

SỰ HỘI TỤ CỦA CHÙM ĐƯỜNG CONG MỎI - ĂN MÒN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĂN MÒN TÍNH TỚI GIỚI HẠN MỎI CỦA MỘT SỐ THÉP CACBON

NGUYỄN TRỌNG HIỆP, PHAN HỮU PHÚC

Khi tiến hành thí nghiệm Mỏi, chúng ta biết rằng ứng suất thử càng lớn thì mẫu thử càng phát nhiệt, nhất là ở giải tần số cao, do đó nếu làm nguội không tốt thì các kết quả thí nghiệm sẽ khác nhiều so với trong điều kiện bình thường. Các thí nghiệm về độ bền mỏi trong môi trường ăn mòn được thực hiện ở đây dựa vào yếu tố môi trường ăn mòn cũng là chất lỏng làm nguội, nên có thể khắc phục được hiệu ứng trên và cho phép thí nghiệm tại những mức ứng suất gần giới hạn chảy.

Qua khảo sát các đường cong mỏi của thép 45 của Liên Xô và thép C 45, C 50 của Việt Nam sản xuất làm việc trong dung dịch muối ăn, có thể nhận thấy rằng với cùng một vật liệu, khi thay đổi nồng độ và tần số chất tải thì các đại lượng m và C cũng thay đổi, tạo ra một chùm đường cong mỏi có khuynh hướng hội tụ tại một điểm xác định. Tính chất này là tính chất hội tụ của chùm đường cong mỏi - ăn mòn.

§1. THIẾT LẬP CÔNG THỨC CHUNG VÀ ỨNG DỤNG ĐỂ KHẢO SÁT CÁC KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MỎI ĂN MÒN

Trước hết ta xây dựng phương trình Wöhler cho trường hợp chung. Khi ở điều kiện chuẩn ta có :

$$\lg N = -m_0 \lg \sigma + \lg C_0 \quad (1.1)$$

Khi ở điều kiện chuẩn khác ta có :

$$\lg N = -m \lg \sigma + \lg C \quad (1.2)$$

Trong các phương trình trên N - tuổi thọ ; σ - ứng suất ; m và m_0 - số mũ ; C và C_0 - thông số đường cong mỏi.

Giả sử chùm đường cong mỏi hội tụ tại F có tọa độ $x_F = \lg N_F$, $y_F = \lg \sigma_F$ (H.1)

Đặt $\Phi(n, k)$ là một hàm phụ thuộc vào tần số n và nồng độ k, từ hình 1 ta suy ra :

$$\Phi = \frac{m}{m_0} = \frac{\lg C_0 - \lg N_F}{\lg C_0 - \lg N} \quad (1.3)$$

Hay : $\lg C = \Phi(\lg C_0 - \lg N_F) + \lg N_F$ (1.4)

Thay (1.4) vào (1.2) và chú ý $m = m_0 \Phi$, ta có:

$$\lg N = \Phi(-m_0 \lg \sigma + \lg C_0 - \lg N_F) + \lg N_F \quad (1.5)$$

Hay $\lg N = -m_0 \Phi \lg \sigma + \Phi(\lg C_0 - \lg N_F) + \lg N_F$

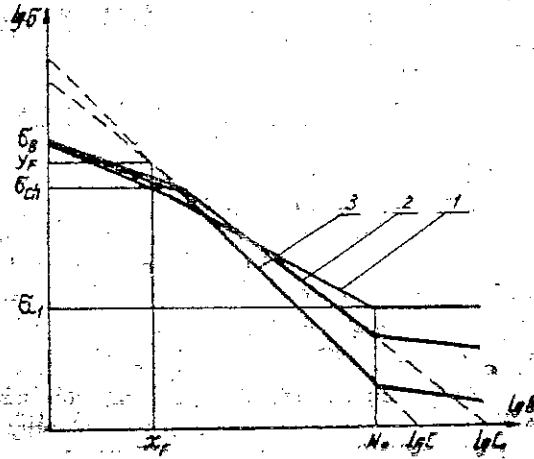
Chia tất cả cho Φ và sau khi biến đổi ta được phương trình:

$$\sigma^{m_0} \left(\frac{N}{N_F} \right)^{1/\Phi} = \frac{C_0}{N_F} \quad (1.6)$$

Đó là phương trình Wöhler có xét tới ảnh hưởng của tần số chất tải và nồng độ chất ăn mòn trên cơ sở giả thiết tồn tại điểm hội tụ trong đó N_F là hằng số vật liệu(*)

Hình 1: Nhánh nghiêng bên trái của các đường cong mỏi

1. Trong không khí
2. Trong điều kiện chuẩn:
 $\lg N = m_0 \lg \sigma + \lg C_0$
3. Trong điều kiện khác chuẩn:
 $\lg N = m \lg \sigma + \lg C$



Ta sử dụng các hệ thức và thiết lập để tính toán giới hạn mỏi — ăn mòn và khảo sát ảnh hưởng của tần số chất tải và nồng độ NaCl trong dung dịch nước tới giới hạn mỏi — ăn mòn của thép C45.

Sau khi xử lý thống kê các số liệu thí nghiệm dựa theo giả thiết « hội tụ » ta được ma trận Φ (có xét dịch ít nhiều so với ma trận Φ đã tính được trước đây [2]).

$$\Phi = \begin{pmatrix} 0,8734 \\ 1,0 \\ 0,80 \\ 0,8411 \\ 0,8286 \\ 0,7791 \\ 0,8199 \\ 0,9505 \\ 0,7866 \end{pmatrix}$$

Sau khi giải bài toán, ta được kết quả sau:

$$\tilde{\Phi}(n, k) = 0,8318 + 0,003n - 0,1504k + 0,0307k^2 \quad (1.7)$$

Cùng bảng xử lý thống kê các số liệu thí nghiệm ta tính được:

$$x_F = \lg N_F = 3,3003 \rightarrow N_F \approx 2000 \text{ chu kỳ}$$

$$y_F = \lg \sigma_F = 2,8041 \rightarrow \sigma_F \approx 637 \text{ MPa}$$

(*) So với phương trình (5) trong [2] phương trình (1.6) ở đây đơn giản hơn vì rất gọn hai hàm Φ , Γ về một hàm Φ duy nhất.

Thay các giá trị n, k vào các công thức trên ta tính được các giá trị m và C tương ứng, đồng thời cũng tính được giới hạn mỏi - ăn mòn (qui ước) cho từng trường hợp cụ thể.

Bảng 1: Giới hạn mỏi - ăn mòn qui ước của thép C45 (ứng với số chu kỳ cơ sở $N_0 = 2 \cdot 10^6$)

Điều kiện thí nghiệm		Nồng độ k(%NaCl)	Giới hạn mỏi ăn mòn σ_{-1} (MPa)*		Sai số so với thí nghiệm (%)
tần số n			Theo thí nghiệm	Theo tính toán	
vg/ph	1/s				
2840	47,333	0,0	240,	240,7	+0,21
2130	35,5		232,	231,9	-0,08
1420	23,667		214,	222,6	-3,87
2840	47,333	3,0	207,	209,8	+1,35
2130	35,5		196,	199,6	+1,73
1420	23,667		189,	189,3	+0,26
2840	47,333	1,5	202,	203,7	+0,99
2130	35,5		188,	193,4	+2,92
2130	35,5		189,	193,4	+2,31
1420	23,667		180,	181,6	+0,77
2840	47,333	2,05		192,	
2130	35,5			181,2	
1420	23,667			170,	

* Giới hạn mỏi trong không khí $\sigma_{-1} = 295$ MPa.

Bảng 1 cho thấy sự phù hợp giữa thực nghiệm và tính toán, có nghĩa là giả thiết «hội tụ» ở đây được chấp nhận.

Khảo sát công thức (1.7) ta rút ra kết luận:

1 - Φ đồng biến với $n(k \cdot 2)$: khi n tăng thì Φ tăng do đó lg N tăng (xem công thức (1.5)) tức là n tăng làm tuổi thọ tăng và ngược lại.

2 - Φ đạt cực tiểu tương đối tại giá trị $k = 2,05\% \text{NaCl}$. Với nồng độ này tuổi thọ của thép C45 giảm nhiều nhất (không phải tại giá trị $k = 3\% \text{NaCl}$ (h.3)) và các giá trị $\sigma_{-1 \min}$ tương ứng tính được ghi ở cuối bảng 1.

§2: ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ ĂN MÒN TÍNH TỚI GIỚI HẠN MỎI ĂN MÒN CỦA MỘT SỐ THÉP CÁC BÓN

Để nghiên cứu vấn đề này chúng tôi tiến hành các thí nghiệm sau:

1 - Bôi một lớp dầu mỏng lên mẫu rồi để ngoài không khí trong 12 năm, sau đó tiến hành thí nghiệm mỏi trong không khí.

2 - Ngâm mẫu trong dung dịch 4 ngày, 10 ngày rồi tiến hành thí nghiệm mỏi trong dung dịch.

Bảng 2 dưới đây trình bày một số kết quả thí nghiệm theo hướng đồ (tần số thí nghiệm $n = 2840 \text{ v/g/ph}$)

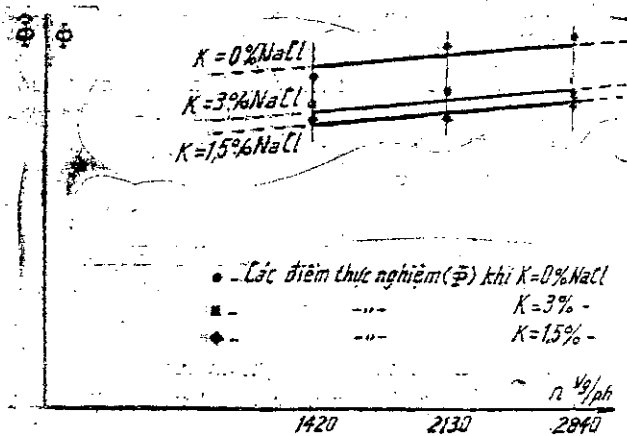
Bảng 2: Giới hạn mỏi (ứng với $N_0 = 2 \cdot 10^5$) của một số thép có xử lý trước.

Môi trường ăn mòn trong khi thử nghiệm	Thời gian ăn mòn ban đầu (ngày, đêm)	Giới hạn mỏi — ăn mòn		$\frac{\sigma_{-1C}}{\sigma_{-1}}$ % (**)	Ghi chú
		MPa	%		
không khí » » (*)	0	285	100	100	Trong K. Kh $\sigma_{-1} = 285 \text{ MPa}$ ($n = 600 \text{ v/g/ph}$)
	12 năm	245	86,1	86,1	
	»	233	81,8	81,8	
nước lã » »	0	240	100	81,0	Trong K ² $\sigma_{-1} = 296 \text{ MPa}$ ($n = 2840 \text{ v/g/ph}$)
	4	242	100,7	81,6	
	40	230	95,7	77,6	
nước lã » »	0	237	100	75,8	trong K ² $\sigma_{-1} = 312 \text{ MPa}$ ($n = 2840 \text{ v/g/ph}$)
	4	241	101,8	77,1	
	40	228	96,4	73,0	

(*) Trước khi thí nghiệm có đánh bóng lại với chiều sâu $5 \mu\text{m}$.

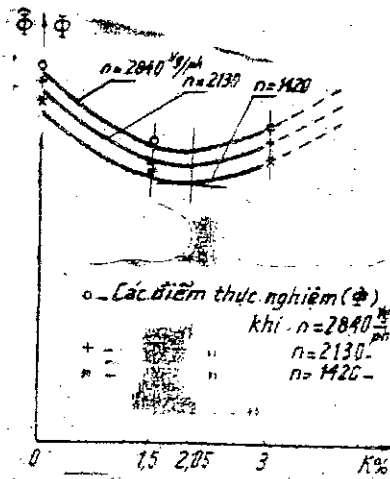
(**) σ_{-1C} — giới hạn mỏi — ăn mòn; σ_{-1} giới hạn mỏi thông thường

Phân tích các kết quả thí nghiệm chúng tôi thấy rằng ảnh hưởng của sự ăn mòn tinh là khá nhỏ so với môi — ăn mòn. Trong trường hợp riêng ăn mòn tinh thậm chí còn làm tăng ứng suất môi — ăn mòn do tạo thành lớp ôxít bảo vệ hoặc do các



Hình 2

Sự phụ thuộc của Φ vào n



Hình 3

Sự phụ thuộc của Φ vào K

đỉnh xù xì bề mặt bị san bằng làm mất những nguồn tập trung ứng suất tế vi. Mặt khác các kết quả thí nghiệm cũng cho thấy thép C50 có hàm lượng các bon cao hơn thép C45 và giới hạn mỏi trong không khí cũng cao hơn, nhưng trong điều kiện môi ăn mòn lại tỏ ra kém bền hơn.

§3. KẾT LUẬN

1. Dựa vào giả thiết hội tụ của chùm đường cong mỏi — ăn mòn đã thiết lập được phương trình Wöhler rút gọn trong trục ng hợp tần số và nồng độ chất ăn mòn thay đổi. Sự phù hợp giữa thực nghiệm và tính toán chứng tỏ giả thiết này là đúng đắn, ít nhất là đối với loại thép các bon trung bình được nghiên cứu.

2. Đã xác định được hàm phụ thuộc giữa tuổi thọ với tần số chất tải và nồng độ NaCl khi thép C45 làm việc trong dung dịch nước muối và thấy rằng trong miền thí nghiệm đã chọn, tuổi thọ đồng biến với tần số nhưng không đồng biến với nồng độ, tuổi thọ bị giảm nhiều nhất khi nồng độ $k = 2,05\% \text{NaCl}$.

3. Đã khảo sát ảnh hưởng của sự ăn mòn tĩnh tới độ bền của một vài loại thép và thấy rằng ảnh hưởng đó khá nhỏ so với trường hợp chịu tác dụng của môi — ăn mòn.

Địa chỉ:

Nhận ngày 3/5/1988

Trường đại học Bách khoa HN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Hiệp, Phan Hữu Phúc. Độ bền và tuổi thọ của thép các bon làm việc trong môi trường ăn mòn. Tạp chí KHKT, Số 3 + 4, 1989.
2. Nguyễn Trọng Hiệp, Phan Hữu Phúc. Ứng dụng phép qui hoạch thực nghiệm để khảo sát độ bền mỏi — ăn mòn dưới ảnh hưởng của tần số chất tải và nồng độ chất ăn mòn. Tạp chí KHKT, số 5 + 6, 1989.
3. Các phương pháp quy hoạch và xử lý kết quả thực nghiệm vật lý, Nguyễn Quy Hậu, Nguyễn Hữu Ngọc, Trần Ngọc Tuấn dịch từ bản tiếng Nga, NXB KH và KT, Hà Nội, 1986.
4. ПОХМУРСКИЙ В. И. Коррозионная усталость металлов. Металлургия, М., 1985.
5. СТЕПНОВ М.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний. Машиностроение. М., 1972.

SUMMARY

CONVERGENCE OF CORROSION FATIGUE CURVED LINES AND EFFECT OF STATICAL CORROSION FATIGUE ON SOME KINDS OF STEEL

A hypotheses of the beam of corrosion fatigue curved lines introduced and confirmed by studying experimental data on some kinds of steel. On that basis, a short Wohler formula established to study the effect of corrosive strength and frequency on corrosion fatigue strength. The experiments show that the effect of statical corrosion fatigue on some kinds of steel is not very strong and even positive in some cases.