



Höhere Werkstoffmechanik – Übungsblatt Nr. 6

Thema: Unterkritische Rissausbreitung

Formelsammlung

1. Spannungsrissskorrosion

Bereich I: $\frac{da}{dt} = A \cdot K^n$ (bei keramischen Werkstoffen stark ausgeprägt)

Bereich II: $\frac{da}{dt} = const.$ (bei Metallen stark ausgeprägt)

$$\text{Lebensdauerberechnung: } t_B = \int_{a_i}^{a_c} \frac{1}{\frac{da}{dt}} da$$

$$\rightarrow \text{für Keramiken: } t_B = B \cdot \sigma_c^{n-2} \cdot \sigma^{-n}$$

σ_c Inertfestigkeit

σ tatsächliche Belastung

2. Ermüdungsrisssausbreitung

Paris-Gleichung: $\frac{da}{dN} = C \cdot \Delta K^m$

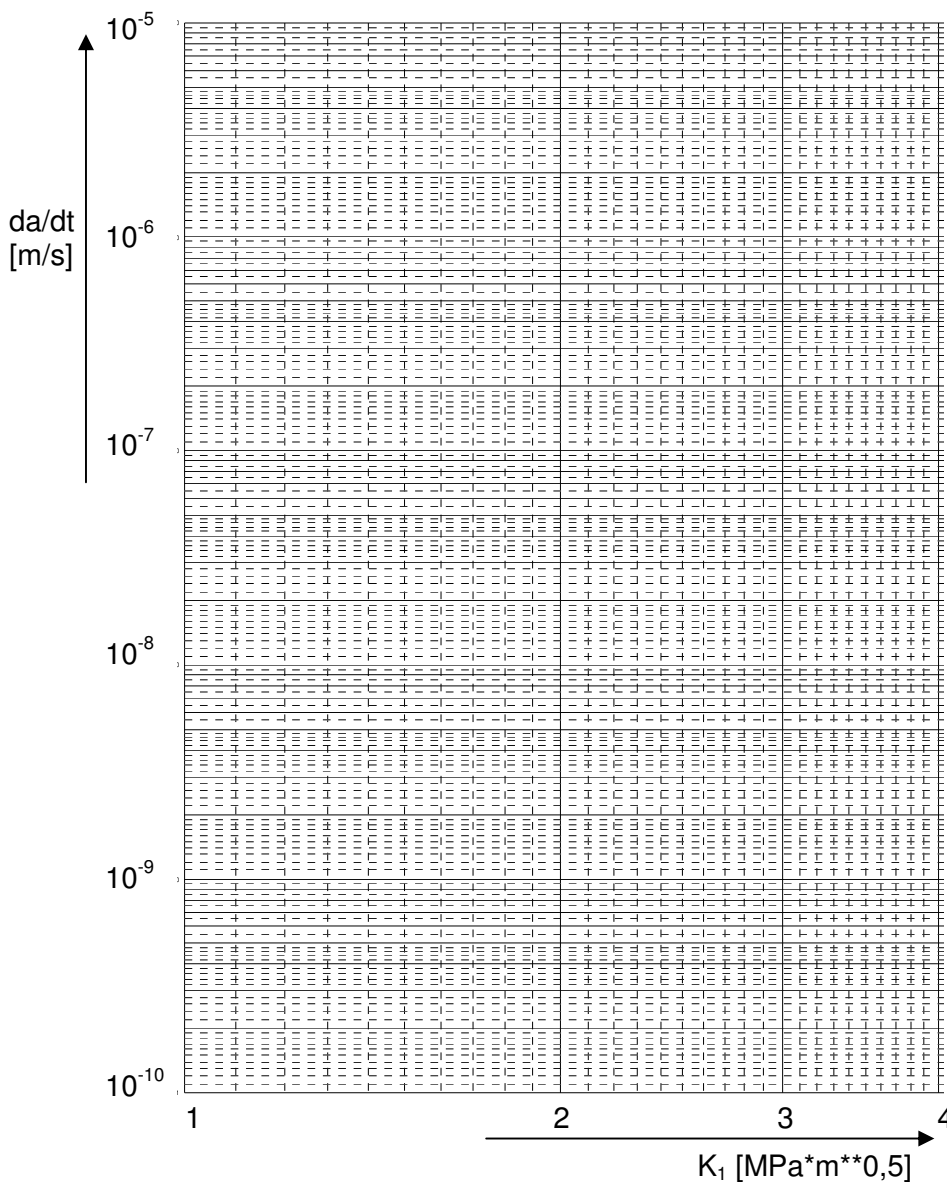
$$\text{Lebensdauerberechnung: } N_B = \int_{a_i}^{a_c} \frac{1}{C \cdot \Delta K^m} da = \frac{1}{C \cdot \Delta \sigma^m} \int_{a_i}^{a_c} \frac{1}{a^{\frac{m}{2}} Y^m} da$$

Aufgabe 1 (Prüfungsaufgabe Juli 2003)

Zur Ermittlung der da/dt - K_1 -Kennlinie des unterkritischen Risswachstums (das, was bei Metallen der Spannungsrissskorrosion entspricht) eines keramischen Werkstoffs werden einseitig angerissene Proben (jeweils kleine Anrisse) mit der konstanten äußeren Spannung $\sigma=20\text{MPa}$ belastet. In Abhängigkeit der Risslänge a werden die folgenden Risswachstumsgeschwindigkeiten gemessen:

a [mm]	da/dt [m/s]
3,07	0
3,65	$1 \cdot 10^{-10}$
4,29	$3,6 \cdot 10^{-9}$
4,97	$1 \cdot 10^{-7}$
5,71	$2,3 \cdot 10^{-6}$

1. Wie groß ist der Schwellwert $K_{1,th}$ der unterkritischen Rissausbreitung?
2. Tragen Sie in das beiliegende log-log-Papier die Kennlinie des unterkritischen Risswachstums ein.
3. Ermitteln Sie die Parameter A und n des unterkritischen Risswachstums.



Aufgabe 2

Welcher Belastung σ darf ein keramisches Bauteil maximal ausgesetzt werden, damit es innerhalb von $t_B=100000h$ nicht durch das unterkritische Risswachstum eines $100\mu m$ großen Randrisses versagt?

Materialparameter: $B = 1,6 \cdot 10^{-6}$, $n = 30$, $K_{IC} = 3MPa\sqrt{m}$ (Lebensdauer-Gleichung in Stunden, MPa und m).

Aufgabe 3 (Prüfungsaufgabe Juli 2001)

Per zerstörungsfreier Werkstoffprüfung wird festgestellt, dass sich in einer unter Zugspannung stehenden breiten Platte ein kleiner Randriss der Ausgangslänge $a_0=5mm$ befindet. Von der Belastung σ der Platte ist bekannt, dass σ mit konstanter Amplitude zwischen der Untergrenze $\sigma_{min}=0MPa$ und der Obergrenze $\sigma_{max}=30MPa$ oszilliert. Gelegentlich sind Spannungsspitzen von $\sigma_{Spitze}=150MPa$ zu erwarten.

Nach wie vielen Lastwechseln ist mit instabiler Ausbreitung des detektierten Risses zu rechnen?

Angaben zum Werkstoffverhalten:

Risszähigkeit: $K_{IC} = 50MPa\sqrt{m}$

Risswachstumsgesetz: $\frac{da}{dN} = 3 \cdot 10^{-11} (\Delta K)^4$

(ΔK in $MPa\sqrt{m}$ m da/dN in m/Lastwechsel).

Aufgabe 4

Die in die Paris Gleichung eingehenden Materialparameter C und m sind aus den folgenden experimentellen Ergebnissen eines Griffith-Risses unter der zwischen $\sigma_{min}=0$ und $\sigma_{max}=100N/mm^2$ oszillierenden Belastung zu bestimmen:

- Für eine Rissverlängerung von $2a=3,9mm$ bis $4,1mm$ werden 206000 Lastwechsel benötigt.
- Für eine Rissverlängerung von $2a=7,9mm$ bis $8,1mm$ werden 51000 Lastwechsel benötigt.

a) Wie groß sind die Rissgeschwindigkeiten bei $a=2mm$ und $a=4mm$?

b) Bestimmen Sie die in die Paris Gleichung eingehenden Materialparameter C und m.