

Ա.Գ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

ՄԵՔԵՆԱՄԱՍԵՐԻ ԿՈՌՈՋԻՈՆ ՀՈԳՆԱԾՈՒՅԻՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՅՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՇՎԵԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴ

Դիտարկված է կոռոզիոն հոգնածային գործընթացի վրա ազդող գործոնների քանակական գնահատման մեթոդ, երբ, օգտագործելով բազմացիկլային հոգնածության տիրույթում հոգնածության քվանտիլային գծերի ընտանիքների հարաբերական տեղաշարժը, ֆունկցիոնալ կապեր են հաստատված հետազոտվող գործոնի բնութագրիչ պարամետրի և այդ գծերի ընտանիքների հավասարումների վիճակագրական ցուցանիշների միջև:

Առանցքային բառեր. կոռոզիոն հոգնածային գործընթաց, քվանտիլային գծերի ընտանիք, բազմացիկլային հոգնածության տիրույթ, լարումների կուտակիչ:

Նախորդ տասնամյակներում իրականացված զգալի ծավալի փորձարկումները և կուտակված արժեքավոր վիճակագրական տեղեկատվությունը հիմնականում ուղղված են եղել կոռոզիոն հոգնածային քայքայման գործընթացի առանձին տեսակետների հետազոտմանը և մասնավոր բնույթի խնդիրների լուծմանը, որոնք բխել են որոշակի կառուցվածքի մեքենաների և տեխնոլոգիական սարքավորման կատարելագործման անհրաժեշտությունից՝ հաշվի առնելով նախագծային, տեխնոլոգիական և շահագործական պահանջների անընդհատ խստացումը և դրանց գործառնական հնարավորությունների ընդլայնումը:

Չնայած կոռոզիոն հոգնածային քայքայման գործընթացի վրա ազդող գործոնների բազմազանությանը և ներգործման տարաբնույթ մեխանիզմների առկայությանը՝ գործում է մեկ ընդհանրական հայտանիշ՝ այդ գործոնների ազդեցության տակ բազմացիկլային հոգնածության տիրույթում հոգնածության քվանտիլային գծերի ընտանիքների և դրանց բեկման կետի հարաբերական տեղաշարժի որոշակի օրինաչափություն, որի բացահայտման դեպքում հնարավոր կլինի ստանալ այդ ընտանիքների վիճակագրական ցուցանիշների ֆունկցիաները, իսկ դրանցով էլ իրականացնել կոռոզիոն միջավայրերում աշխատող մեքենա-մասերի և հանգույցների ամրության և երկարակյացության հավանականային հաշվարկներ:

Նշված հաշվեգրաֆիկական մեթոդի մշակման համար օգտագործենք օդում և կոռոզիոն միջավայրերում իրականացված համալիր հոգնածային փորձարկումների արդյունքները [1, 2], որոնք ընդգրկում են հետազոտվող գործընթացի վրա առանձին և համատեղ ազդող գործոնների բավական լայն տարրապատկեր՝

ա) բեռնվածության ռեժիմները – պտտական ծռում ($\tau/\sigma = 0$) և համատեղ ոլորում-պտտական ծռում ($\tau/\sigma = 0,3, 0,6$),

բ) լարումների կուտակման երևույթը – հարթ ($\Gamma\pi$) և լարումների կուտակիչներով (կլորացումով՝ Γ , ակոսատաշվածքով՝ B) փորձանմուշների փորձարկումներ,

գ) ամրացման տեխնոլոգիաների կիրառումը – նույն լարումների կուտակիչներով, բայց գերամուր էպօքսիդային պաշտպանիչ ծածկանյութերով պատված փորձանմուշների փորձարկումներ ($\Gamma\Pi$, $B\Pi$),

դ) գործոնների համատեղ ազդեցությունը – փորձարկումներն օդում և ա) – գ) գործոնների հետ մեկտեղ ($\Gamma\pi 1$, $\Gamma\pi 2$, $\Gamma\pi 3$, $\Gamma 1$, $\Gamma\Pi 1$, $B 1$, $B\Pi 1$)

ե) կոռոզիոն միջավայրի ազդեցությունը – նույն տիպի փորձարկումները տարբեր կոռոզիոն միջավայրերում – ջրում (Гл4, Гл5, Гл6, Гл2, ГП2, В2, ВП2) և 3% NaCl-ի լուծույթում (Гл7):

Փորձանմուշների աշխատանքային տեղամասի տրամագիծն է՝ $d = 12$ մմ, իսկ լարումների կուտակիչների երկրաչափական պարամետրերը՝ $r/d = 0,05$ և $0,025$, $D/d = 1,25$, $\omega = 60^\circ$: Որպես նյութ օգտագործվել է մեքենաշինությունում լայնորեն օգտագործվող պողպատ 45-ը (նորմալիզացում, $\sigma_B = 680$ ՄՊա, $\sigma_T = 427$ ՄՊա, $HB = 190 \dots 210$): Ընդամենը փորձարկվել է փորձանմուշների 15 խմբաքանակ, 7-ը՝ օդում, իսկ 8-ը՝ կոռոզիոն միջավայրերում:

Փորձարկումների արդյունքները ($\lg \sigma - \lg N$) կոորդինատային համակարգում մշակվել են գծային հարաբերակցության հայտնի մեթոդներով՝ հաշվի առնելով քվանտիլային հոգնածային գծերի երկճյուղ բնույթը: Փորձարկումների համար ստացվել են այդ ճյուղերի ընտանիքների հավասարումները և բեկման կետերի կոորդինատները.

$$\lg N = (\overline{\lg N} + z_p s_{Nr}) - (\overline{m} + z_p s_m)(\lg \sigma - \overline{\lg \sigma}) = C - m \lg \sigma, \quad (1)$$

$$\sigma_R = \overline{\sigma_R} (1 + z_p v_{\sigma R}), \quad \lg N_G = C - m \lg \sigma_R \quad (2)$$

և կոռոզիոն միջավայրերում.

ձախ ճյուղը ($N < N_{Gk}$)՝

$$\lg N = (\overline{\lg N}_k + z_p s_{Nrk}) - (\overline{m}_k + z_p s_{mk})(\lg \sigma - \overline{\lg \sigma}_k) = C_k - m_k \lg \sigma, \quad (3)$$

աջ ճյուղը ($N \geq N_{Gk}$)՝

$$\lg N = (\overline{\lg N}'_k + z_p s'_{Nrk}) - (\overline{m}'_k + z_p s'_{mk})(\lg \sigma - \overline{\lg \sigma}'_k) = C'_k - m'_k \lg \sigma, \quad (4)$$

$$\lg \sigma_{Rk} = (C_k - C'_k) / (m_k - m'_k), \quad (5)$$

$$\lg N_{Gk} = (C_k / m_k - C'_k / m'_k) / (1/m_k - 1/m'_k),$$

որտեղ

$$\left. \begin{aligned} \overline{m}_{(k)}^{(i)} &= \overline{m}_{(k)}^{(i)} + z_p s_{m(k)}^{(i)}, \quad \overline{C}_{(k)}^{(i)} = \overline{C}_{(k)}^{(i)} + z_p s_{C(k)}^{(i)}, \\ \overline{m}_{(k)}^{(i)} &= r_{(k)}^{(i)} / s_{N(k)}^{(i)2}, \quad \overline{C}_{(k)}^{(i)} = \overline{m}_{(k)}^{(i)} \lg \sigma_{(k)}^{(i)} + \lg N_{(k)}^{(i)}, \\ s_{m(k)}^{(i)} &= (s_{N(k)}^{(i)} / s_{\sigma(k)}^{(i)}) \sqrt{(1 - r_{(k)}^{(i)2})(n-1)/(n-2)}, \\ s_{Nr(k)}^{(i)} &= s_{N(k)}^{(i)} \sqrt{(1 - r_{(k)}^{(i)2})(n-1)/(n-2)}, \\ s_{C(k)}^{(i)} &= s_{Nr(k)}^{(i)} + s_{m(k)}^{(i)} \lg \sigma_{(k)}^{(i)}, \quad r_{(k)}^{(i)} = \mu_{(k)}^{(i)} / s_{N(k)}^{(i)} s_{\sigma(k)}^{(i)}, \\ \overline{\lg N}_{(k)}^{(i)} &= \frac{1}{n} \sum_1^n \lg N_{i(k)}^{(i)}, \quad \overline{\lg \sigma}_{(k)}^{(i)} = \frac{1}{n} \sum_1^n \lg \sigma_{i(k)}^{(i)}, \end{aligned} \right\} \quad (6^*)$$

$$\left. \begin{aligned} s_{N(k)}^{(i)} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (\lg N_{i(k)}^{(i)} - \overline{\lg N_{(k)}^{(i)}})^2}, \\ s_{\sigma(k)}^{(i)} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (\lg \sigma_{i(k)}^{(i)} - \overline{\lg \sigma_{(k)}^{(i)}})^2}, \\ \mu_{(k)}^{(i)} &= \frac{1}{n-1} \sum_1^n (\lg N_{i(k)}^{(i)} - \overline{\lg N_{(k)}^{(i)}})(\lg \sigma_{i(k)}^{(i)} - \overline{\lg \sigma_{(k)}^{(i)}}), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

n-ը՝ փորձարկումների ծավալը, իսկ z_p -ն՝ նորմալ բաշխման քվանտիլը (6-ում օգտագործված է վիճակագրական ցուցանիշների ներկայացման հակիրճ ձևը. օրինակ՝ $m_{(k)}^{(i)}$ -ն ըստ կիրառման բանաձևի նշանակում է՝ $\overline{m}, \overline{m_k}$ կամ $\overline{m'_k}$):

(1) – (6) պարամետրերի հետ մեկտեղ օգտագործված են նաև միջնարժեքային ցուցանիշների փոփոխականային գործակիցները՝

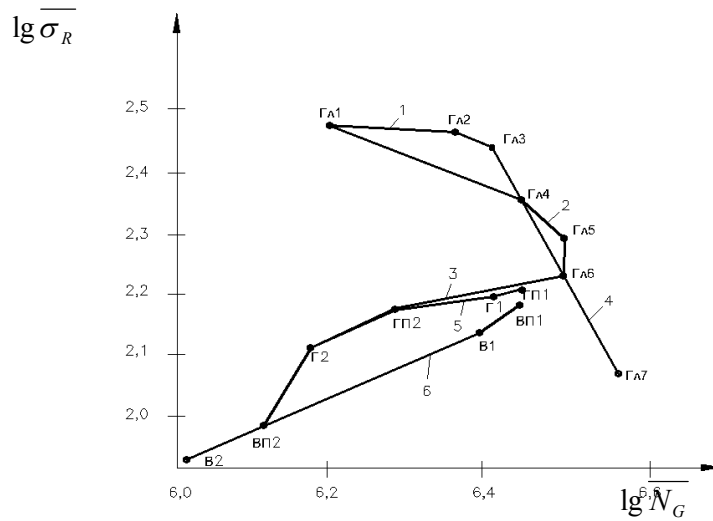
$$v_{C(k)}^{(i)} = \frac{s_{C(k)}^{(i)}}{C_{(k)}^{(i)}}, \quad v_{m(k)}^{(i)} = \frac{s_{m(k)}^{(i)}}{m_{(k)}^{(i)}}, \quad v_{N(k)}^{(i)} = \frac{s_{Nr(k)}^{(i)}}{\lg N_{(k)}^{(i)}}: \quad (7)$$

Կատարված համալիր հոգնածային փորձարկումները հնարավորություն են ընձեռում խմբաքանակների դասակարգման միջոցով իրականացնել հետևյալ բնույթի քանակական գնահատումներ.

1. Բեռնվածության ռեժիմի (τ/σ) ազդեցությունը օդում՝ $\Gamma\pi 1 - \Gamma\pi 2 - \Gamma\pi 3$,
 2. Նույնը՝ կոռոզիոն միջավայրում՝ $\Gamma\pi 4 - \Gamma\pi 5 - \Gamma\pi 6$,
 3. Լարումների կուտակման ազդեցությունը (α_σ)՝ $\Gamma\pi 6 - \Gamma\Pi 2 - \Gamma 2 - \text{B}\Pi 2 - \text{B} 2$,
 4. Միջավայրի ազդեցությունը (pH)՝ $\Gamma\pi 3 - \Gamma\pi 6 - \Gamma\pi 7$,
 5. Միջավայրի և ծածկույթի համատեղ ազդեցությունը լիսեռներում կլորացման առկայության դեպքում՝ $\Gamma\Pi 1 - \Gamma 1 - \Gamma\Pi 2 - \Gamma 2$,
 6. Նույնը՝ ակոսատաշվածքի առկայության դեպքում՝ $\text{B}\Pi 1 - \text{B} 1 - \text{B}\Pi 2 - \text{B} 2$
- և այլն:

Ինչպես վկայում է տվյալների նախնական վերլուծությունը, նշված գործոններից երկուսն են էական ազդեցություն գործում կոռոզիոն հոգնածային գործընթացի զարգացման վրա՝ լարումների կուտակման երևույթը և տարբեր միջավայրերի ազդեցությունը (թթ. 3 և 4 տարբերակները): [3] - ում ցույց է տրված, որ գործոնների ազդեցության տակ նշված քվանտիլային գծերի ընտանիքների փոփոխականությունը պայմանավորում է նաև այդ գծերի բեկման կետի տեղաշարժը ($\lg \sigma - \lg N$) տիրույթում որպես մի հանգուցային կետի՝ քվանտիլային գծերի ընտանիքների ճյուղերի միջև, որը և թելադրում է համալիր մոտեցում, այսինքն՝ ոչ միայն (1) – (7)-ի ցուցանիշների, այլ նաև $\sigma_{R(k)} = f(N_{Gk})$ կապերի բացահայտում: Այդ կապը դիտարկվող գործոնների ազդեցության դեպքում հիմնականում ուղղագծային բնույթ է կրում (նկար), որը զգալիորեն հեշտացնում է գործոնի քանակական գնահատման մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովումը: Դիտարկված դեպքերի համար, օգտագործելով նվազագույն քառակուսիների մեթոդը, ստացվել են հետևյալ կապերը. լարումների կուտակման դեպքում (տարբ.

3)՝ $\lg \overline{\sigma_{Rk}} = A_1 + B_1 \lg \overline{N_{Gk}}$, միջավայրի փոփոխության դեպքում (տարբ. 4)՝
 $\lg \overline{\sigma_{Rk}} = A_2 + B_2 \lg \overline{N_{Gk}}$:



Նկ. Գործոնների ազդեցությունը հոգնածության միջնարժեքային գծերի բեկման կետերի կոորդինատների վրա. 1, 2 - բեռնվածության ռեժիմի ազդեցությունը օդում և կոռոզիոն միջավայրերում, 3 – լարումների կուտակման երևույթի ազդեցությունը կոռոզիոն միջավայրում, 4 – միջավայրերի ազդեցությունը, 5, 6 – միջավայրի և պաշտպանիչ ծածկույթների համատեղ ազդեցությունը կլորացումով և ակոսատաշվածքով փորձանմուշների դեպքում

Տվյալների գրաֆիկական վերլուծությունը թույլ է տալիս խմբավորել դիտարկվող կապերն ըստ ուղղագծային և պարաբոլական ֆունկցիաների՝

$$\left. \begin{aligned} 1. y_{xi} &= a_i + b_i x, \quad s_C, s_m, s_{Nr}, s'_{Nr}, v_N, v'_N = f_i(\alpha_\sigma), \\ 2. y_{xi} &= a_i + b_i / x, \quad \lg \overline{\sigma_{Rk}}, \lg \overline{N_{Gk}} = f_i(\alpha_\sigma), \\ 3. y_{xi} &= a_i + b_i x + c_i x^2, \quad \overline{C_k}, \overline{C'_k}, \overline{m_k}, \overline{m'_k}, s'_C, s'_m, v_C, v'_C, v_m, v'_m = f_i(\alpha_\sigma) \end{aligned} \right\} (8)$$

Լարումների կուտակման երևույթի ազդեցությունը կոռոզիոն հոգնածային փորձարկումներում առավելապես արտահայտվում է քվանտիլային գծերի բեկման կետերի՝ դեպի ձախ և ներքև տեղաշարժվելու, ինչպես նաև քվանտիլային գծերի ընտանիքների աջ տեղամասում գծերի բացվածքի մեծացման տեսքով:

Նշված առանձնահատկությունները հանգեցնում են բազմացիկլային հոգնածության տիրույթում, որը կոռոզիոն միջավայրերում աշխատող մեքենաների և տեխնոլոգիական սարքավորման զգալի մասի համար համապատասխանում է դրանց ծառայության իրական ժամկետին, ամրության և երկարակեցության հավանականային հաշվարկներ կատարելիս անհրաժեշտ ճշտության ապահովման, ելնելով մեքենամասերում առկա լարումների կուտակման աստիճանից, որն էլ գնահատվում է α_σ գործակցով: Սա էլ իր հերթին ենթադրում է (8) համակարգում

ընդգրկված ֆունկցիաների գործակիցների հաշվարկումն ըստ նվազագույն քառակուսիների մեթոդի՝ օգտագործելով ուղղագծային և կորագծային կապերի համար կազմված նորմալ հավասարումների համակարգը:

Առաջարկվող հաշվեգրաֆիկական մեթոդը հնարավորություն է ընձեռում (8) համակարգով, որը, փաստորեն, կոռոզիոն հոգնածային գործընթացի մաթեմատիկական մոդելն է լարումների կուտակման առկայության դեպքում, $\alpha_{\sigma} = 1,00 \dots 3,25$ միջակայքի ցանկացած նշագրված արժեքի համար բավարար ճշտությամբ հաշվարկել կոռոզիոն հոգնածության քվանտիլային գծերի ընտանիքների հիմնավորված վիճակագրական ցուցանիշները, իսկ դրանցով էլ՝ (1) – (6) հավասարումների պարամետրերը, որոնք չքայքայման հավանականության նախօրոք տրված մակարդակներով օգտագործվում են մեքենաների և տեխնոլոգիական սարքավորման նախագծային հաշվարկներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Стакян М.Г., Манукян Г.А.** Об уравнении кривой коррозионной усталости конструкционных материалов // ФХММ. – 1990. – Т. 26, No. 5. – С. 57-60.
2. **Стакян М.Г., Манукян Г.А.** Об одном методе расчетной оценки сопротивления коррозионной усталости валов // Изв. вузов. Машиностр. – 1990. – No. 4. – С. 11-16.
3. **Մարգարյան Ա.Գ.** Մեքենամասերի կոռոզիոն հոգնածային գործընթացի մոդելավորումը // ՀՊՀՀ տարեկան գիտաժող. նյութ. ժող. - Երևան, 2004. – Հ.1. - էջ 304-306:

ՀՊՀՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 16.02.2005:

A. G. MARGARYAN

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ УСТАЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Рассмотрен метод количественной оценки факторов, влияющих на процесс коррозионной усталости, в котором, используя относительное перемещение семейств квантильных кривых усталости в области многоциклового усталости, установлены функциональные связи между характеристическим параметром изучаемого фактора и статистическими показателями уравнений указанных семейств.

A.G. MARGARYAN

DESIGN-GRAPHICAL METHOD OF DEFINING THE RESISTANCE INDICE OF DETAILS CORROSION FATIGUE

A method of quantitative estimation of factors influencing the process of corrosion fatigue is considered. Using relative family displacement of quantil fatigue curves in multicyclic fatigue area the functional connections between the characteristic parameter of the factor under question and static indice of the given family equations are established.