

УДК 539.3

А. В. ПЛАЩИНСКАЯ

Институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины, Киев, Украина

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АСИММЕТРИИ ЦИКЛА НАГРУЖЕНИЯ НА КИНЕТИКУ РОСТА УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН

В рамках теоретической модели роста усталостной трещины, построенной на концепциях механики разрушения и механики непрерывной поврежденности, исследуется влияние асимметрии цикла нагружения на кинетику усталостного разрушения. Получено численно-аналитическое решение задачи о росте центральной трещины в тонкой пластине конечных размеров из алюминиевого сплава 7075-T6 при одноосном многоцикловом асимметричном нагружении. Использование критерия эквивалентных напряжений позволяет свести асимметричный цикл нагружения к эквивалентному по времени разрушения симметричному циклу. Результаты расчета при различных степенях асимметрии цикла нагружения удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Ключевые слова: асимметричный цикл нагружения, скорость усталостной трещины, пластина конечных размеров, одноосное растяжение-сжатие, поврежденность, пластическая зона.

Введение

Многие элементы конструкций в двигателестроении, авиации, судостроении подвержены сложному комплексу статических и циклических нагрузок с различной степенью асимметрии цикла нагружения. Экспериментальными данными подтверждено, что степень асимметрии цикла оказывает существенное влияние на скорость роста усталостных трещин. Прогнозирование долговечности конструкций, эксплуатируемых в условиях циклического нагружения, осуществляется на основе определения кинетики роста усталостной трещины. Поэтому необходимо установить кинетические соотношения для оценки скорости роста усталостных трещин, учитывающие широкий диапазон степени асимметрии цикла нагружения и удобные при практическом использовании.

Решение проблемы экспериментальным путем связано с проведением сложных, экспериментов, дорогостоящих натурных испытаний и получения на их основе эмпирических зависимостей.

Настоящая работа является развитием теоретического подхода [1, 3], основанного на совместном рассмотрении концепций механики разрушения и механики непрерывной поврежденности. В рамках двухстадийной модели роста усталостной трещины получено численно-аналитическое решение задачи о скорости роста центральной трещины в пластине конечных размеров при асимметричном циклическом растяжении-сжатии. Результаты расчета сопоставлены с экспериментальными данными для алюминиевого сплава 7075-T6 при различных степенях, асимметрии. Исследовано влияние параметров

асимметричного циклического нагружения на кинетику усталостной трещины.

1. Постановка задачи

Рассматривается тонкая пластина длиной H , шириной W , ослабленная центральной трещиной начальной полудлины ℓ_0 . Берега трещины свободны от нагрузки. Пластина находится под действием одноосной циклической нагрузки, вызывающей номинальные циклические напряжения $\tilde{\sigma}$

$$\tilde{\sigma} = \sigma_m + \sigma_a g(n), \quad (1)$$

где σ_m и σ_a – среднее и амплитудное напряжения цикла;

$g(\cdot)$ – известная периодическая функция числа циклов нагружения n ($n = ft$);

t – физическое время;

f – частота нагружения.

Задача заключается в определении и анализе функциональной зависимости между переменными, характеризующими кинетику роста трещины, параметрами асимметричного нагружения, набором коэффициентов и материальных констант \tilde{N}_i ($i = 1, k$), вида

$$\frac{d\ell}{dn} = F_1(\sigma_a, \sigma_m, R, \ell, H, W, C_i) \quad (2)$$

или

$$\frac{d\ell}{dn} = F_2(\sigma_a, \sigma_m, R, \Delta K, H, W, C_i), \quad (3)$$

где ΔK – размах коэффициента интенсивности напряжений;

$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$ – коэффициент асимметрии цикла;

$\sigma_{\max} = \sigma_m + \sigma_a$;

$\sigma_{\min} = \sigma_m - \sigma_a$ – максимальное и минимальное напряжения цикла, соответственно.

2. Исходные соотношения и гипотезы

При решении задачи воспользуемся гипотезой о том, что любой асимметричный цикл нагружения (рис.1) можно свести к эквивалентному по числу циклов разрушения $n = n_R$ симметричному циклическому нагружению $R = -1$ при помощи соответствующего критерия эквивалентных напряжений вида [2]

$$\tilde{\sigma}_{\text{eqv}} = \tilde{\sigma}_a = \sigma_a \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\pi \sigma_m}{2 \sigma_B} \right)^2 \right]^{-\eta}, \quad (4)$$

где $\tilde{\sigma}_a$ – амплитудное напряжение эквивалентного симметричного цикла;

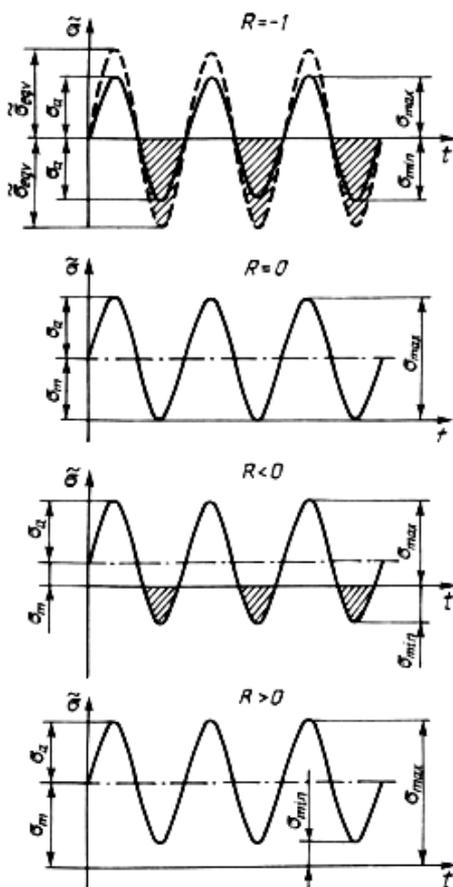


Рис. 1. Виды асимметричных циклов

η – коэффициент чувствительности асимметрии цикла.

Считаем, что в каждой произвольной точке пластины x в момент времени n ; накапливаются усталостные повреждения, выраженные скалярной функцией поврежденности $\omega(x, n)$. В начальный момент времени $\omega(x, 0) = 0$, а в момент разрушения $n = n_R$ функция $\omega(x, n_R) = 1$.

В качестве модели усталостной трещины (рис. 2) воспользуемся модифицированной моделью Дагдейла [4]. Трещину рассматриваем как узкую щель, у вершины которой вследствие циклического нагружения формируются две тонкие пластические зоны. Первая – в течение полупериода нагружения, длина которой зависит от максимального напряжения в цикле. Напряжения в ней ограничены пределом текучести материала σ_Y . Вторая – циклическая пластическая зона $\lambda(\ell)$, образуется в полупериодах разгрузки. Ее длина при плоском напряженном состоянии определяется размахом напряжений $\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$, а напряжения по ее длине изменяются от $-\sigma_Y$ до σ_Y . За пределами пластической зоны материал пластины деформируется линейно-упруго вплоть до разрушения.

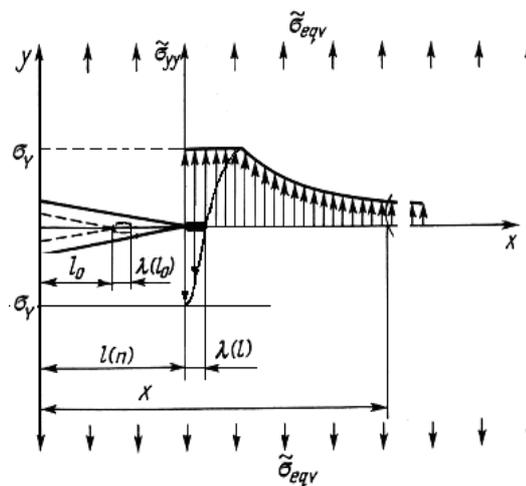


Рис. 2. Модель концевой зоны трещины

Трещина растет скачкообразно на длину циклической пластической зоны в момент времени, когда величина поврежденности $\omega = 1$ по длине этой зоны.

Решение задачи состоит в совместном рассмотрении краевой задачи теории упругости с подвижной границей при плоском напряженном состоянии и эволюционного уравнения накопления усталостных повреждений. Напряженное состояние пластины в произвольный момент времени n , согласно

принципу подобия, определяется из тех же соотношений, что и при статическом нагружении.

Таким образом, система разрешающих уравнений включает:

1. Уравнения равновесия

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{xx}(n)}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}(n)}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xy}(n)}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}(n)}{\partial y} &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

2. Уравнения совместности

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) (\sigma_{xx}(n) + \sigma_{yy}(n)) = 0. \quad (6)$$

3. Граничные условия для рассматриваемой пластины имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_{xx}(n) \cdot \cos(\nu, x) &= 0, \quad x = \pm \frac{W}{2}, \quad -\frac{H}{2} \leq y \leq \frac{H}{2}; \\ \sigma_{yy}(n) \cdot \cos(\nu, y) &= \\ &= \begin{cases} \pm \tilde{\sigma}, & y = \pm \frac{H}{2}; \quad -\frac{W}{2} \leq x \leq \frac{W}{2}; \\ 0, & y = 0 \quad \begin{cases} -\ell_0 \leq x \leq \ell_0 & 0 \leq n \leq n_*; \\ -\ell(n) \leq x \leq \ell(n) & n > n_*; \end{cases} \end{cases} \end{aligned} \quad (7)$$

где ν – нормаль к боковой поверхности;

n_* – длительность инкубационного периода.

4. Соотношение для определения длины циклической пластической зоны по модифицированной модели Дагдейла при циклическом нагружении [4]

$$\lambda(\ell(n)) = \frac{\pi}{8} \left(\frac{\Delta K_{\text{eff}} \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right)}{2\sigma_Y} \right)^2, \quad (8)$$

где ΔK_{eff} – эффективный коэффициент интенсивности напряжений для пластины конечных размеров при эквивалентном симметричном цикле нагружения.

5. Эволюционное уравнение накопления усталостных повреждений, описывающее процесс распространения усталостной трещины

$$\frac{\partial \omega(x, n)}{\partial n} = D \left[\frac{\Delta \sigma(x, n)}{1 - \omega} \right]^q \quad (9)$$

с начальными условиями

$$\begin{cases} \omega(x, 0) = 0, \\ \omega(x, n_R) = 1, \end{cases} \quad (10)$$

где $\omega(x, n)$ – скалярная функция поврежденности, определяющая уровень повреждений в произвольной точке x в момент времени n ;

$\Delta \sigma(x, n)$ – размах эквивалентного напряжения в каждой точке пластины;

D и q – коэффициенты, определяющие сопротивление материала усталостному разрушению.

3. Определяющие уравнения модели роста усталостной трещины

В результате совместного решения системы уравнений (4)-(10) получаем основные соотношения модели роста усталостной трещины [3]

$$\begin{cases} \frac{d\ell}{dn} = \left(1 + \frac{1}{q} \right) D \frac{1}{[2\lambda(\ell(n))]^{\frac{q}{2}-1}} \cdot \left(\tilde{\sigma}_a \sqrt{\ell} \cdot f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right) \right)^q, \\ n_* = \frac{1}{(1+q)D} \left[\frac{1}{\tilde{\sigma}_a} \right]^q \left[\frac{2\lambda(\ell_0)}{\ell_0} \right]^{\frac{q}{2}} \cdot f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell_0}{W} \right)^{-q} \end{cases}, \quad (11)$$

где первое уравнение описывает стадию роста трещины, а второе – длительность инкубационного периода.

Длина циклической пластической зоны с учетом конечности размеров пластины и асимметрией цикла нагружения определяется из соотношения

$$\lambda(\ell(n)) = \frac{1}{8} \left(\frac{\pi \tilde{\sigma}_a \cdot f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right)}{2\sigma_Y} \right)^2 \ell(n) \quad (12)$$

или с учетом

$$\Delta K_{\text{eff}} = \tilde{\sigma}_a \sqrt{\pi \ell} \cdot f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right), \quad (13)$$

где принято, что при $R = -1$ $\Delta K_{\text{eff}} = K_{\text{max}}$, получим

$$\frac{d\ell}{dn} = \left(1 + \frac{1}{q} \right) D \frac{2^{q-2}}{\pi^{q-1}} \cdot (2\sigma_Y)^{\frac{q}{2}-1} \cdot \Delta K_{\text{eff}}^2 \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right)^{-q}. \quad (14)$$

4. Определение коэффициентов уравнений и материальных констант

Для решения задачи по соотношениям (11) или (14) необходимо определить постоянные материала σ_Y , σ_B , а также коэффициенты D , q и η .

Величины σ_Y , σ_B определяются по результатам стандартных испытаний гладких цилиндрических образцов на кратковременную прочность, непосредственно по диаграмме растяжения « $\sigma - \epsilon$ ».

Коэффициенты D , q определяются из базовых экспериментов по усталостному разрушению гладких цилиндрических образцов в условиях симметричного растяжения-сжатия аппроксимацией экспериментальных данных уравнением

$$n_R = \left[(1+q)D(\sigma_a)^q \right]^{-1}, \quad (15)$$

где n_R – число циклов до разрушения гладкого цилиндрического образца.

Коэффициент η характеризует чувствительность материала к асимметрии цикла нагружения и определяется из экспериментов на усталость гладких цилиндрических образцов в условиях растяжения-сжатия при различных степенях асимметрии цикла путем минимизации функционала (рис. 3).

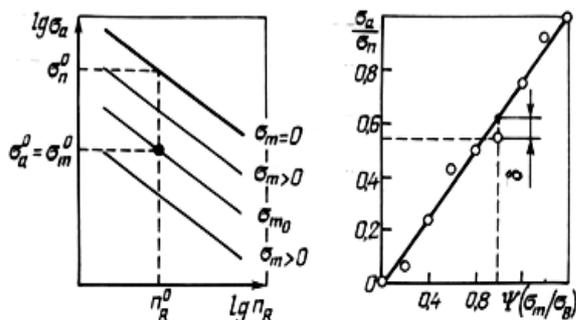


Рис. 3. Определение коэффициента чувствительности асимметрии цикла η

$$\Phi \left(\psi \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_B} \right), \eta \right) = \sum_{i=1}^k \left[\psi \left(\frac{\sigma_{m_i}}{\sigma_B} \right) - \left(\frac{\sigma_{a_i}}{\sigma_n} \right) \right]^2 = \min, \quad (16)$$

где $i=1, k$ – число экспериментов при различных видах асимметрии цикла;

σ_{a_i} и σ_{m_i} – амплитудное и среднее напряжения i -того асимметричного цикла;

σ_n – предел усталости симметричного цикла нагружения, соответствующий одинаковой долговечности n .

Представляя функционал в виде

$$\psi \left(\frac{\sigma_{m_i}}{\sigma_B} \right) = \left[\cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{\sigma_{m_i}}{\sigma_B} \right) \right]^\eta, \quad (17)$$

получим выражение для определения η в виде

$$\eta = \left(\lg \sigma_{a_i} - \lg \sigma_n \right) \left\{ \lg \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} \frac{\sigma_{m_i}}{\sigma_B} \right) \right] \right\}. \quad (18)$$

Полученные из экспериментальных данных [5] значения коэффициентов для алюминиевого сплава 7075-T6 сведены в табл. 1.

5. Решение задач

Рассмотрим пластину из алюминиевого сплава 7075-T6 шириной $W = 0,305$ м, длиной $H = 0,891$ м с центральной трещиной начальной полудлины $\ell_0 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ м при многоцикловом асимметричном одноосном растяжении-сжатии.

Определим скорость роста трещины ℓ при различных коэффициентах асимметрии цикла нагружения.

Выражение корректирующей функции, используемое при решении данной задачи, построенное на основе аппроксимации численного решения, представлено в работе [6] и имеет вид

$$f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right) = 1,01 - 0,1996 \left(\frac{2\ell(n)}{W} \right) + 1,829 \left(\frac{2\ell(n)}{W} \right)^2 - 3,0682 \left(\frac{2\ell(n)}{W} \right)^3 + 3,2197 \left(\frac{2\ell(n)}{W} \right)^4. \quad (19)$$

Поскольку при построении модели асимметричные циклы сводятся к эквивалентному симметричному циклу, рассмотрим первоначально пластину при одноосном симметричном растяжении-сжатии $R = -1$.

На рис. 4 приведены зависимости скорости роста усталостной трещины $d\ell/dn$ от длины ℓ (рис. 4, а) и от размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK (рис. 4, б). Зависимости построены при различных уровнях σ_a симметричного цикла (1 – $\sigma_a = 207$ МПа, 2 – $\sigma_a = 138$ МПа, 3 – $\sigma_a = 103$ МПа, 4 – $\sigma_a = 69$ МПа, 5 – $\sigma_a = 34$ МПа). Сплошными линиями (—) нанесены результаты расчета согласно теоретической двухстадийной модели роста усталостной трещины по соотношениям (11) и (14), соответственно рис. 4, а и рис. 4, б. Экспериментальные данные [7] обозначены согласно указанным выше значениям σ_a (1 – □, 2 – ●, 3 – Δ, 4 – ■, 5 – ○). Из рис. 4 видно, что скорость распространения трещины растет с увеличением значений σ_a .

В интервале скоростей от 10^{-7} до 10^{-5} м/цикл получено наилучшее согласование результатов расчета с экспериментальными данными, что соответствует напряжениям $\sigma_a \in [69 \text{ МПа}, 138 \text{ МПа}]$. При напряжениях $\sigma_a = 34 \text{ МПа}$ и $\sigma_a = 207 \text{ МПа}$ результаты

Таблица 1

Механические свойства и материальные константы алюминиевых сплавов 2024-T3 и 7075-T6

Сплав	σ_Y , МПа	σ_B , МПа	D , $(\text{МПа}^q \cdot \text{цикл})^{-1}$	q	η
7075-T6	523	571	$3,33 \cdot 10^{-29}$	9,23	3.57

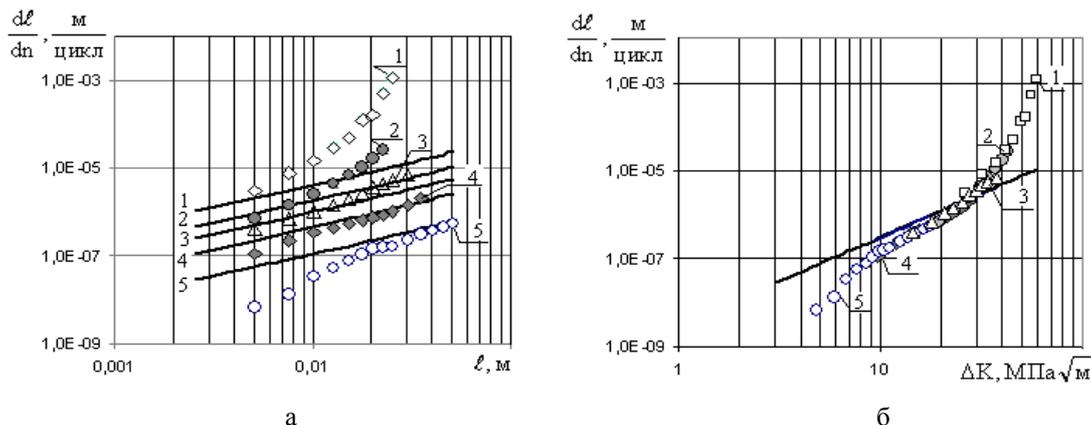


Рис. 4. Зависимости скорости роста усталостной трещины $d\ell/dn$ от длины ℓ (а) и от размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK (б) при симметричном цикле $R = -1$ для различных значений амплитудного напряжения (1 – $\sigma_a = 207$ МПа (□ – эксперимент, — расчет); 2 – $\sigma_a = 138$ МПа (● – эксперимент, — расчет); 3 – $\sigma_a = 103$ МПа (Δ – эксперимент, — расчет); 4 – $\sigma_a = 69$ МПа (■ – эксперимент, — расчет); 5 – $\sigma_a = 34$ МПа (○ – эксперимент, — расчет))

находятся в пределах одного порядка, что вполне удовлетворительно для усталостного разрушения.

Для асимметричного циклического растяжения-сжатия построим зависимости скорости роста усталостной трещины $d\ell/dn$ от длины ℓ и от размаха коэффициента интенсивности напряжений для эквивалентного симметричного цикла

$$\Delta K_{eff} = \sigma_a \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\pi \sigma_m}{2\sigma_B} \right)^2 \right]^{-\eta} \sqrt{\pi \ell} \cdot f \left(\frac{H}{W}, \frac{\ell(n)}{W} \right). \quad (20)$$

На рис. 5 приведены зависимости скорости роста усталостной трещины $d\ell/dn$ от длины ℓ (рис. 5 а) и от размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{eff} (рис. 5, б) при циклическом нагружении с коэффициентом асимметрии $R = -0,8$,

где 1 – $\sigma_a = 138$ МПа, $\sigma_m = 17$ МПа (● – эксперимент, — расчет); 2 – $\sigma_a = 121$ МПа, $\sigma_m = 17$ МПа (Δ – эксперимент, — расчет).

На рисунке 6 построена кинетическая диаграмма роста усталостной трещины при различных степенях асимметрии цикла. Экспериментальные данные [7], обозначенные на рис. 6 цифрами, соответствуют следующим параметрам асимметричного нагружения:

- 1 – $R = -1$ ($\sigma_a = 34$ МПа, 69 МПа, 103 МПа, 138 МПа, 207 МПа);
- 2 – $R = -0,8$ ($\sigma_a = 138$ МПа, $\sigma_m = 172$ МПа; $\sigma_a = 121$ МПа, $\sigma_m = 17$ МПа);
- 3 – $R = -0,33$ ($\sigma_a = 138$ МПа, $\sigma_m = 69$ МПа; $\sigma_a = 69$ МПа, $\sigma_m = 34$ МПа);

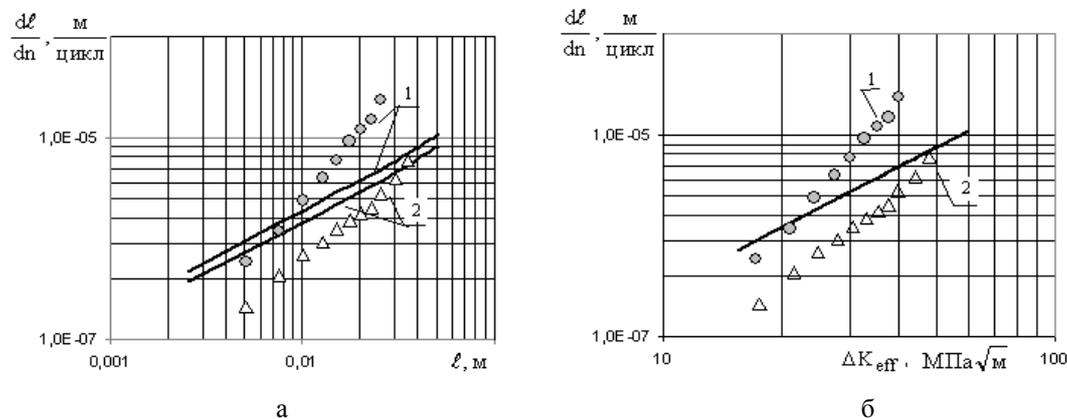


Рис. 5. Зависимости скорости роста усталостной трещины $d\ell/dn$ от длины ℓ (а) и от размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{eff} (б) при асимметричном цикле $R = -0,8$, где 1 – $\sigma_a = 138$ МПа, $\sigma_m = 17$ (● – эксперимент, — расчет); 2 – $\sigma_a = 121$ МПа, $\sigma_m = 17$ (Δ – эксперимент, — расчет)

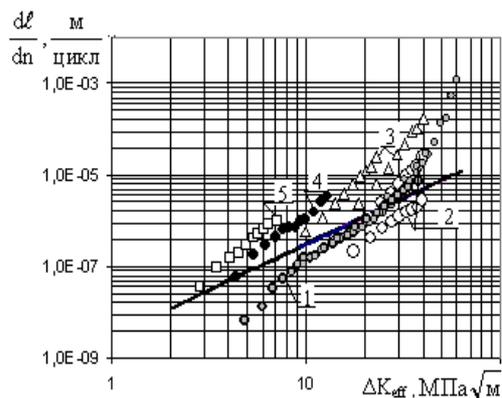


Рис. 6. Кинетическая диаграмма роста усталостной трещины при различных степенях асимметрии цикла ($R = -1$ (1); $-0,8$ (2); $-0,33$ (3); 0 (4); $0,5$ (5), — расчет по модели)

4 – $R = 0$ ($\sigma_a = 34$ МПа, $\sigma_m = 34$ МПа);

5 – $R = 0,5$ ($\sigma_a = 21$ МПа, $\sigma_m = 69$ МПа).

Результаты расчета по модели (—) сводятся к единой прямой – эквивалентному симметричному циклу нагружения.

Из анализа экспериментальных данных [7] видно, что скорость роста усталостной трещины при разных коэффициентах асимметрии цикла зависит от сочетания параметров σ_a и σ_m . При фиксированных значениях $\sigma_a = \text{const}$ скорость возрастает с увеличением σ_m . При фиксированных значениях $\sigma_m = \text{const}$ скорость возрастает с увеличением σ_a .

При различных степенях асимметрии цикла (как для знакоположительных ($R \geq 0$), так и знакопеременных ($R < 0$) циклов) получено удовлетворительное качественное и количественное согласование теоретической модели, построенной из совместного рассмотрения концепций механики непрерывной поврежденности и механики разрушения, с экспериментальными данными.

Заключение

На основе теоретической двухстадийной модели роста усталостной трещины с использованием критерия эквивалентности напряжений, сводящего асимметричное циклическое нагружение к эквивалентному по числу циклов нагружения, получено

численно-аналитическое решение задачи о росте усталостной трещины в тонкой пластине конечных размеров при одноосном асимметричном нагружении. Построены зависимости скорости роста трещины от ее длины ℓ и размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{eff} , которые показывают удовлетворительное согласование как качественно, так и количественно, результатов расчета по теоретической модели и данных экспериментов для алюминиевого сплава 7075-T6. Результаты расчетов показывают, что модель применима при различных видах асимметричных циклов $R < 0$ и $R \geq 0$.

Литература

1. Голуб, В. П. Феноменологическая модель роста усталостной трещины в идеально-пластических бесконечных пластинках при одноосном симметричном знакопеременном нагружении [Текст] / В. П. Голуб, А. В. Плащинская // Прикл. механика. – 2005. – Т. 41(51), № 12. – С. 116-127.
2. Плащинская, А. В. Кинетика роста усталостных трещин в тонких пластинках конечных размеров при асимметричном нагружении [Текст] / А. В. Плащинская // Вісник НТУУ КПІ Машинобудування. – 2010. – Вып. 58. – С. 189-194.
3. Plashchynska, A. V. Fatigue fracture of thin rectangular plates with central crack under uniaxial high-cyclic symmetrical loading [Text] / A. V. Plashchynska, P. N. Baranova // Pr. of XLI Summer School Conference APM 2013. – 2013. – P. 163-171.
4. Newman, J. C., Jr. FASTRAN-II – A fatigue crack growth structural analysis program [Text] / J. C., Jr. Newman // NASA-TM-104159. – 1992. – 103 p.
5. Axial-Load Fatigue Properties of 24S-T and 75S-T Aluminum Alloy as Determined in Several Laboratories [Text] / H. J. Grover, W. S. Hylar, P. Kuhn, C. B. Landers, F. M. Howell // NASA TN-2928. – 1953. – 64 p.
6. Саврук, М. П. Коэффициенты интенсивности напряжений в телах с трещинами [Текст] / М. П. Саврук // Механика разрушения и прочность материалов. – Т. 2. – К.: Наук. думка, 1988. – 618 с.
7. Hudson, C. M. Effect of stress ratio of fatigue crack growth in 7075-T6 aluminum-alloy sheet [Text] / C. M. Hudson, J. T. Scardina // TMX -60125. – 1967. – 27 p.

Поступила в редакцию 1.06.2014, рассмотрена на редколлегии 12.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В. П. Голуб, институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины, Киев.

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ АСИМЕТРІЇ ЦИКЛУ НАВАНТАЖЕННЯ НА КІНЕТИКУ
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТРІЩИН ВТОМИ***А. В. Плащинська*

В рамках теоретичної моделі розповсюдження тріщини втоми, побудованої на концепціях механіки руйнування і механіки неперервного пошкодження, досліджується вплив асиметрії циклу навантаження на кінетику руйнування внаслідок втоми. Отримано чисельно-аналітичне рішення задачі про розповсюдження центральної тріщини в тонкій пластині кінцевих розмірів з алюмінієвого сплаву 7075 - Т6 при одновісному багаточисельному асиметричному навантаженні. Використання критерію еквівалентних напружень дозволяє звести асиметричний цикл навантаження до еквівалентного за часом руйнування симетричного циклу. Результати розрахунку при різних ступенях асиметрії циклу навантаження задовільно узгоджуються з експериментальними даними.

Ключові слова: асиметричний цикл навантаження, швидкість тріщини втоми, пластина кінцевих розмірів, одновісний розтяг-стиск, пошкодження, пластична зона.

**ANALYSIS OF THE STRESS RATIO EFFECT ON THE KINETICS
OF FATIGUE CRACK GROWTH***A. V. Plashchynska*

Within the framework of the theoretical model of fatigue crack growth, based on the concepts of fracture mechanics and continuum damage mechanics, the influence of asymmetry cycle loading on the kinetics of fatigue fracture is investigated. Numerically - analytical solution for the growth of the central crack in thin finite plate of aluminum alloy 7075-T6 under uniaxial multicyclic asymmetrical loading is obtained. Using the equivalent stresses criterion allows to reduce asymmetrical loading cycle to the equivalent symmetrical cyclic loading on rupture time. The calculation results for different degrees of asymmetrical cyclic loading agree well with experimental data.

Key words: asymmetrical loading cycle, the rate of fatigue crack, the finite plate, uniaxial tension-compression, damage, the plastic zone.

Плащинская Алла Викторовна – канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отдела механики ползучести, Институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины, Киев, Украина, e-mail: creep@inmech.kiev.ua.