

Величина предела усталости замковых соединений из жаропрочных деформируемых и литых сплавов в значительной степени определяется качеством поверхностного слоя во впадине хвостовиков /степенью наклепа, шероховатостью/.

Деформируемые жаропрочные сплавы весьма чувствительны к концентрации напряжений при симметричном цикле нагружения /для сплава ЭИ437Б величина q составляет около 0,8/.

При наличии асимметрии цикла чувствительность к концентрации напряжений уменьшается и тем больше, чем значительнее асимметрия. При умеренных температурах / $t=600^{\circ}\text{C}$ / поверхностный наклеп в зоне концентратора напряжений способствует существенному снижению чувствительности к концентрации напряжений жаропрочного сплава.

При повышении температуры чувствительность к концентрации напряжений повышается, становится такой же, как для материала в исходном состоянии.

Испытаниями на усталость замковых соединений показана эффективность поверхностного наклепа для деформируемых и литых жаропрочных сплавов в интервале температур $600-700^{\circ}\text{C}$ на ресурс около 1000 часов.

Вместе с тем, отмечается, что дефекты механической обработки в виде глубоких рисок и надиров отрицательно проявляются даже после поверхностного наклепа.

Кроме того, отмечена повышенная повреждаемость и окисляемость холоднодеформированного поверхностного слоя в хвостовиках лопаток, что, в конечном счете, является источником возникновения усталостных разрушений.

В.Н.СИЗОВА, В.Н.МЕЛИКОВА

ПРОЧНОСТЬ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ
РЕВЕРСИРОВАНИИ НАГРУЗОК

Ряд деталей ГТД /диски, лопатки турбин/ работают в условиях температурных градиентов, обуславливающих возникновение высоких термических напряжений, которые в сочетании с напряжениями от силовых факторов могут привести к накоплению необратимых деформаций. Знак их меняется в зависимости от режима работы двигателя. Возникновение таких деформаций может произой-

ти при воздействии или постоянно приложенного напряжения, приводящего к явлению ползучести, или монотонно возрастающего напряжения, вызывающего упруго-пластическое деформирование, или при сочетании этих двух видов нагружения.

Были проведены исследования, воспроизводящие сложные нестационарные условия работы материала на ряде жаропрочных сплавов. Результаты исследований показали, что до деформаций 0,3-0,5% кривые ползучести при растяжении и сжатии практически совпадают.

Оценено влияние чередования знака напряжения однократного и циклического на сопротивление ползучести и длительному разрушению. Показано, что однократное нагружение сжатием приводит к ускорению ползучести при последующем нагружении растяжением и уменьшению долговечности, пропорциональному длительности действия сжимающего напряжения.

Циклическое реверсирование нагрузки вызывает ускорение ползучести в полциклах растяжения и сжатия и, в большинстве случаев, существенное снижение долговечности. Особенно резкое влияние оказало реверсирование нагрузок с изменением температуры / $t_1=950^{\circ}\text{C}$ $t_2=800^{\circ}\text{C}$ /, которое приводит к уменьшению суммарного времени действия растягивающего напряжения до разрушения / $\sum \tau_{p_i}$ / по сравнению с долговечностью при стационарном растяжении / $T_{K_0}=800^{\circ}\text{C}$ /. Отношение $\sum \tau_{p_i}$ составило 0,1-0,2.

Оценено взаимодействие циклической ползучести при сжатии и высокой температуре с упруго-пластическим деформированием при растяжении в условиях $t=20^{\circ}\text{C}$. Показано, что чередование пластической деформации с ползучестью обратного знака приводит к разупрочнению материала, выражающемуся как в ускорении ползучести при сжатии, так и в снижении сопротивления пластическим деформациям при монотонном нагружении растяжением /уменьшение предела текучести, увеличение пластической деформации, накопленной за цикл, резкое падение числа циклов до разрушения/.

Полученные данные позволяют уточнить характеристики материалов, используемые при оценке несущей способности деталей, работающих в условиях нестационарного нагружения с реверсированием знака /охлаждаемые лопатки, диски турбин и т.д./.