

СНИЖЕНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ХВОСТОВИКОВ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГТД

Хвостовики рабочих лопаток компрессора являются высоконагруженными элементами конструкции лопатки. В процессе эксплуатации на них действует динамически изменяемые нагрузочные параметры (амплитуда и частота взаимных перемещений хвостовика и паза диска, давление в контакте, температура). Кроме того, они подвержены коррозии из-за различной влажности воздуха, температуры, скорости потока воздуха и попаданий воды. Эти и другие факторы, прежде всего, влияют на состояние поверхностного слоя рабочих поверхностей хвостовика, а их состояние в значительной мере определяет долговечность лопатки в целом.

Технологический процесс изготовления лопаток компрессора предусматривает окончательную отделочную обработку хвостовиков – ультразвуковое упрочнение, которое значительно снижает уровень концентрации напряжений во впадинах профиля; наносится гальваническое покрытие, способствующее замедлению процессов изнашивания и коррозии, однако, при длительной наработке на хвостовиках рабочих лопаток возникают повреждения. Повышенный износ на крайних участках хвостовика является следствием значительно больших контактных давлений и амплитуд взаимного перемещения и вызывает увеличение зазора в замковом соединении, что способствует росту вибрационных напряжений в пере лопатки и, в конечном счете, увеличивает вероятность усталостного разрушения последних.

Целью исследования являлось устранение повреждений несущих поверхностей хвостовика лопаток компрессора. Объектом исследований служили лопатки II-й ступени КВД двигателя Д-36 из титанового сплава ВТ8, в частности повреждения и отклонения от плоскостности партии хвостовиков рабочих лопаток до и после эксплуатации.

Исследованиями повреждений установлено, что имеется неравномерный износ поверхности по длине хвостовика, покрытие отсутствует, видны следы изнашивания основного материала хвостовика лопатки и повреждения в виде питтингов. У входной и выходной кромок повреждения большие, отклонение их неплоскостности рабочих поверхностей хвостовика до эксплуатации составило 0,004-0,006 мм, а после – увеличилось на порядок. Ранее, при капитальном ремонте двигателей, лопатки, имеющие такой износ, заменялись новыми, что не является рациональным.

Предложенный метод устранения повреждений несущих поверхностей хвостовика позволяет решить не только вопросы исправления его геометрических размеров, но и восстанавливает поверхностный слой. Суть метода заключается в доводке рабочих поверхностей хвостовика, контроле геометрии и качества поверхности, наведении сжимающих напряжений в поверхностном слое методом ультразвукового упрочнения с дальнейшим нанесением покрытия.

Финишную обработку (доводку) выполняли специальными притирами одновременно двух поверхностей. Притиры изготавливали из чугуна перлитной структуры твердостью 140–200 НВ, а в качестве рабочей среды использовали абразивные пасты на основе карбида кремния (SiC) средней зернистости (до 50 мкм). Рабочей жидкостью служил керосин. Через каждые 12–15 обработанных лопаток выполнялось принудительное восстановление геометрии притира.

Благодаря такой обработке достигается высокая точность формы, необходимая шероховатость, снижается разброс размеров в пределах одной партии деталей.

С увеличением времени доводки в сопряжении рабочей поверхности с радиусом образуется уступ, величина которого зависит от глубины повреждения, а в итоге от величины снимаемого материала. Для уменьшения негативных последствий уступ устраняется.

В месте сопряжения выполняется поднутрение (выкружка). Глубина поднутрения не превышает 0,1 мм.

Предложенный метод снижения повреждаемости контактных поверхностей хвостовиков лопаток компрессоров из титановых сплавов позволяет продлить срок их службы, восстанавливать их форму, не нарушая динамической прочности. Проверка прочности соединения типа «ласточкин хвост» после ремонта обеспечивает исходные характеристики и параметры соединения.