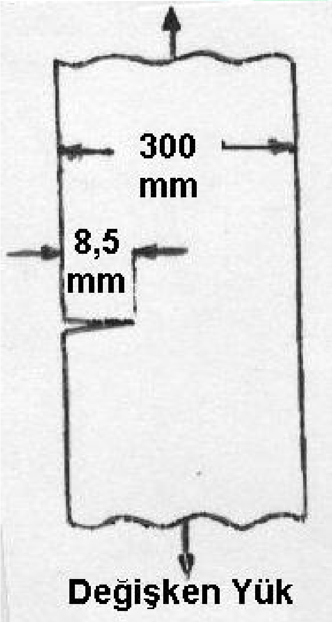
KIRILMA MEKANİĞİ UYGULAMALARI

ÖRNEK 1



Kalınlığı 3 cm, genişliği 30cm olan uzun bir plaka var, Muayene tekniği esası kullanılarak 8,5 mm uzunluğunda ilk kenar çatlağının var olduğu farz edilmiştir. 1,8 MN ve 2,7 MN arasında saykıllı çekme kuvvetine maruz bırakılmıştır. 90 000 saykıllık ömür parçadan istenmektedir.

Bu istek gerçekleşir mi ? Bir ömür düzeltme hesabı aranmasında dizayncı için kritik olacak seçme şartlarını tartışmaya açın? Metal özellikleri ;

K_{IC}=80 $MNm^{-3/2}$

10^{-9}M/saykılda ΔK=5,1 $MNm^{-3/2}$

Paris kanunu katsayısı m=3,3

ÇÖZÜM:

$$\text{Numunenin kesit alanı} = 9000\,\text{mm}^2 \quad (30\text{x}300\text{mm}^2)$$

$$\text{Maksimum salınımlı gerilme} = \frac{2{,}7}{0{,}009} = 300\text{MNm}^{-2}$$

$$\text{Minumum salınımlı gerilme} = \frac{1{,}8}{0{,}009} = 200\text{MNm}^{-2}$$

Gerilim şiddeti faktörlerinin özeti olan referansa bakarsak orada kenarı çatlamış bir şeritte çekme halinde bir çözüm elde ederiz.Bu çözüm hem polinom hem de grafik olarak ortaya çıkar.

$$Q = \frac{K_I}{K_o} = 1{,}12 - 0{,}23\left(\frac{a}{b}\right) + 10{,}6\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 21{,}7\left(\frac{a}{b}\right)^3 + 30{,}4\left(\frac{a}{b}\right)^4 + ...$$

Burada a= Çatlak uzunluğu

$$K_0 = \sigma.(\pi.a)^{1/2}$$

b= Plaka genişliği

Çatlak uzunluğu kritik değeri = a_{kr}

$$a_{kr} = \left[\frac{K_{IC}}{Q.\pi^{1/2}.\sigma_{max}}\right]^2$$

İlk tahmini Q=1,12 bulunduğunu farz edersek

$$a_{kr} = \left[\frac{30}{1{,}12.\pi^{1/2}.300}\right]^2 = 0{,}01804\,m$$

Bu çatlak uzunluğu ile $\frac{a_{kr}}{b} = 0{,}06$ olur. Yukarda ki Q denklemin de bu değeri yerine koyarsak Q=1,14 bulunur. Q 'nün bu yeni değerinden sonra ;

$$a_{kr} = \left[\frac{80}{1{,}14.\pi^{1/2}.300}\right]^2 = 0{,}01742\,m \quad \text{olur.}$$

Birden fazla tekrarlamada Q=1,139 ve a_{kr} =0,01746 m olara bulunur bu durumu incelediğimizde a_{kr} çatlak uzunlukları sahsının bütününü artması için Q değişiminin küçük olması gerekir.Ortalama ömrün önceden bilinmesi için sabit değer Q =1,14 farz edilecektir.

Önceki denklemde sabit Q değeri durumunda tatbik ediliyordu ve a_i ilk çatlak uzunluğundan a_f son çatlak uzunluğuna çatlağın yayılması için

$$\Delta N = \frac{1}{C.Q^m.\pi^{m/2}.(\Delta\sigma)^m}.\frac{a_0^{1-m/2} - a_{kr}^{1-m/2}}{\frac{m}{2}-1}$$

Paris'in çatlak büyüme hızı denkleminde ; yani $\frac{da}{dN} = C.(\Delta K)^m$ verilen bilgiden C'yi çözersek C=4,624.10^{-12} m/saykıl değeri çatlak büyümesi içindir. Şimdi ihtiyatlı davranarak birbirini tutan birimleri sağlarsak

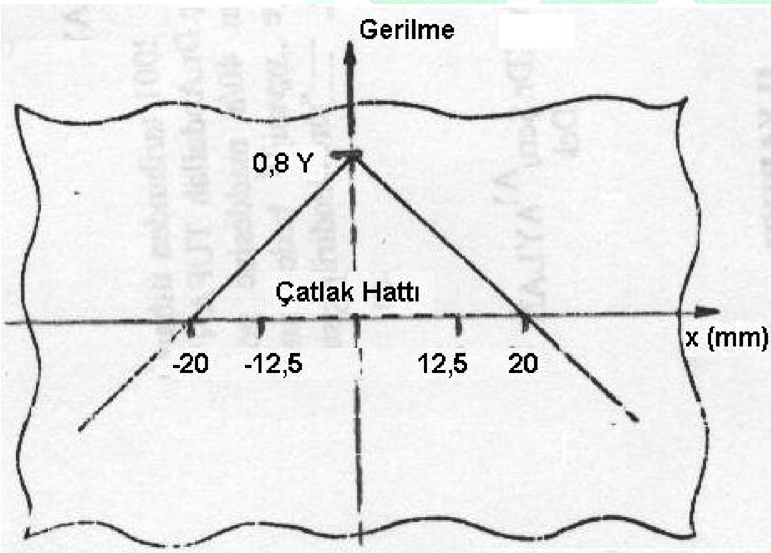
$$N = \frac{1}{4{,}624x10^{-12}.1{,}14^{3,3}.\pi^{1,65}.100^{3,3}}.\frac{0{,}0085^{-0,65} - 0{,}01746^{-0,65}}{0{,}65}$$

$$N = 68036 \text{ saykıl olur.}$$

Sonucuna bakarsak önceden bilinen parça ömrü emniyet faktörü olmasına rağmen 90000 saykıl ömrün gerçekleşmektedir Ömrü artırmak için dizayncı için mevcut seçenekler şunlardır.

a. Daha yüksek K_{IC} değerli bir parça kullanmak.Yani böylece kritik çatlak boyutu a_{kr} ve hata ile son bulacak ömür atmış olacaktır. (Bu faraziyeyi yaparken yorulma çatlağının büyüme karakteristiklerini değişmediği varsayacağız)
b. Tatbik edilen yükün max. değerlerini düşürmek. Böylece σ_{max} kritik çatlak boyutunun artmasına neden olur. Ömür düzeltilmiş olur.
c. Çatlak büyüme hızını düşürmek için ($\Delta\sigma$)'yı azaltmak.
d. Muayene tekniğini geliştirmek ve böylece farz edilen ilk hata boyutunu düşürmek. Örneğin; a_i'yı 8 mm den 6 mm 'ye düşürmekle ömür hesabı tekrarlanırsa, hata için 114280 saykıl elde edilir. Bu durumda da parça ömrü istenen 90000 saykılın üzerinde artmış olur.

Örnek 2:



Çatlaksız Artık Gerilme Sahası

Kaynak işleminin sonucu olarak parçalar fabrikasyon durumundan sonra akma gerilme değeri büyüklüğünde "artık gerilme" içeriler.

Böyle bir parça gerilimi alınmamış ve artık gerilme alanı şekilde ilginç bir bölge olarak gösterilmiştir. Toplam çatlak hattı uzunluğu 25 mm bulunmuştur. Bu durum şekilde gösterilmiştir.

a) Parça çekme gerilmesine maruz bırakılmıştır. Hangi gerilim seviyesinde hata verecektir? Yüklemeden önce hangi büyüklükte gerilim giderme yapılmalıdır?.

b) Eğer artık gerilimli parça salınımlı basma gerilimine maruz bırakılırsa,

min . Gerilme σ_{min} = -300 MN^{-2} σ_{max}=-100 MNm^{-2} oluyor,

toplam çatlak uzunluğunun 50mm 'ye varması için kaç yük saykılı veya tekrarı tatbik olmalıdır. Çatlak önlenebilecek midir?

Malzeme özelikleri :

$$\frac{da}{dN} = 10^{-9} m/saykıl$$

K_{IC}=120 MN $m^{-3/2}$, ΔK= 6,1 $MNm^{-3/2}$,

m=3,3 , σ_{ak}= 1000 Mm^{-2} şeklinde verilmiştir.

Bu örneğin amacı için plaka belirsiz derecede sonsuz büyüktür ve şekil doğrultma, düzeltme ve yükleme şeklinde sadece artar.

Çözüm:

a) Belirsiz bir plakada 2a çatlak uzunluğu için gerilim şiddeti faktörü K **"weight fonksiyonu"** açıklanmasından (literatürden) çıkartılabilinir.

$$K = 2\left(\frac{a}{\pi}\right)^{1/2} \int \frac{p(x)}{(a^2 - x^2)^{1/2}} dx$$

Sabit çatlak hattı basıncı için (P(x)) gerilim şiddeti faktörünü

$K = p(\pi a)^{1/2}$ buluruz. (1)

Yük lineer olarak değişirken $P(x) = b|x|$

$K = 2pBa^{3/2}.\pi^{-1/2}$ (2)

Böylece 12,5 mm lik çatlak uzunluğu için çatlak üzerindeki artık gerilme

$$\sigma_r = 0,8.\sigma_{ak}.\left[1 - 0,625\left(\frac{x}{a}\right)\right]$$

Bu (1) ve (2) denklem ifadelerinde

$p = 0,8.\sigma_{ak}$ ve $B = \dfrac{-0,625}{a}$ olduğundan, literatürde belirtilen yerine koyarak artık gerilmelerden elde edilen gerilim şiddeti faktörü

$$K_r = 0,8.\sigma_{ak}.(\pi a)^{1/2}\left[1 - \left(\frac{1,25}{\pi}\right)\right]$$

akma gerilmesini yerine koymakla ve çatlak uzunluğu a'yı yerine koymakla

K_r=95,33 $MNm^{-3/2}$ bulunur.

Hata halinde $K_{IC}=K_R + K\sigma$ olacaktır. Burada K_σ tatbik edilen (σ) geriliminden dolayı bulunan gerilim şiddeti faktörüdür.Böylece hata halinde K_σ =120-95,33=24,67 $MNm^{-3/2}$. Fakat

$K_\sigma = \sigma(\pi.a)^{1/2}$ dir. Bu yüzden hata durumunda gerilim mertebesi ;

$$\sigma = \frac{24,67}{(0,0125.\pi)^{1/2}} = 124,5\ MNm^{-2}\ \text{olur.}$$

(Tamamen gerilim giderme yapılmalı ki K_r=0 olsun)

Eğer parça kullanılmadan önce gerilimi alınmışsa yani K_r=0 sa bu durumda hata verilecek gerilme mertebesi

$$\sigma = \frac{120}{(0{,}0125.\pi)^{1/2}} = 605\ \text{MNm}^{-2}$$

b) Örnek 2 de ;

ana hatları belirtilmiş aşağıdaki işlemde çatlak büyüme hızlarını hesaplamak için ve de toplam ömrü hesaplamak için bir sonraki sayfada tablo meydana getirilmiştir.

Tablo çatlak uzunluklarında 2,5 mm'lik artışlarla 12,5mm'den 25 mm'e kadar artırımlar yapılarak hazırlanmıştır.

$$K_{\sigma_{max}} = -100.(0{,}0125.\pi)^{1/2} = -19{,}68\ \text{MNm}^{-3/2}$$
$$K_{\sigma_{min}} = -300.(0{,}0125.\pi)^{1/2} = -59{,}45\ \text{MNm}^{-3/2}$$

Kaynaklı Parçada Çatlak Büyümesi -Tablo 1

a(m)	da(m)	ΔK ($MN/m^{-3/2}$)	da/dN (m/saykıl)	da/dN (m/saykıl) (geom.anlm)	N
0,0125		39,77	$4{,}809x10^{-7}$		
	0,0025			$5{,}648\ x10^{-7}$	4427
0,015		43,40	$6{,}486x10^{-7}$		
	0,0025			$7{,}432x10^{-7}$	3364
0,0175		46,90	$8{,}377x10^{-7}$		
	0,0025			$8{,}650x10^{-7}$	2890
0,020		47,80	$8{,}922x10^{-7}$		
	0,0025			$5{,}878x10^{-7}$	4253
0,0225		33,77	$2{,}834x10^{-7}$		
	0,0025			$1{,}578x10^{-7}$	15754
0,025		17,76	$0{,}340x10^{-7}$		
				TOPLAM	30,688

Artık gerilmenin yardımı olduğundan

K_r= + 95,33 MNm$^{-3/2}$

Aşırı tekrarlı yüklemelerde toplam gerilim şiddetleri

$$K_{max} = K_{\sigma_{max}} + K_r = 75{,}65\ MNm^{-3/2}$$

$$K_{min} = K_{\sigma_{min}} + K_r = 35{,}88\ MNm^{-3/2}$$

Sonuç olarak, gerilim þiddeti faktörü alanı

$$\Delta K = K_{max} - K_{min} = 39{,}77\ MNm^{-3/2}$$

Bu değer tabloda gösterilmiştir.

Açıkça ΔK eğer K_r önemsenirse elde edilen gerilim şiddeti alanı değeri tam bir değerdir. Eğer biz, R oranı için düzeltmeyi tasarlarsak bu yalnızca çatlak büyüme hızını etkileyecektir

$$R = \frac{K_{\sigma_{min}}}{K_{\sigma_{max}}} \text{ olarak literatürde verilmişti.}$$

$$K_r \text{ ihmal edildiğinde } R = \frac{K_{\sigma_{min}}}{K_{\sigma_{max}}} = 3{,}02$$

$$K_r \text{ yi dikkate aldığımızda } R = \frac{K_{\sigma_{min}}}{K_{\sigma_{max}}} = 0{,}474 \text{ olur.}$$

Mamafih değişen R oranının etkilerini ihmal edeceğiz . Ve artık gerilmelerden dolayı artacak olan dramatik zararlara bu durumda daha çok uzak kalacağız.

a = 22,5 mm lik durumu incelersek

$$K_{\sigma_{max}} = -100.(0{,}0125.\pi)^{1/2} = -26{,}59 \text{ MNm}^{-3/2}$$

$$K_{\sigma_{min}} = -300.(0{,}0125.\pi)^{1/2} = -79{,}76 \text{ MNm}^{-3/2}$$

Bu durumda artık gerilmenin katkısını da hesaplamalıyız :

$$\sigma_r = 0{,}8.\sigma_{ak}.\left[1 - 1{,}125.\left(\frac{x}{a}\right)\right]$$

$$K_r = 0{,}8.\sigma_{ak}.(\pi a)^{1/2}.[1 - (2{,}25/\pi)] = +60{,}36 \text{ MNm}^{-3/2}$$

Aşırı tekrarlı yüklemelerde toplam gerilim şiddetleri :

$$K_{max} = K_{\sigma_{max}} + K_r = 33{,}77\ \text{MNm}^{-3/2}$$

$$K_{min} = K_{\sigma_{min}} + K_r = -19{,}4\ \text{MNm}^{-3/2}$$

Negatif bir açılma modundaki gerilim şiddeti faktörleri ifadesi fiziksel olarak çatlak yüzeylerinin birbiri üzerine gelmesini kabul edemez .Yükün tekrarlanması esnasında çatlak kapanması olurken gerilim şiddetinin minimum değeri 0 dır. O zaman;

$\Delta K = K_{max} - 0 = 33{,}77\ MNm^{-3/2}$

Açıkça bu durumda K_r den doğan katkıya önem verilmelidir .

ΔK değerlerinin tümünde K_r nin etkileri hesaba alınarak Tablo çıkarılmıştır. Çatlak büyüme hızlarını hesaplamak için Paris kanunu kullanırız.

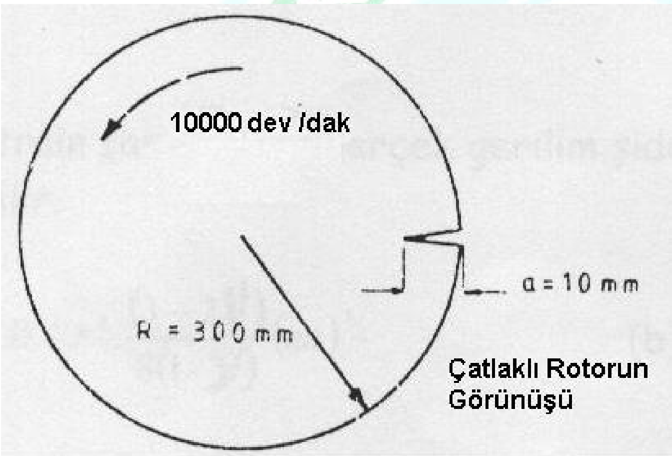
$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m \rightarrow \text{Paris Kanunu}$$
$$\text{Burada } m = 3{,}3$$

Verilen değerlerden C = $2{,}56.10^{-12}$ m/saykıl buluruz. Uygun ΔK değerlerinin ilave edilmesiyle Tabloda verilen ani değerle elde edilir. Cetvel şeklinde hesaplama 50 mm lik toplam çatlak uzunluğunu yaymak için istenen salınım sayısı 30688 olarak Problem 2 deki sıra boyunca bulunur. ΔK değerlerini incelenmesi gösterir ki gerilim şiddeti alanı 20 mm'nin üzerindeki çatlak yayılmalarında azalmakta ve bundan dolayı da çatlağın büyüme hızı keza düşmektedir. Gerçekten a=27,5 mm için uygun hesaplamalar yapmakla;

$$K_{max} = -0{,}083 MNm^{-3/2}$$
$$K_{min} = -58{,}87 MNm^{-3/2}$$

Görülüyor ki tam yükleme saykılları için çatlak kapanıyor ve bundan dolayı da çatlak büyümesi olmayacaktır.

Örnek 3 :

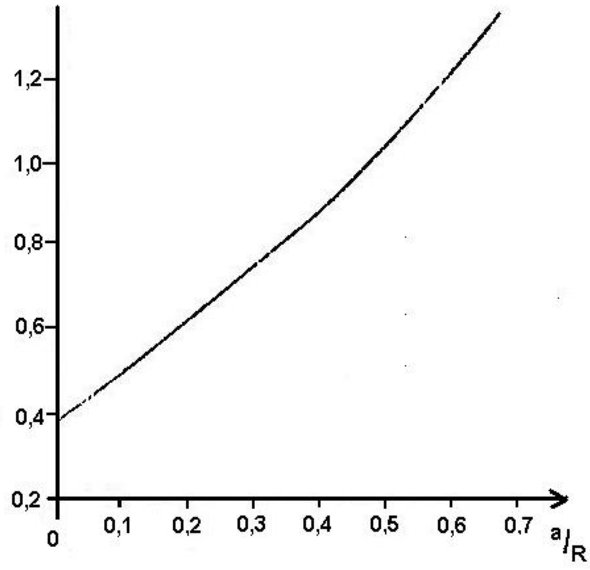


Çapı 300 mm olan dairesel bir rotor dakikada 10000 dev/dak hızla dönmektedir. Zarar toleransını belirtmek için konstrüktör radyal kenar çatlağı uzunluğunu 10 mm olarak farz etmesi gerekmiştir.

1. Kritik çatlak uzunluğu nedir?
2. Çatlak uzunluğu 30 mm'ye varmadan önce kaç kez rotor hızına erişile bilinir?

➢ Malzeme Özellikleri

$$K = Q.\rho.\omega^2.R^2.\frac{(3-2\nu)}{8(1-\nu)}.(\pi.a)^{1/2}$$



Yoğunluk = 7,9x103 kgm^{-3}

K_{IC} = 60 $MNm^{-3/2}$

M = 3

C = 5.10^{-11} m/saykıl

ν = 0,3

Çözüm:

ω açısal hızı ile dönen bir diskte a kenar çatlak uzunluğuna sahip bir durum için Q değerleri referansta verilmiştir. Grafik ileri integral dönüşümleri kullanılarak elde edilmiştir. Bu çözümün doğruluk payı oldukça yüksektir. Sonuçlar yukarıdaki şekilde Poison Oranı ν = 0,3 için grafik olarak gösterilmiştir.

Plane-strain şartlar için gerçek gerilim şiddeti açıklamalı grafik Q değerinden elde edilir.

$$K = Q.\rho.\omega^2.r^2.\frac{(3-2\nu)}{8(1-\nu)}.(\pi.a)^{1/2} \qquad \text{(b)}$$

a_{kr} çatlak uzunluğunu tayin etmek için tekrarlayıcı basit bir işlem kullanmak gerekecektir. İlk önce Q=0,5 (söylenilen hatada farz edilerek)

$$K_{IC} = 78.10^6 = (0,5.7,9.10^3).(1047)^2.\frac{(0,3)^2\,2,4}{8.0,7}(\pi.a)^{1/2}$$

Burada 1047 rad/san ≅ 10000 dev/dak'dır.

a_{kr}=0,0553 m = 55,3 mm

Bu a/R = 55,3/300 = 0,184'e eşittir. Bu Q = 0,6 değerine eşittir. Yukarıdaki hesabı Q = 0,6 için tekrarlarsak

a_{kr}=48,2 mm elde ederiz.

Bu işlem birbirine uyan Q değerinde a_{kr}=37,98 mm değerine dönüştürünce ömür hesabı normal cetveldeki iş sırasını izler.

Rotorda Çatlak Büyümesi-Tablo 2

a(m)	a/R	Q	Da (m)	ΔK ($MN/m^{-3/2}$)	da/dN (m/saykıl)	da/dN (m/saykıl) (geom.anlm)	N
0,01	0,033	0,4		23,68	$6,641x10^{-7}$		
			0,005			$1,090\ x10^{-6}$	4587
0,015	0,050	0,043		31,18	$1,516x10^{-6}$		
			0,005			$2,141\ x10^{-6}$	2335
0,02	0,66	0,45		37,68	$2,765\ x10^{-6}$		
			0,005			$3,611\ x10^{-6}$	1385
0,025	0,083	0,475		44,67	$4,457\ x10^{-6}$		
			0,005			$5,911\ x10^{-6}$	846
0,03	0,100	0,515		52,81	$7,364x10^{-6}$		
						TOPLAM	9153

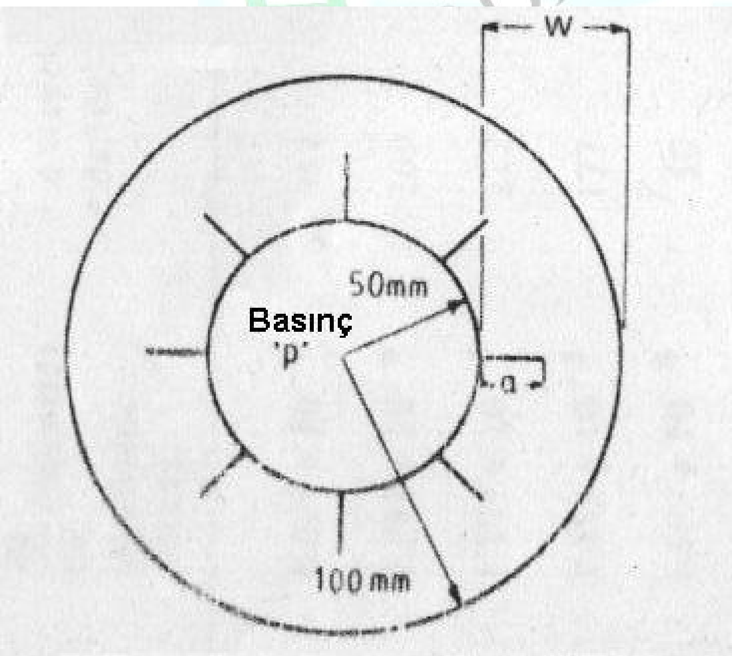
Tablo çatlak uzunluğundaki her 5 mm lik artış için 10-30 mm arasında yapılmıştır. Her bir çatlak uzunluğunda uygun Q değerini çıkartmak için a/R değerini hesaplarız. Gerilme şiddeti alanı (b) denklemi ile ortaya çıkan K değerleri ile verilir. Çünkü rotor durduğunda gerilme şiddeti min. olacaktır. Örnek K=0 tam liste tabloda verilmiştir.

Çatlak büyüme hızları direk olarak Paris'in denkleminden hesaplanır. $\frac{da}{dN} = C.(\Delta K)^m$ Burada

$C=5.10^{-11}$, $m=3,0$ olarak verilmiştir. Ortalama değer ve tekrar sayısını hesapladıktan sonra çatlağın 30 mm'e varması için toplam 9153 saykıl elde ederiz.

Örnek 4:

Portatif bir tüfek namlusu kesiti şekilde gösterilmiştir. Tekrarlı ateşleme altındaki namluda tekrarlı basınca maruz kalan 40 adet radyal çatlak, hızlı bir şekilde oluşmuştur. İlk çatlak uzunluğu 5 mm, basınç 400 MNm^{-2}, 10000 atışlık aşınma ömrünün önceden bilindiği esas alınarak namlunun yorulma ömrü istenmektedir. Namlu arzulanan bu özellikleri sağlar mı?



Çok radyal çatlağa sahip top namlusu

Bir değişiklik olarak namlunun tamamı kendi kendine yaşlandırma aşındırmasına maruz bırakılması amaçlanmıştır. (üretim esnasında iç akmaya fırsat vermek için deliğe yüksek basınç uygulanan bir işlem yapılır. Böylece delik etrafındaki alanda bası gerilmeleri avantaj sağlar.) Değişiklik yapıldıktan sonraki ömrü nedir?

Yandaki yeni namlu çevresi yüksek basınçta da iş görür. 10000 atışlık orijinal atımı sağlayan kendi kendine yaşlanması yapılan namlunun max. iş yapma basıncı nedir?

Malzeme Özellikleri :

$K_{IC}=90\ MNm^{-3/2}$,

$m= 3,1$,

$C=1,45x10^{-11}$ ise,

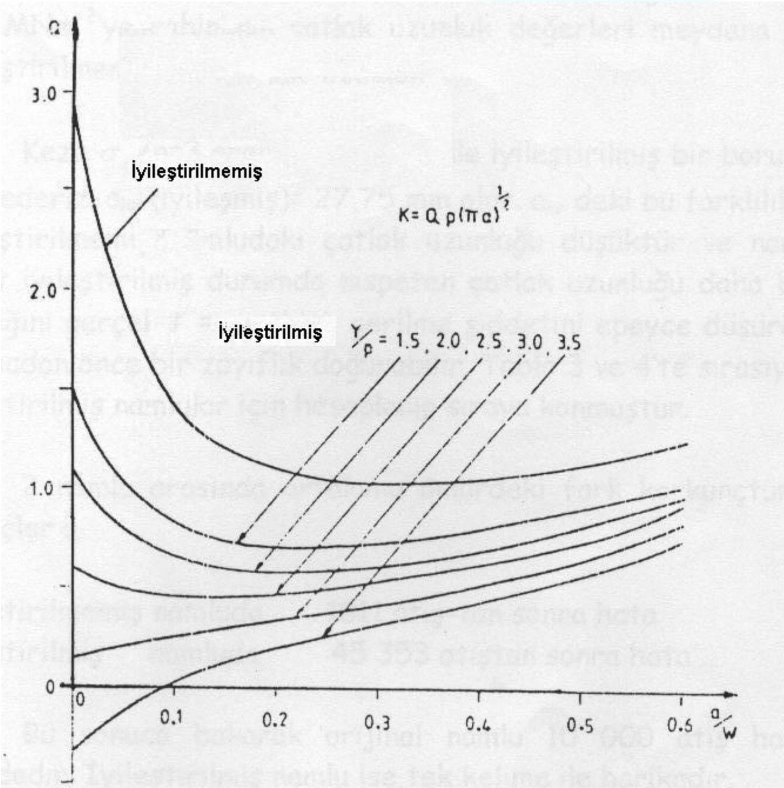
Çözüm :

40 radyal çatlak için uygun sonuçlar hem iyileştirilmiş hem de iyileştirilmemiş durumdaki basınç p'ye sahip borular için şekilde gösterilmiştir. İyileştirilmemiş namluda örnek tablo'daki gibi tekrarlı işlem iç basıncı 400 MNm^{-2}'ye sahip a_{kr} çatlak uzunluk değerleri meydana gelir. a_{kr}=18,8 mm (iyileştirilmemiş)

Keza $\sigma_a/p = 3$ oranı kabul etmekle iyileştirilmiş bir boru için eşit bir değer elde ederiz. a_{kr} (iyileşmiş)= 27,75 mm olur. a_{kr} deki bu farklılık dikkate değerdir. İyileştirilmemiş namludaki çatlak uzunluğu düşüktür ve namlu hata verebilir. Fakat iyileştirilmiş durumda nispeten çatlak uzunluğu daha büyüktür ve çatlak eğriliğini gerçek ömre etkisi, gerilme şiddetini epeyce düşürür. Kırılma şartları doğmadan önce bir zayıflık doğurabilir. Tablo 3 ve 4'te sırasıyla iyileştirilmemiş-iyileştirilmiş namlular için hesaplanıp sıraya konmuştur.

İyileştirilmemiş top namlusundaki çatlak büyümesi (İç basınç 400MN/m^{-2})-Tablo 3

a(m)	a/W	Q	da(m)	ΔK (MN/m$^{-3/2}$)	da/dN (m/saykıl)	da/dN (m/saykıl) (geom.anlm)	N
0,005	0,1	1,39		69,68	7,525x10^{-6}		
			0,0025			8,008 x10^{-6}	312
0,0075	0,15	1,18		72,45	8,491x10^{-6}		
			0,0025			9,581x10^{-6}	260
0,010	0,2	1,10		77,99	1,067x10^{-6}		
			0,0025			1,117x10^{-5}	212
0,0125	0,25	1,045		82,83	1,286x10^{-6}		
			0,0025			1,411x10^{-5}	177
0,015	0,3	1,10		87,70	1,535x10^{-7}		
			0,008			1,599x10^{-5}	50
0,0158	0,316	1,01		90,00	1,663x10^{-7}		
						TOPLAM	1011



40 Radyal Çatlaklı Basınç Altındaki Kalın Silindir İçin Görünüş Düzeltme Faktörü

2 namlu arasında ortalama ömürdeki fark korkunçtur, düşündürücüdür. Sonuçlar ;

iyileştirilmemiş namluda 1011 atıştan sonra hata iyileştirilmiş namluda45353 atıştan sonra hata

Bu sonuca bakarak orijinal namlu 10000 atış hata özelliğinin çok altındadır. İyileştirilmiş namlu ise tek kelime ile harikadır.

Notlar:

a) Tekrarlı basınç yapma şartları altında yorulma çatlağının büyüme şekli (pipe-line) boru hatlarında da meydana gelebilir. Örneğin gaz deposu gibi vazifelerden birini yerini getirirken tabii gaz boru hatlarının büyük çaplı kesitlerinde günlük basınç değişmeleri vardır.

b) Artık gerilme alanlarının akıllıca yerleştirilmesinden, artan ömür yükseltme tekniği, bağlayıcı deliklerin ömrünün artırılması için amaçlanmış mil büyütme tekniklerinin esasını teşkil eder.

Belirtilen ömrü vermek için max. tekrarlı basınç hesabı, basıncın σ_a/p oranını, büyüme hızını ve kritik çatlak uzunluğunu etkilediğinden ömür hesabını bir dereceye kadar zorlaştırır. 10000 atış-hata çalışma ömrünü tahmini çalışma basıncını birleştirmekle istenen çözüme yaklaşmak mümkündür. Son durumda okuyucu 500 MNm^{-2} lik işletme basıncının 10017 atış-hatalık bir yorulma ömrü meydana getireceğini kontrol etmelidir. İlgili şekiller tablo 5'te verilmiştir. σ_a/p = 2,5 tur.

İyileştirilmiş top namlusundaki çatlak büyümesi (İç basınç 400MN/m^{-2})-Tablo 4

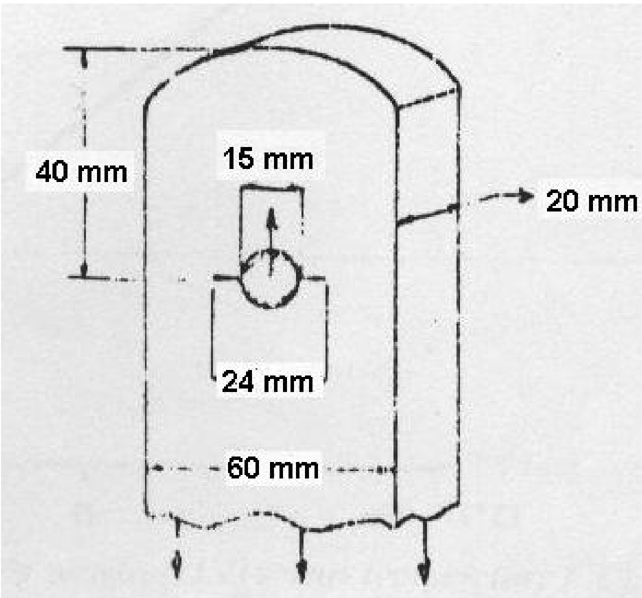
a(m)	a/W	Q	da(m)	ΔK (MN/m$^{-3/2}$)	da/dN (m/saykıl)	da/dN (m/saykıl) (geom.anlm)	N
0,005	0,10	0,25		12,53	3,685x10^{-8}		
			0,005			1,462x10^{-7}	34199
0,010	0,20	0,33		23,40	2,555x10^{-7}		
			0,005			6,333x10^{-7}	7895
0,015	0,30	0,42		36,47	1,011x10^{-6}		
			0,005			2,227x10^{-6}	2245
0,020	0,40	0,54		54,14	3,442x10^{-6}		
			0,005			6,253x10^{-6}	800
0,025	0,50	0,66		73,99	9,064x10^{-6}		
			0,000275			1,285x10^{-5}	214
0,02775	0,555	0,76		90,00	1,663x10^{-5}		
						TOPLAM	44553

İyileştirilmiş top namlusundaki çatlak büyümesi (İç basınç 500MN/m^{-2})-Tablo 5

a(m)	a/W	Q	da(m)	ΔK (MN/m$^{-3/2}$)	da/dN (m/saykıl)	da/dN (m/saykıl) (geom.anlm)	N
0,005	0,10	0,43		26,95	3,959x10^{-7}		
			0,0025			5,688x10^{-7}	4395
0,0075	0,15	0,43		33,00	7,417x10^{-7}		
			0,0025			1,085x10^{-6}	2304
0,010	0,20	0,46		40,77	1,428x10^{-6}		
			0,0025			1,866x10^{-6}	1339

0,0125	0,25	0,48		47,56	$2{,}303\times10^{-6}$		
			0,0025			$2{,}907\times10^{-6}$	860
0,015	0,30	0,502		54,49	$3{,}511\times10^{-6}$		
			0,0025			$4{,}069\times10^{-6}$	614
0,0175	0,35	0,508		59,56	$4{,}626\times10^{-6}$		
			0,0025			$7{,}723\times10^{-6}$	434
0,020	0,40	0,625		78,33	$1{,}082\times10^{-5}$		
			0,0024			$1{,}378\times10^{-5}$	181
0,0224	0,448	0,68		90,00	$1{,}674\times10^{-5}$		
						TOPLAM	10017

Örnek 5:



Çatlaklı Yük Taşıyıcı Sap-Şekil1

Kuzey kutbunda köprüde kullanılan küçük parça formundaki sap, bir noktadan yüklenmiştir. (şekil 1). Sap sabit bir 250 N'luk çekme yüküne maruz bırakılmıştır ve ilave olarak trafik 0,45 W ile verilen yüklemeye müsaade etmektedir. Burada W, MN cinsinden taşıtın ağırlığını gösterir. Aşınma noktasında birbirine zıt, eşit uzunlukta delik boyunca iki çatlak meydana geldi. Bu çatlakların uçtan uca uzunluğu 24 mm olarak ölçüldü. (şekil 1)

Köprünün kullanımda olabilmesi için taşıt ağırlığı sınırlamaları hangi mesafelerde olmalıdır.

Malzeme özellikleri

K_{IC}= (0,2T+70) $MNm^{-3/2}$,

$-140° \leq T \leq +150°$

burada T, °C cinsinden sıcaklıktır.

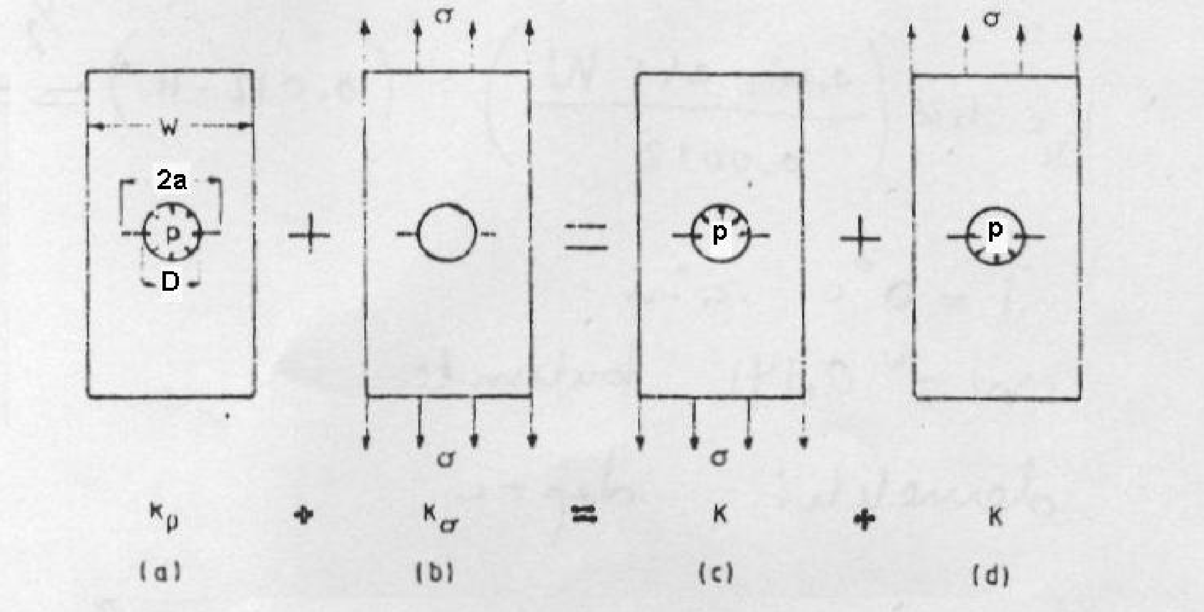
Çözüm:

Standart referans uygun bir şekil için gerekli olan Q değerlerini içermez. Düzenli bir çözüm, çekme yüküne maruz kalmış doğru bir geometri ve keza deliğin üzerindeki sınır boyunca iç basınç için yapılır. (sekil 2a ve 2b) şekil 2 de gösterilen süper pozisyonun kullanılmasıyla nokta yüklü eşdeğer problemler için açılma modu gerilim şiddeti faktörünü elde etmek mümkündür orijinal ve üzerine bir şeyler ilave edilmiş sonuçlar şekil 3 te gösterilmiştir.

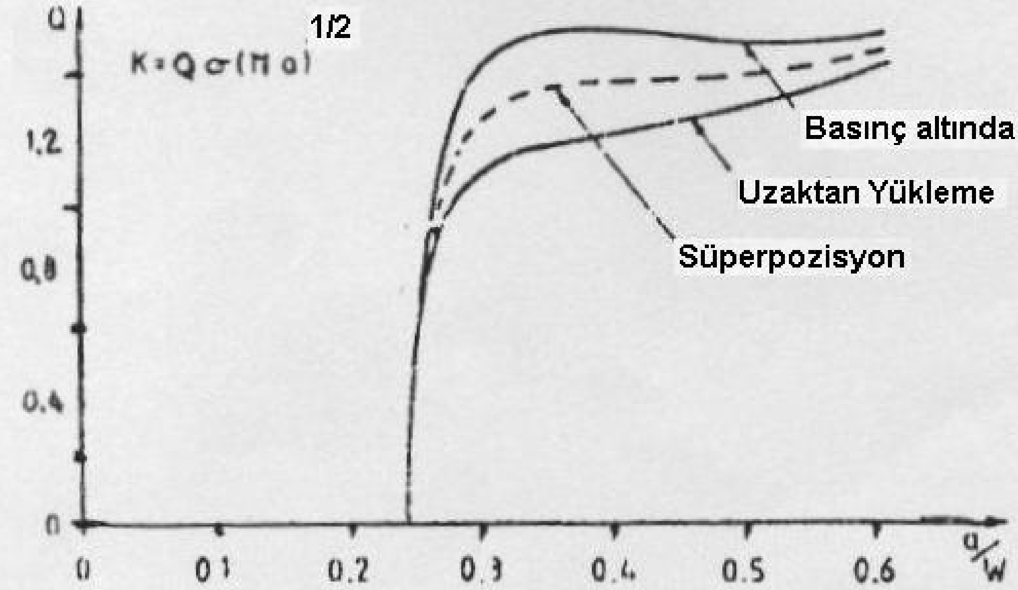
Düşey dengeyi not edersek P.D=W Böylece uygun basınç $P = \frac{W.\sigma}{D}$ olarak verilir.

$\frac{a}{\frac{W}{2}} = \frac{2a}{W} = 0{,}4$ Olduğundan Q değeri derhal çıkartılabilir. Q=1,38 olur.

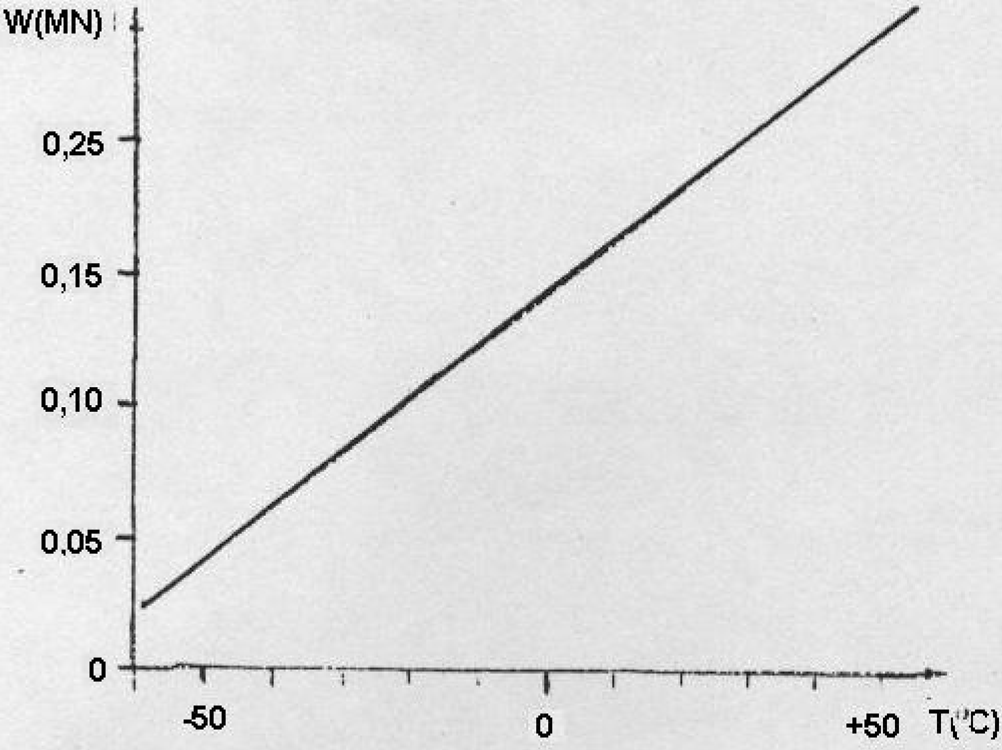
Gerilim şiddeti faktörü direk olarak K=1,38.σ.(π.a)$^{1/2}$ den direk elde edilir.



Şekil2
Yük Taşıyıcı Sap İçin Açılma Modlu Gerilim Şiddetini Elde Etmede Görünüşlerin Süper Durumları



Yük Taşıyıcı Sap İçin Görünüş Düzeltme Faktörünü Elde Etmek İçin Sonuçların Süper Pozisyonu -Şekil 3



Sıcaklığa Karşılık Maksimum Müsaade Edilebilir Taşıt Ağırlığı - Şekil4

Direk olarak elde edilir. Yükleme 25 kN'luk sabit bir yük altında yapılır ve taşıt 0,45 W'lik bir yükle yüklenir. Kesit alanı 1200 mm^2 yarı çatlak uzunluğu a=12 mm ise hata anındaki gerilim şiddeti;

$$K_{IC} = 1,38\left(\frac{0,25+0,45W}{0,012}\right)(0,012\pi)^{1/2}\,MNm^{-3/2}$$

K_{IC} sıcaklığın bir fonksiyonu olmuştur ve K_{IC}=(0,2T+70) MNm$^{-3/2}$ olarak verilir. Böylece biz şekil 4 te görüldüğü gibi sıcaklığın bir fonksiyonu olan grafik haldeki K_{IC}'nin sınırlanan W'yi açıklayabiliriz.

$$1,38\left(\frac{0,25+0,45W}{0,012}\right)(0,012\pi)^{1/2} = (0,2T+70)$$

$T = 0°C$ için $W = 0,141$ bulundu