

30 МВт, т.е. более 50% тепловой энергии уносится из двигателя в атмосферу вследствие несовершенства цикла. Одним из направлений совершенствования цикла является использование тепла выхлопных газов для подогрева закомпрессорного воздуха. Эффект от утилизации (регенерации) тепла зависит прежде всего от располагаемого перепада (разности) температуры за турбиной и компрессором ($T_T^* - T_K^*$). С увеличением параметров цикла располагаемый перепад как правило снижается (хотя он, понятно, зависит от соотношения между величинами π_K^* и T_T^*). Так, например, на двигателе НК-38СТ (с параметрами на номинальном режиме $N_e = 16$ МВт, $\pi_K^* = 26,4$, $T_T^* = 1510$ К) температура газа за турбиной даже на 86 К ниже температуры воздуха за компрессором.

Как правило, с увеличением параметров цикла эффективный КПД исходного двигателя повышается, а выигрыш от регенерации уменьшается. Поэтому оптимизация параметров цикла двигателя с регенерацией тепла представляет собой самостоятельную задачу.

Использование эффекта от регенерации тепла выхлопных газов при высоких значениях π_K^* может быть осуществлено в схемах с промежуточным охлаждением рабочего тела в компрессоре. Эффективность процесса промежуточного охлаждения зависит от многих факторов, в том числе от распределения работы сжатия между каскадами компрессора.

В представленной работе предполагается найти ответы на поставленные вопросы.

УДК 62-192

РЕМОНТ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЕГО КОНЦЕПЦИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАВОДАХ-ИЗГОТОВИТЕЛЯХ И В ЦЕНТРАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСПРАВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Стешенко И.Г., Панов В.А.

ОАО «ММП им. В.В.Чернышева», г. Москва

Современное предприятие, осуществляющее серийный выпуск двигателей для военной авиатехники, сталкивается с рядом проблем, характерных для всей авиационно-промышленной отрасли. Это отсутствие крупных заказов на серийно производимую продукцию, при одновременном снижении её конкурентоспособности с течением времени, и отсутствие полноценного серийного производства новых конкурентоспособных разработок.

Серийное предприятие, обладая достаточными производственными мощностями, участвует, совместно с разработчиком, в отдельных этапах ОКР новой техники, а также может выступать в не типичной для себя роли, осуществляя самостоятельные ОКР.

Однако, основной статьей дохода серийных предприятий, в настоящее время, становится сопровождение жизненного цикла произведенной ранее продукции, в том числе её ремонт. Грамотно организованный и эффективно реализованный ремонт способен не только приносить прибыль, но и под-

держивать конкурентоспособность ранее изготовленной техники.

На предприятии ОАО «ММП им. В.В. Чернышева» ремонту уделяется особое значение. Достаточно большой парк двигателей РД-33, находящихся в эксплуатации, обеспечивает соответствующую загрузку предприятия ремонтными работами. В этих условиях, при фиксированной цене ремонта, повышение прибыли от него возможно только за счёт снижения себестоимости ремонта. В связи с этим, на предприятии организован комплекс работ, направленных на достижение этих целей.

Систематически анализируются статистические данные, набираемые при изготовлении и ремонте двигателей:

- анализ статистики, набранной по деталям, сборочным единицам и комплектующим изделиям, забракованным по результатам дефектации двигателей, проходящих ремонт, позволяет, через разработку новых видов ремонта, снизить отбраковку, предупредить отказы и дефекты в эксплуатации;

- анализ статистики по основным геометрическим параметрам газо-воздушного тракта, влияющих на основные данные двигателей, и самим основным параметрам, полученным при испытаниях, позволяет выявлять двигатели, имеющие «критичные» параметры и, до начала ремонта, выдавать мероприятия, предупреждающие их съем с испытаний.

За последние годы на предприятии разработаны и внедрены более 40 различных мероприятий, способствующих снижению издержек при ремонте:

- отработаны методики довальцовки профиля пера лопаток для восстановления характеристик компрессора, а также методы восстановления длины лопатки наплавлением материала при помощи лазера;

- разработана методика изготовления рабочих лопаток турбины с частичным использованием переплава лопаток, выработавших ресурс;

- внедрен метод виброакустического контроля технического состояния неразборных подшипников на аппаратном комплексе ПАКДПК с приводной установкой КВП-3.

Кроме этого, постоянно разрабатываются конструктивные изменения, направленные на повышение ресурса ремонтируемых и серийно выпускаемых двигателей.

Отработка новых видов ремонта и конструктивных изменений требует соответствующих проверок материальной части, для чего производится комплектовка технологического двигателя и проведение его длительного испытания. Затраты на проведение такого испытания могут быть покрыты внедрением мероприятий, снижающих отбраковку и повышающих технологичность производства. Так, например, по результатам длительного испытания технологического изделия, проведенного на ОАО «ММП им. В.В. Чернышева» в 2010 году, стало возможным внедрение более 40 таких мероприятий.

Следующим вопросом повышения надежности и конкурентоспособности двигателей является их модернизация. Модернизация, как правило, связана с существенными конструктивными изменениями, применением новой материальной части, что, в процессе ремонта, сопровождается значительным экономическими затратами. На сегодняшний день ОАО «ММП им. В.В. Чернышева» имеет возможность производить модернизацию двигателей РД-33 сер.1 и сер.2

в конструктивное лицо двигателей РД-33 сер.3, с установкой измененной камеры сгорания, усилением корпусов вентилятора, установкой новых агрегатов топливо-регулирующей аппаратуры и др. Модернизация производится по желанию заказчика, в случае его готовности понести соответствующие расходы. Проведение модернизации позволяет эксплуатировать такую технику наравне с современными разработками, в связи с чем, в ряде случаев, модернизация двигателей при ремонте становится предпочтительной по отношению к закупкам новой техники.

По сложившейся многолетней практике авиаремонтные предприятия производят ремонт по документации, разработанной серийными предприятиями. Освоение новых видов ремонта, в том числе и модернизация двигателей, затягивается на несколько лет из-за отсутствия технологического оснащения. В условиях жесткой конкуренции на внутреннем и мировом рынке авиационной техники такое состояние неприемлемо. В связи с этим, ведущие западные и Российские предприятия, производящие авиационную технику, переходят на эксплуатацию по техническому состоянию вместо регламентированного межремонтного ресурса. Такой подход значительно сокращает затраты на проведение капитального ремонта, в частности двигателя, и сокращает время его пребывания в ремонте. На ОАО «ММП им. В.В. Чернышева», на основе общепринятых мировых систем по поддержанию в рабочем состоянии парка авиационной техники, разрабатывается схема выполнения ремонта в центрах восстановления исправности двигателей (ЦВИД). В данной схеме предприятие-изготовитель является головным объектом, выполняющим не только ремонт, но и обработку информации по эксплуатации и выявленным дефектам, а также координацию работ авиаремонтных предприятий. При данном подходе порядка 40% дефектов, по которым двигатель отстранен от эксплуатации, могут быть устранены на месте.

В конечном итоге, основной задачей ЦВИД является сопровождение выпускаемых двигателей на протяжении всего жизненного цикла, проведение анализа дефектов и выдача рекомендаций по проведению ремонта и модернизации.