

ОЦЕНКА РЕЗОНАНСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЛОПАТКЕ С ДЕМПФЕРОМ СУХОГО ТРЕНИЯ

Фролов В.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Кардинальное решение проблемы вибропрочности лопаток может быть решено методами демпфирования опасных колебаний. Такие методы базируются на принципах конструкционного демпфирования, которые эффективны при значительном относительном взаимном перемещении контактируемых поверхностей.

Для нескольких низших форм колебаний максимальные амплитуды находятся ближе к концу лопатки, но по конструктивным соображениям разместить здесь демпфер (обладающий некоторой массой и габаритами) не представляется возможным. В то же время низшие формы колебаний оказываются наиболее возбудимыми и требуют повышенного внимания конструкторов. Поэтому оптимальным решением является использование лопаток с удлинённой упругой ножкой.

Рассматривается лопатка с удлинённой ножкой, по концам которой имеются полки: одна у основания замка, другая образует проточную часть турбомшины. Между этими полками установлен штифт с частичным осевым разрезом. Один конец штифта запрессован в одну из полок, другой конец штифта помещен с упругим (контролируемым) натягом в отверстие другой полки, образуя скользящую пару "стержень-отверстие". При резонансных колебаниях лопатки этот конец штифта перемещается в отверстии, и в результате работы сил сухого трения осуществляется демпфирование колебаний.

Основная проблема заключается в выборе параметров удлинённой ножки и конструкции штифта, создающих нормальное давление и обеспечивающих необходимое перемещение скользящей пары.

Для определения вибронпряженности лопатки предполагается, что трение в замке отсутствует и упругая система подчиняется правилу Видлера, т.е. что сила трения в демпфере не вызывает существенного изменения формы колебаний лопатки и соответствующей ей собственной частоты от случая, когда демпфер отсутствует, а наличие сухого трения в демпфере не приводит к искажению гармонического закона колебательного движения.

Приведена расчетная схема и амплитудное положение лопатки в процессе колебаний. Решение задачи осуществляется при условии, что на установившемся резонансном режиме в консервативной системе сохраняется энергетический баланс между вводимой в систему внешней и внутренней энергией, расходуемой этой системой на потери, связанные с

внутренним трением в материале пера и с работой сухого трения в демпфере. В докладе показаны выражения для сил внутреннего трения в перелопатки и сил трения в скользящей паре. При установившемся резонансе на исследуемой форме колебаний из выражения для баланса энергии находится амплитуда прогибов лопатки, следовательно, и эпюра изгибающего момента и соответствующие ей вибронапряжения.

Анализ показывает, что уровень вибронапряжений определяется уровнем амплитуды возбуждающей нагрузки, её распределением по поверхности лопатки, формой колебаний и уровнем внутреннего трения в материале пера и в демпфере сухого трения. Приведенные в докладе выражения позволяют рассчитать силу нормального давления в скользящей паре и выработать требования к сборочной единице с точки зрения ее демпфирующих свойств.

Рассмотрена конструкция и результаты испытаний рабочего колеса с лопатками, оснащенных демпферами сухого трения. Следует отметить, что подобный подход может быть реализован в конструкциях рабочих колес ГТД системы "Блиск". Некоторые схемные решения конструкционного демпфирования рабочего колеса такого типа отражены, например, в работе [1].

Список литературы

1. Пат. 2022120 РФ М.Кл. F04d5/16. Рабочее колесо осевой турбомшины / Фролов В.А., Малышев С.Ю., Малышева А.В. Оpubл. 30.10.94. Бюл. № 20.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОСТЕНДОВ ТИПА КуАИ-ВВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Фролов В.А., Алешин А.П., Попов К.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Надежность авиадвигателей в значительной степени связана с проблемой обеспечения вибрационной прочности рабочих колес. Проблема сложна и многогранна. Ее решение требует теоретических разработок и использования современных экспериментальных методов по оценке динамических свойств лопаток, дисков и рабочих колес как единых упругих систем. В дисциплинах по динамике и прочности элементов двигателей излагаются некоторые современные теоретические подходы к решению проблемы, на базе которых разрабатываются расчетные методики. Но большинство из методик требует экспериментальных проверок и дополнительных исследований. Однако экспериментальные методы исследований вибрации в дисциплинах излагаются крайне огра-