

ВОПРОСЫ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ
АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Межвузовский сборник, вып. 4, 1978

УДК 620.178.3

В.М.Дуплякин

ЗАКОНОМЕРНОСТИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ
ИЗ МАТЕРИАЛА Д16АТ СО СЛОЖНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Использование образцов со сложными опасными сечениями позволяет изучать закономерности усталостного разрушения в условиях, наиболее близких к распространению трещин в реальных деталях. Тщательно изготовленные лабораторные образцы имеют минимальные допуски, что приводит к получению усталостных характеристик, не имеющих искажений за счет нестабильности серийной технологии изготовления деталей.

В настоящей статье представлены результаты экспериментального исследования усталостной прочности плоских образцов из алюминиевого сплава Д16АТ, размеры и схема нагружения которых показаны на рис. 1. Испытания проведены на электродинамическом стенде, допускающем одновременную установку четырнадцати образцов, в условиях симметричного жесткого нагружения с частотой 10 гц [1].

На рис. 2 показаны полученные кривые усталости по моменту возникновения первой макротрещины (1) и по времени окончательного разрушения (2), при этом фиксировалось появление трещины длиной 0,05–0,1 мм, а сами кривые проведены по методу наименьших квадратов и соответствуют вероятности разрушения $P = 0,5$. Кроме того, на рис. 2 показаны средние значения и диапазоны рассеивания экспериментальных данных. Всего для построения этих кривых использовано 193 образца, по 24–48 штук на одном уровне нагружения.

Для изучения развития фронта усталостной трещины были проведены испытания на трех уровнях нагружения. Образцы доводились до определенной стадии усталостного разрушения и подвергались

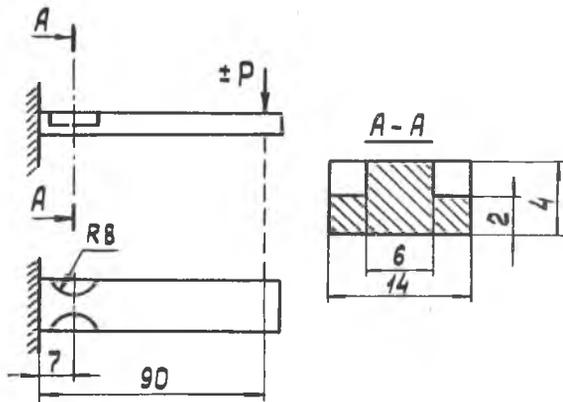


Рис. I

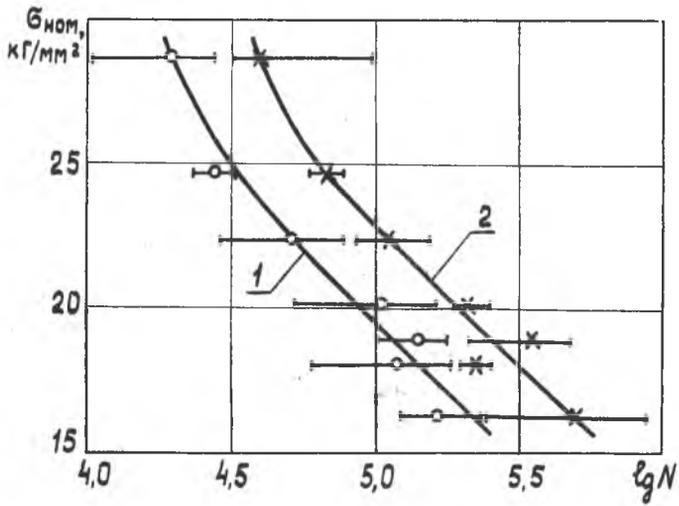


Рис. 2

статическому разрыву. Поверхность разрушения фотографировалась. При небольшом увеличении четко обозначилась граница поверхностей усталостного разрушения и статического долома. Сравнение полученных результатов приводит к выводу, что в данном случае форма развития фронта усталостных трещин не зависит от уровня нагрузки. Схематическое изображение развития повреждения показано на рис. 3.



Рис. 3

По результатам статического долома определялись значения относительной поврежденной площади $\bar{F}_n = \frac{F_n}{F_0}$ (F_n - поверхность усталостного разрушения, F_0 - исходная площадь сечения),

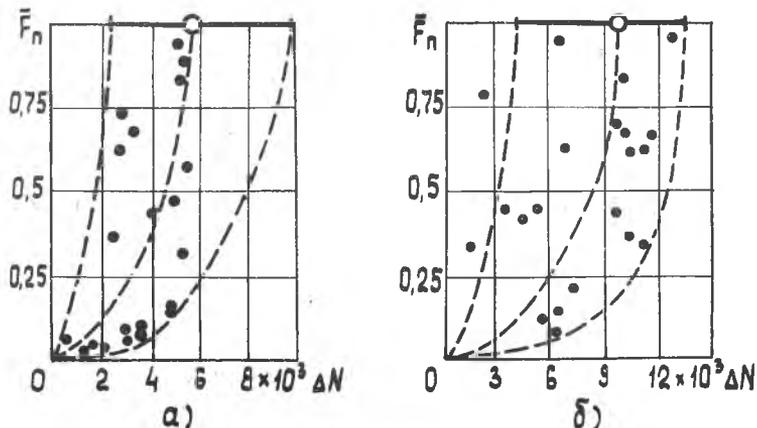


Рис. 4

представленные на рис. 4а ($\sigma_{НОМ} = 22,3 \text{ кг/мм}^2$) и на рис. 4б ($\sigma_{НОМ} = 20,1 \text{ кг/мм}^2$) в зависимости от числа циклов ΔN , отсчитанного с момента возникновения первой макротрещины в данном образце. На этих же рисунках проведены кривые средних и крайних значений, а при $\bar{F}_n = 1$ показаны центры (кружочки) и диапазоны полной живучести (жирные линии).

При испытаниях с постоянным перемещением (жесткое нагружение) изменяется величина внешнего силового воздействия. Это происходит вследствие развития повреждения и снижения жесткости. В данной работе проведена экспериментальная оценка значений коэффициента ξ , связывающего текущий и начальный моменты соотношением $M_i = \xi M_0$. Для этого перед доломом измерялся изгибающий момент M_i , соответствующий рабочему прогибу. На рис. 5 приведена зависимость коэффициента ξ от величины \bar{F}_n . Точки соответствуют $\sigma_{НОМ} = 20,1 \text{ кг/мм}^2$, а кружочки - $\sigma_{НОМ} = 22,3 \text{ кг/мм}^2$. Из графика видно, что для данного типа образцов зависимость ξ (\bar{F}_n) близка к линейной и в пределах естественного разброса экспериментальных данных не связана с величиной уровня нагружения.

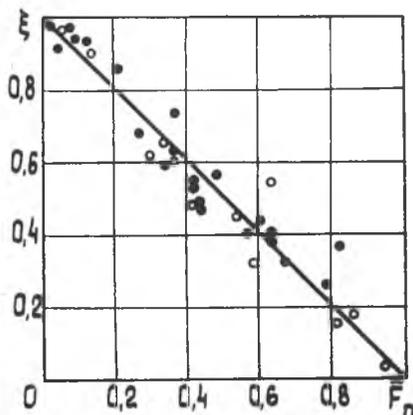


Рис. 5

В заключение следует отметить, что небольшое усложнение обычной методики усталостных испытаний, которое не требует специального оборудования и заключается в снятии части образцов с промежуточных стадий испытаний, тарировке и доломе, дает дополнительную качественную и количественную информацию о процессе усталостного разрушения. Полученные данные могут служить экспериментальной основой для отработки расчетных методов определения долговечности деталей сложной конфигурации.

Л и т е р а т у р а

И. Хазанов Х.С., Лавров Б.А., Иванченко В.И., Петровичев М.А. Исследование влияния формы спектральной плотности случайной нагрузки на усталостную прочность образцов из сплава Д16АТ и стали 30ХГСА. - В сб.: Вопросы прочности элементов авиационных конструкций. Труды КуАИ, вып. 29, Куйбышев, 1967.