

УДК 629.7.03:536.24

Н.Н. ФЕДАРЕНКО, В.И. КОТЕНКО, Т.И. ПРИБОРА, В.И. ПИСЬМЕННЫЙ

Государственное предприятие «Ивченко-Прогресс», г. Запорожье, Украина

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАДНЕГО ЛАБИРИНТА КОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ ТВ3-117 ВМА СБМ1

Рассмотрена история изменения конструкции заднего лабиринтного уплотнения компрессора турбовинтового двигателя ТВ3-117 ВМА СБМ1, возникшие проблемы и способы их решения.

тепловое состояние, лабиринтное уплотнение, ресурс, осевые силы, расход воздуха, турбовинтовой двигатель, мощность двигателя, рабочее колесо

Введение

Турбовинтовой двигатель ТВ3-117 ВМА СБМ1 был сконструирован на базе турбовального двигателя ТВ3-117 ВМА, устанавливаемого на боевых вертолетах. Переход с одного типа летательного аппарата на другой происходил не только путем переделки редукторной части. Была увеличена и мощность двигателя. А, следовательно, увеличились и нагрузки на детали турбокомпрессора. Кроме всего этого, ресурс гражданского двигателя должен быть значительно больше военного, иначе он не оправдает себя экономически. После проведения прочност-

ных расчетов были выявлены детали, попадающие под определение «не ресурсные».

1. Первый этап

Одной из таких деталей являлся диск заднего лабиринта компрессора. Материал, из которого был изготовлен диск, не выдерживал увеличившихся термических и механических нагрузок. Кроме того, как видно из рис. 1, диск лабиринта присоединялся к диску рабочего колеса, увеличивая этим нагрузку на последний, а являясь более горячим (подогрев лабиринтного уплотнения за счет трения воздуха), еще и передавал часть своего тепла.

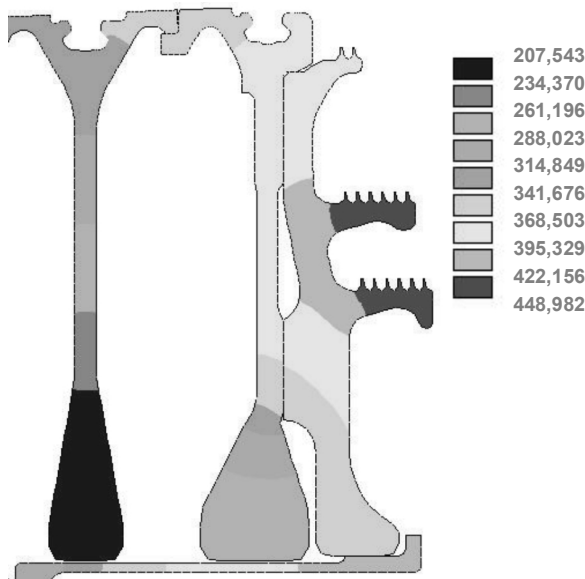


Рис. 1. Температурное поле лабиринтного диска двигателя ТВ3-117 ВМА

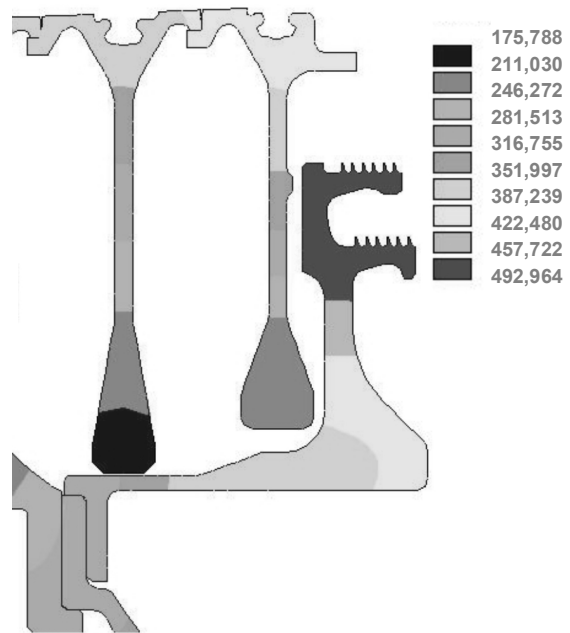


Рис. 2. Температурное поле лабиринтного диска двигателя ТВ3-117 ВМА СБМ1

Расчеты методом конечных элементов позволили определить наиболее оптимальный вариант конструкции лабиринта. В результате крепление диска «переместилось» с рабочего колеса на вал. Расчет осевых сил на подшипник ротора показал, что два наружных гребешка не оказывают большого влияния ни на расход воздуха через лабиринт, ни на, соответственно, осевые силы. Удаление этих гребешков повлекло за собой уменьшение диаметра диска и, естественно, уменьшение его массы (рис. 2) экспериментальные исследования полностью подтвердили правильность проведенных изменений.

2. Второй этап

При рассмотрении возможности, связанной с дальнейшим увеличением мощности двигателя, снова столкнулись с проблемой теплового состояния лабиринта: необходимость увеличения зазора между роторной и статорной частями (в связи с увеличением радиальных вытяжек диска при увеличившихся

температурах и оборотах) могла повлечь за собой увеличение потерь воздуха в проточной части на более низких режимах. Это грозило уменьшением КПД компрессора и неконтролируемым изменением осевых сил на подшипник. Было принято решение существенно видоизменить лабиринтное уплотнение: сделать его ступенчатым, увеличить высоту гребешков и расстояние между ними. Сразу надо оговориться, что в металле этой конструкции еще не существует, но гидравлическое сопротивление такого лабиринта должно стать значительно выше. Это позволит сократить количество гребешков (что, в свою очередь, сделает диск более технологичным и простым в изготовлении). Уменьшив расход воздуха через уплотнение, уменьшая зазоры между статорной и роторной частями (такой лабиринт станет менее чувствительным к изменению зазоров), добьемся уменьшения температуры подогрева деталей (рис. 3).

Заключение

Хоть в тексте данного сообщения и редко упоминается метод конечных элементов, большая часть расчетов пришлась именно на него. Были проработаны десятки вариантов конструкции только лабиринтного уплотнения (о других деталях в рамках данной статьи речь не идет). Подход к конструированию через расчеты современными численными методами позволяет сэкономить громадное количество материалов, времени и средств на доводку двигателя и на стадии проектирования выявить возможные дефекты и избежать их возникновения.

Поступила в редакцию 12.04.2004

Рецензент: д-р техн. наук проф. В.Н. Доценко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, Харьков.

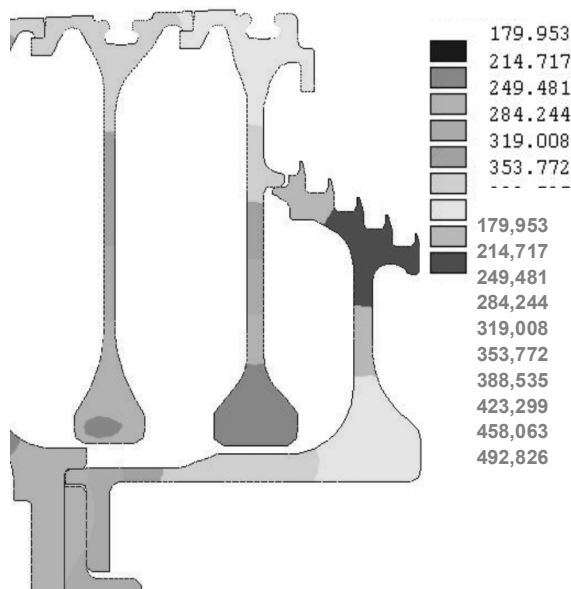


Рис. 3. Температурное поле перспективного лабиринтного диска двигателя ТВЗ-117 ВМА СБМ1