

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛА ВЫНОСЛИВОСТИ С ПОМОЩЬЮ ДИАГРАММЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ АМПЛИТУД ЦИКЛА

Шляпников П. А.¹, Кирпичев В. А.¹, Чулаков А. Т.¹

¹Самарский университет, г. Самара, rawel777000@yandex.ru

Ключевые слова: растяжение-сжатие, остаточные напряжения, асимметрия цикла, диаграмма предельных амплитуд цикла

Моделированием напряжённого состояния детали с концентраторами при центральном растяжении-сжатии в условиях асимметрии цикла в среде ANSYS разработана методика расчёта предельной амплитуды деталей с концентраторами напряжений [1], с помощью которой была определена предельная амплитуда цилиндрических образцов из стали 45 с надрезами полукруглого профиля радиусом $\rho = 0,3$ мм в исходном состоянии, а также после пневмодробеструйной обработки. Проведён расчёт предельной амплитуды для образцов при симметричном ($\sigma_m = 0$ МПа), а также при различной асимметрии цикла с сжимающими средними напряжениями ($\sigma_m = -50, -100, -200$ МПа).

Для экспериментального определения предельной амплитуды (предела выносливости) образцов проведены испытания на усталость на испытательной машине УММ-01 [2]. База испытаний составляла 3×10^6 циклов. Расчёт приращения предельной амплитуды проводили с использованием критерия среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ [3].

Результаты расчёта и эксперимента, а также величины $\bar{\sigma}_{ост}$, критической глубины нераспространяющейся трещины усталости $t_{кр}$, коэффициента влияния остаточных напряжений $\bar{\psi}_\sigma$ приведены в табл.1.

Табл. 1 – Результаты экспериментальных и расчётных данных определения предельной амплитуды цилиндрических образцов с надрезом

Среднее напряжение цикла σ_m , МПа	Неупрочнённый образец σ_{R_s} , МПа		Упрочнённый образец σ_{R_s} , МПа				
	эксперимент	расчёт	эксперимент	$\bar{\sigma}_{ост}$	$t_{кр}$	$\bar{\psi}_\sigma$	расчёт
0	152,5	151,24	200	-134	0,206	0,355	210
-50	136	135,42	197	-134	0,206	0,452	197,25
-100	134	131,66	177	-134	0,205	0,318	175,7
-200	133	121,1	156	-134	0,207	0,170	167,66

Исследования показывают, что прогнозирование предельной амплитуды в условиях асимметрии цикла можно проводить с помощью диаграммы предельных амплитуд цикла упрочнённой детали, разработанной в [3] для области положительных средних напряжений.

На рис. 1 представлена диаграмма, точками на которой отмечены результаты эксперимента.

Полученные результаты позволяют определить приращение предельной амплитуды упрочнённой цилиндрической детали с концентраторами напряжений с помощью диаграммы предельных амплитуд цикла.

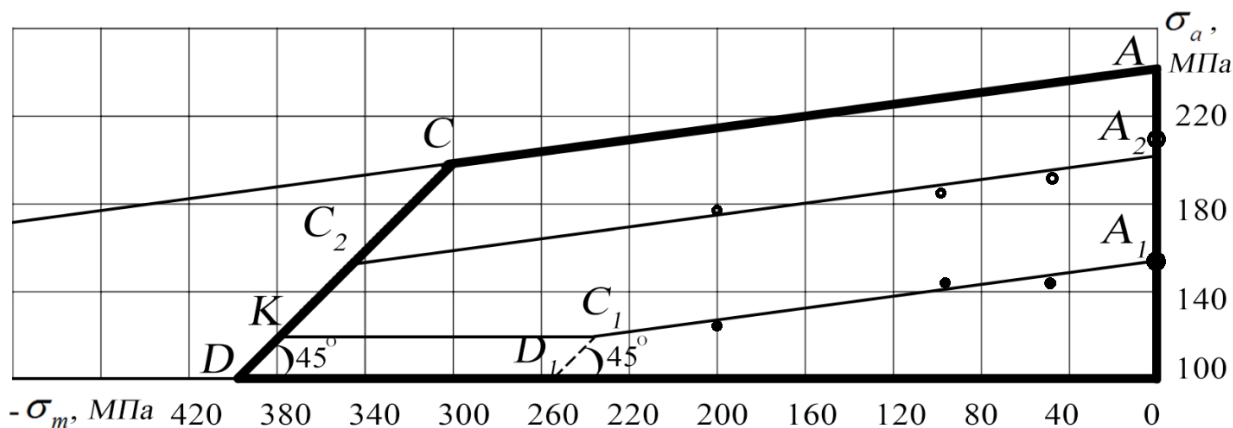


Рис.1 – Диаграммы предельных амплитуд цикла для стали 45: 1 – материала; 2 – неупрочнённого образца; 3 – упрочнённого образца; 4,5 – по текучести; ● – неупрочнённые образцы, ○ – упрочнённые образцы

Список литературы:

1. Кирпичев В.А., Костичев В.Э., Шляпников П.А. Моделирование напряжённого состояния детали с концентраторами при центральном растяжении-сжатии в условиях асимметрии цикла / Проблемы машиностроения и автоматизации. 2020. № 1. С. 136-140.
2. Шляпников П. А. Определение предельной амплитуды цикла упрочнённых деталей с концентраторами напряжений с сжимающими средними напряжениями: сайт / Труды МАИ. 2020. № 14. URL:http://trudymai.ru/upload/iblock/36a/SHlyapnikov_rus.pdf?lang=ru&issue=114. – Текст: электронный.
3. Павлов В.Ф., Кирпичёв В.А., Вакулук В.С. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. 125 с.

Сведения об авторах:

Шляпников Павел Анатольевич, старший инструктор практического обучения военного учебного центра. Область научных интересов: механика остаточных напряжений.

Кирпичёв Виктор Алексеевич, д-р техн. наук, профессор. Область научных интересов: механика остаточных напряжений.

Чулаков Андрей Тимофеевич, инженер межкафедрального конструкторского бюро МКБ-74. Область научных интересов: механика остаточных напряжений.

ESTIMATE OF THE LIMIT ENDURANCE WITH CYCLE LIMIT AMPLITUDE DIAGRAM

Shlyapnikov P.A.¹, Kirpichev V.A.¹, Chulakov A.T.¹

¹Samara National Research University, Samara, Russia, pawel777000@yandex.ru

Keywords: tensile-compression, residual voltages stress, asymmetry of the cycle, diagram of the limit amplitudes cycle.

There are results of the calculation and experimental determination of limit endurance of cylindrical strengthened samples with cuts of a semicircular profile. There is possibility of using a cycle limit amplitude diagram to determine the increment of the limit amplitude at different compressing average stresses under tensile-compression conditions.