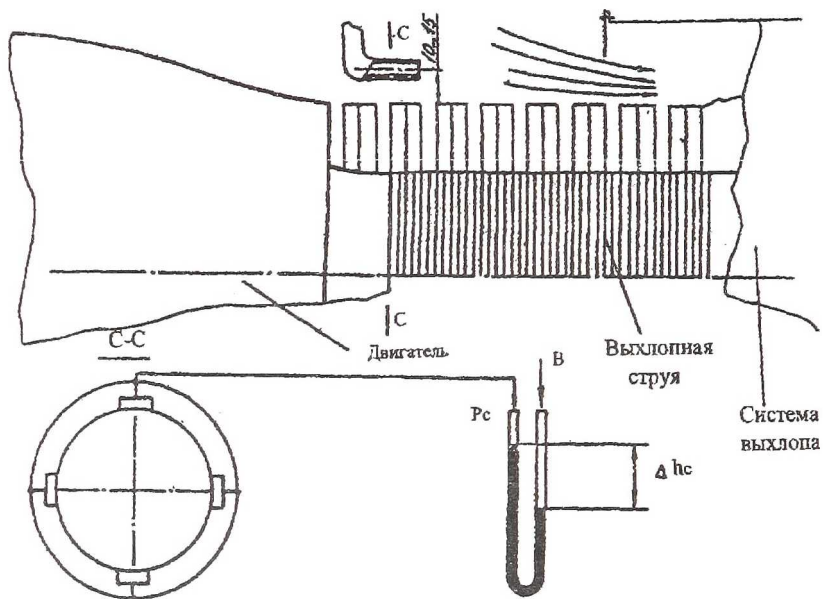


Рис. 4. Схема препарирования входного участка

В процессе испытаний измерялись: барометрическое давление с точностью до 1 мм.рт.ст.; полная температура на входе в лемнискатный воздухозаборник - с точностью до $0,1^\circ$; разности манометрического полного и статического давлений на входе в лемнискатный воздухозаборник и в области среза сопла - с точностью до 1 мм.вод.ст.; манометрического статического давления в мерном сечении и полного давления за каскадом низкого давления (КНД) во 2 контуре и за каскадом высокого давления (КВД) - образцовыми манометрами с точностью до $0,002 \text{ кгс/см}^2$, $0,025 \text{ кгс/см}^2$ и $0,16 \text{ кгс/см}^2$ соответственно; физических частот вращения роторов высокого и низкого давлений - индуктивными датчиками частоты с точностью до 1Гц.

Результаты экспериментов нанесены на рис. 5 [$\pi_k^* = f(M)$]. На этот же рисунок нанесены расчетные кривые изменения действительной степени повышения полного давления в компрессоре, коэффициента восстановления полного давления в компрессоре и изэнтропической степени повышения полного давления в компрессоре в функции числа Маха набегающего потока [5]. Из графиков видно, что в широком диапазоне число Маха, полное давление за компрессором, ниже полного давления воздуха на входе в компрессор, в то время как изэнтропийная степень повышения полного давления в компрессоре выше единицы, а, следовательно, и полное давление за компрессором выше полного давления на входе в

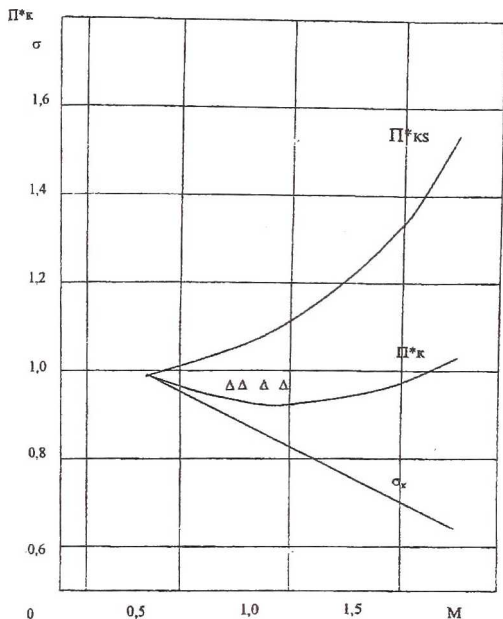


Рис.5. Изменение параметров за компрессором от числа Маха:
 - - - - расчет; ——— эксперимент

ср за счет гидравлических потерь и срабатывания части энергии набегающего потока воздуха на привод компрессора.

Список литературы

1. Дайнеко В.И.. К вопросу исследования авторотации газотурбинного двигателя на пусковых режимах. - Авиационная техника. Изв. вузов. - 1985. - №1. - с. 17-20.
2. Дайнеко В.И.. К вопросу определения потерь давления в компрессоре ГТД на режимах авторотации. - Авиационная техника. Изв. вузов. - 1986. - №4, - с.84-86.
3. Дайнеко В.И.. К вопросу исследования режимов авторотации ГТД. - Авиационная техника. Изв. вузов. - 1987. - №- с.72-73.
4. Слободянюк Л.И., Дайнеко В.И.. Исследование режимов авторотации газотурбинного двигателя. - Авиационная техника, Изв. вузов. - 1980,- №1.-с. 106-109.
5. Кузнецов В.И.. Источники энергии на привод компрессора ГТД на режиме авторотации. - Омский научный вестник. - 2002. -№2002. №20.-с. 123-124.

компрессор. Объясняется это тем, что на режиме авторотации мощность, потребляемая компрессором, больше мощности, снимаемая с вала турбины и для работы с постоянной частотой вращения используется в компрессоре часть энергии набегающего потока [5].

Таким образом, во всем диапазоне чисел Маха компрессор на режиме авторотации работает в компрессорном режиме, поэтому температура воздуха на выходе из компрессора выше температуры воздуха на входе, а полное давление на выходе из компрессора на низких скоростях полета ниже полного давления на входе в компрессор.