

обобщено на случай скольжения по многим системам в подякristалле. Связывая изменения свойств металла с накоплением дислокаций и иных дефектов /определяемых их движением/, можно получить уравнение усталости, отображающее процессы упрочнения и разупрочнения в любой момент службы образца.

Под разупрочнением понимается повышение локальных напряжений; при достижении ими уровня сопротивления отрыву происходит раскрытие трещины. Упрочнение связывается повышением сопротивления дислокаций скольжения, следовательно, с замедлением процесса генерации новых дефектов и возрастания локальных напряжений. Строго говоря, это - напряжение трения решетки по Питчу, но при отсутствии таких данных можно использовать предел пропорциональности /упругости/.

На основе указанных соображений получены три вида уравнений.

Решение системы уравнений производится на ЭВМ. При этом желательно иметь для каждого уровня напряжений достаточно большое число точек, чтобы получить возможность представить данные не в виде средней линии /50% выживания/, а в виде доверительных кривых заданного процента выживаемости.

На основе представлений о связи эффективных изменений свойств материала с движением дислокаций получено обобщенное уравнение усталости. Оно позволяет по испытаниям на четырех уровнях стационарного напряжения и одного испытания на статическое растяжение построить кривую усталости с выявлением предела усталости; добавляя три программных двухступенчатых испытания, можно определить функции, необходимые для расчета суммарной долговечности при любой программе испытаний. Расчеты ведутся на ЭВМ. Результаты представляются в виде серии доверительных кривых с заданной вероятностью выживания. Проведена проверка метода на ряде конструкционных материалов /дюралю, углеродистые стали/.

Г.Н.ТРЕТЬЯЧЕНКО, Л.В.КРАВЧУК, Р.И.КУРИАТ, В.А.ТЕРЛЕЦКИЙ

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ТЕРМО-УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ТЕПЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Интенсификация и резко выраженная нестационарность тепловых процессов, протекающих в современных газотурбинных двигателях, обуславливают необходимость учета показателей термостойкости при

выборе материалов и расчете элементов проточной части. Существующие методы определения термостойкости материалов на образцах в большинстве случаев не позволяют оценить сопротивляемость конструктивного элемента термическим нагрузкам. В связи с этим приходится проводить дорогостоящие стендовые испытания реальных элементов в условиях, близких к натурным.

Предлагается метод оценки термоусталостной прочности элементов типа турбинной лопатки по результатам стендовых испытаний упрощенных образцов. Предполагается возможным на основании анализа теплового и напряженного состояний лопатки выделить наиболее опасных областей, в которых возникают трещины термической усталости. Оценка термонапряженного состояния производится экспериментальными и аналитическими методами. Температурные поля строятся по результатам термометрирования лопаток в натуральных условиях либо в стендовых при воспроизведении переходных режимов эксплуатации газотурбинных двигателей. Термические напряжения определяются известными методами.

В качестве моделирующих образцов используются тела типа клина, пластины и цилиндра. Аналитическими методами производится расчет и строятся номограммы теплового и напряженного состояний моделей произвольных геометрических размеров при различных граничных условиях теплообмена. Сопоставление термонапряженного состояния натуре и модели позволяет определить тип образца и эквивалентный режим стендовых испытаний.

В качестве критериев подобия состояний принимается тождество температур и напряжений в рассматриваемых зонах натуре и модели во времени. При моделировании рассматривается два типа разрушения. Если при термодинамическом нагружении отсутствуют зоны пластических деформаций, то достаточным условием подобия процессов возникновения трещин является равенство температур и напряжений в наиболее напряженной точке натуре и модели. При наличии пластических деформаций для удовлетворения условия подобия требуется получение тождественных состояний некоторых областей. Это условие вытекает из необходимости получения подобных процессов релаксации и перераспределения температурных напряжений при циклических теплосменах.