

Մ.Գ. ՍՏԱԿՅԱՆ, Մ.Ա. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Ա.Զ. ՌԱՄՍԱՋՅԱՆ

ԼԻՄԵՆՆԵՐՈՒՄ ՃԱՔԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ՀԱՇՎԵԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Քննարկված են լիմեններում ճաքագոյացման և զարգացման վրա ազդող գործոնների (լարումների կուտակում, մասշտաբային երևույթ, ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակ և այլն) քանակական գնահատումն ապահովող գործակիցների ֆունկցիաների ստացման եղանակները: Դրանցում համեմատված են քայքայման նույն փուլին վերաբերող, բայց տարբեր գործոնների առկայության դեպքում ամրության և երկարակեցության հավանական արժեքները: Դասակարգված են այդ ֆունկցիաների տեսքերը և մշակված է դրանց պարամետրերի հաշվարկի համակարգչային ծրագիրը: Կազմված է նոմոգրամ այդ գործակիցների գրաֆիկական որոշման համար:

Առանցքային բառեր. հոգնաձային քայքայման փուլ, ճաքագոյացման վրա ազդող գործոն, վնասվածքային քվանտիլային զծեր, ծրագրային միջոցներ, նոմոգրամ:

[1, 2]-ում ուսումնասիրված են տարբեր գործոնների ազդեցությունները լիմենների հոգնաձային քայքայման գործընթացի վրա ճաքերի զարգացման $I-IV$ փուլերում, ինչպես նաև փորձարարական տվյալներով ստացված համեմատական վնասվածքային քվանտիլային զծերի համակարգը՝

$$\lg N = (\lg N_{v(vf)} + Z_P S_{Nv(vf)}) - (\overline{m_{v(vf)}} + Z_P S_{mv(vf)})(\lg \sigma - \overline{\lg \sigma_{v(vf)}}) = C_{v(vf)} - m_{v(vf)} \lg \sigma, \quad N < N_{Gv(vf)}, \quad (1)$$

$$C_{v(vf)} = \overline{C_{v(vf)}} + Z_P S_{Cv(vf)}, \quad m_{v(vf)} = \overline{m_{v(vf)}} + Z_P S_{mv(vf)},$$

$$\lg \sigma_{R(f)} = \lg [\overline{\sigma_{R(f)}} (1 + Z_P v_{\sigma(f)})], \quad \lg N_{Gv(vf)} = C_{v(vf)} - m_{v(vf)} \lg \sigma_{R(f)}, \quad (2)$$

$$N \geq N_{Gv(vf)}:$$

Նշենք N ցիկլային երկարակեցությունների և σ գերլարումների այն տիրույթները, որոնց սահմաններում այդ ֆունկցիաներն անփոփոխ են մնում՝

$$\begin{aligned} \text{I} - & \quad N < N_{Gvf} \quad (N < N_{Gv}), \quad \sigma > \sigma_{Rf} \quad (\sigma > \sigma_R), \\ \text{II} - & \quad N_{Gvf} \leq N \leq N_{Gv} \quad (N_{Gv} \leq N \leq N_{Gvf}), \quad \sigma_{Rf} \geq \sigma \geq \sigma_R \quad (\sigma_R \geq \sigma \geq \sigma_{Rf}), \\ \text{III} - & \quad N > N_{Gv} \quad (N > N_{Gvf}), \quad \sigma < \sigma_R \quad (\sigma < \sigma_{Rf}): \end{aligned}$$

Այս տիրույթներից յուրաքանչյուրում հարաբերական ամրության և երկարակեցության գործակիցները հաշվարկվում են տարբեր բանաձևերով՝

$$\begin{aligned} \text{I} - \lg K_{\sigma v} &= S_{v1} - M_{v1} \lg N, & \lg K_{Nv} &= \Delta C_{v1} - \Delta m_v \lg \sigma, \\ \text{II} - & & \lg K_{Nv} &= \Delta C_{v2} + \Delta m_{vf} \lg \sigma, \\ \lg K_{\sigma v} &= S_{v2} - M_{v2} \lg N (= S'_{v2} + M'_{v2} \lg N), & & \\ \text{III} - \lg K_{\sigma v} &= S_{v1} - \Delta(\lg N_{Gv}/m_v) = \text{const}, & \lg K_{Nv} &= \Delta C_{v1} - \Delta(m_v \lg \sigma_R) = \text{const}, \\ \text{որտեղ } S_{v1} &= \pm(C_v/m_v - C_{vf}/m_{vf}), \quad S_{v2} = S_{v1} + (\lg N_{Gvf \rightarrow Gv}/m_{vf \rightarrow v}), \end{aligned} \quad (3)$$

$$\Delta C_{v1} = \pm(C_v - C_{vf}), S'_{v2} = S_{v1} - (\lg N_{Gvf, Gv} / m_{vf, v}), M_{v1} = (1/m_v - 1/m_{vf}),$$

$$M_{v2} = 1/m_{v, vf}, M'_{v2} = 1/m_{vf, v}, \Delta C_{v2} = \Delta C_{v1} - m_{v, vf} \lg \sigma_{R, Rf}, \quad (4)$$

$$\Delta m_v = \pm(m_v - m_{vf}), \Delta(m_v \lg \sigma_R) = \pm(m_{vf} \lg \sigma_{Rf} - m_v \lg \sigma_R):$$

(1) – (3) համակարգերում առկա են ֆունկցիաների և դրանց պարամետրերի փոխկապակցությունները, որոնք փաստորեն հոգնածային քայքայման գործընթացի փուլերի վրա ազդող այս կամ այն գործոնի քանակական գնահատումները բնութագրող մաթեմատիկական մոդելի բաղադրամասերն են: Պարամետրական տեսքով այն կարելի ներկայացնել՝

$$F(K_{\sigma v}, K_{Nv}, C_{v(vf)}, m_{v(vf)}, \sigma_{R(f)}, v_{\sigma(f)}, \sigma, N, z_p) = 0, \quad (5)$$

ուր որպես արգումենտներ հանդես են գալիս ցիկլային երկարակեցությունները և գերլարումները (N, σ) , իսկ պարամետր՝ նորմալ բաշխման z_p քվանտիլը: Այս հանգամանքը թույլ է տալիս հաշվարկային և նախագծային ընթացակարգերում երկու մոտեցում ցուցաբերել:

1. Համեմատաբար պարզ, բայց մեծածավալ վիճակագրական հաշվարկներ կատարելու նպատակով կազմվում են հետևյալ ալգորիթմը և համակարգչային ծրագիրը:

Համեմատական (ելքի և հետազոտվող գործոնի ազդեցությամբ) հոգնածային փորձարկումների և ֆիզիկական չափումների (էլեկտրաինդուկտիվային, մագնիսական, գերձայնային և այլն) արդյունքով կազմվում են 4-ական երկչափ տվյալների համախմբեր, որոնք համապատասխանում են հոգնածային քայքայման 4 փուլերին՝ $\{\sigma_{i(f)}, N_{iv(vf)}\}$, $i = \overline{1, n}$, $v = \overline{1...4}$, որտեղ n -ը փորձարկումների ծավալն է: Այդ համախմբերը $(\lg N - \lg \sigma)$ համակարգում մշակվում են հանրահայտ հարաբերակցական վերլուծության մեթոդներով և ստացվում են վնասվածքային քվանտիլային թեք տեղամասերի (1) հավասարումների պարամետրերը $P(N) = 10...99,9\%$ հավանականությունների մակարդակների միջակայքում ($z_p = -1,28...3,09$): Նույն ձևով, համաձայն (2)-ի հաշվարկում են քվանտիլային գծերի ընդհանուր հորիզոնական պարամետրերը: Ըստ (3), (4)-ի, σ և N արժեքների $I-III$ տիրույթների համար ստանում են $K_{\sigma v} = f(N, z_p)$ և $K_{Nv} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների հավանականային պարամետրերը, իսկ դրանցով էլ՝ $K_{\sigma v}$ -ի արժեքները $N = 10^5, 10^6, N_{Gv(vf)}$ -ի և K_{Nv} -ի արժեքները $\sigma = 1,5\sigma_{R(f)}, 1,25\sigma_{R(f)}, \sigma_{R(f)}$ նշագրված մեծությունների դեպքերում: Ծրագիրը հնարավորություն է տալիս նաև σ , N և z_p -ի ցանկացած նախօրոք տրված արժեքների համար կատարել առավել ծանրաբեռնված և պատասխանատու մեքենամասերի և հանգույցների ամրության և երկարակեցության հավանական գնահատումը՝ նախագծվող կամ էլ գործող մեքենայի հուսալիության ողջ համակարգում:

Նշված հաշվարկային գնահատումների համար MathCad ստանդարտացված ծրագրով ստեղծված է SMMM համակարգչային ծրագիրը (2 418 կԲ):

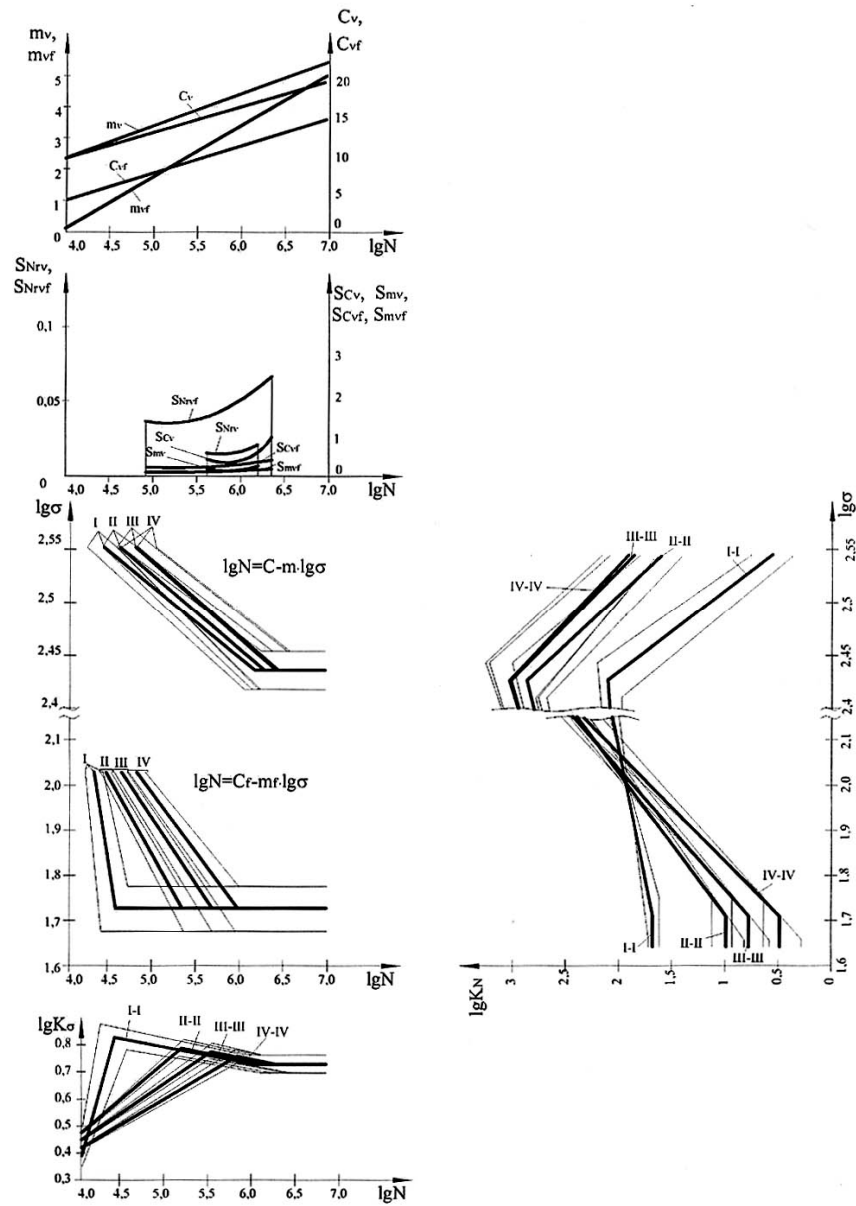
2. Օգտագործելով (5)-ում առկա պարամետրական կապերը, արագ և լավարկային լուծումների հանգելու նպատակով, որոնք առավել գործածելի են որոնողական հետազոտություններում, փորձարարական գործընթացներում և

արտադրական պայմաններում, նպատակահարմար է օգտվել նոմոգրաֆիկական մեթոդներով ստացվող գրաֆիկական լուծումներից և կառուցել համապատասխան նոմոգրամներ: Դրանք թույլ են տալիս որոշակի դասի կառուցվածքային պողպատներից պատրաստված մեքենամասերի և հանգույցների խմբերի համար համեմատաբար պարզ և մատչելի գրաֆիկական եղանակներով անմիջապես ստանալ (3)-ով բնութագրվող K_{σ_v} և K_{N_v} գործակիցների հավանական արժեքները (σ , N) երկչափ տիրույթի ցանկացած կետի համար՝ շրջանցելով մեծածավալ հաշվարկային ընթացակարգերը:

Այս առումով ստեղծված է մի նոմոգրամ, որն ամփոփում է հոգնածային փորձարկումների և դրանց զուգընթաց՝ ճաքագոյացման և զարգացման գործընթացները հետևող և չափագրող ֆերոգոնդային սարքից ստացված փորձարարական տվյալների ողջ համալիրը: Որպես ելքային վերցված են 36թհ2 մակնիշի պողպատյա հարթ փորձանմուշների ($d=12$ մմ, $\sigma_B=810$ ՄՊա, $\sigma_T=520$ ՄՊա, $HB=200..215$) բարձակային ծոմամբ հոգնածային փորձարկումների [3], իսկ որպես համեմատական՝ նույն պողպատից և բեռնվածության ռեժիմով՝ հորատային խողովակաշարերի պարուրակային միացությունների ($D=113,03$ մմ, $\delta=10$ մմ, $G4-A$ մակնիշի պարուրակ, թԿհՁ 631-75՝ $D/d=1,034$, $r/d0,003$, $\omega=60^\circ$, $\alpha_\sigma=3,35$) բնօրինակային փորձարկումների արդյունքները (աղյուսակ) [4]:

Նույն SMMM ծրագրում որպես ինքնավար գործող ենթածրագիր նախատեսված է դիտարկվող վիճակագրական ցուցանիշների և գործակիցների գրաֆիկական գնահատման մի բաժին, ուր արդեն (1) – (4)-ով հաշվարկված մեծություններով և MathCad ստանդարտ ծրագրով կառուցվում է ողջ նոմոգրամը: Դրա առանձին հատվածների հարմարադասման ընթացքում պահպանվել է նոմոգրաֆիայի հիմնական սկզբունքը՝ դիտարկվող ֆունկցիաների այնպիսի հանգուցային և ծայրամասային դասավորություն, որը զոնե մեկ ընդհանուր կոորդինատային առանցքի առկայության դեպքում թույլ կտա առանց լրացուցիչ և բարդ կառուցումների միանգամից ապահովել գրաֆիկական ընթացակարգը մեկ քառորդամասից մյուսին անցնելու դեպքում: Նոմոգրամի 1-ին քառորդամասում տրված են ելքային և համեմատական վնասվածքային քվանտիլային գծերի ընտանիքների I-IV փուլերի թեք և հորիզոնական տեղամասերի համար՝ համաձայն (1), (2)-ի, իսկ 2-րդ և 3-րդ քառորդամասերում՝ համապատասխանաբար $K_{\sigma_v}=f(N, z_p)$ և $K_{N_v}=\varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների ընտանիքները $P(N)=10, 50$ և $99,9\%$ հավանականությունների մակարդակներով ($z_p=-1,28, 0$, և $3,09$) ըստ (3)-ի (նկ.):

Այսպիսով, SMMM համակարգչային ծրագիրը թույլ է տալիս դիտարկել և իրակա-նացնել տարաբնույթ ուղիղ և հակադարձ հաշվեգրաֆիկական ընթացակարգեր, որոնք բխում են որոշակի ճարտարագիտական հիմնախնդրի լուծման տրամաբանությունից, և դրա արդյունքով առաջադրել լավարկային կամ կանխագուշակային լուծումներ:



Նկ. $F(K_{\sigma v}, K_{Nv}, C_{v(vf)}, m_{v(vf)}, \sigma_{R(f)}, v_{\sigma(f)}, \sigma, N, z_p) = 0$ նունդրամ

Հոգնածային փորձարկումների արդյունքները

N	(1), (2)-ի վիճակագրական ցուցանիշներ	Հոգնածային քայքայման փուլեր			
		I	II	III	IV
1	$\bar{\sigma}_R / \bar{\sigma}_{Rf}$	260 ՄՊա/40 ՄՊա 0,03/0,09			
2	$v_\sigma / v_{\sigma f}$				
3	$\bar{C}_v$	15,6748	16,0624	16,5133	17,8333
	C_{vf}	7,3936	10,3192	11,5704	12,5514
4	$\bar{m}_v$	4,1486	4,2096	4,3125	4,8333
	m_{vf}	1,5421	2,9310	3,4667	3,8725
5	$\lg \bar{N}_{Gv}$	5,6560	5,8962	6,0986	6,2020
	$\lg N_{Gvf}$	4,9230	5,6237	6,0164	6,3473
6	S_{Cv}	0,5929	0,6158	0,6689	1,1401
	S_{Cvf}	0,3434	0,3616	0,4758	0,6179
7	S_{mv}	0,2287	0,2372	0,2577	0,4435
	S_{mvf}	0,1494	0,1573	0,2058	0,2688
8	S_{Nrv}	0,0253	0,0271	0,0293	0,0394
	S_{Nrvf}	0,0650	0,0685	0,0923	0,1170

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Տափյան Մ.Գ., Մանուկյան Մ.Ա., Մարկարյան Ա.Գ.** Расчетная оценка сопротивления усталости и трещиностойкости деталей, работающих на воздухе и в коррозионных средах. Сообщ. 1: Математическая модель сравнительных испытаний на усталость и трещиностойкость // ВИАА. -2004.- Т.1, 12.-С. 220-225.
2. **Տափյան Մ.Գ., Մանուկյան Մ.Ա., Մարկարյան Ա.Գ.** Расчетная оценка сопротивления усталости и трещиностойкости деталей, работающих на воздухе и в коррозионных средах. Сообщ. 2: Расчетные схемы для определения коэффициентов прочности и долговечности//ВИАА.-2004.-Т.1, 14.-С. 660-667.
3. **Տափյան Մ.Գ., Մնացականյան Ա.Տ., Օганесян Լ.Գ.** Современные методы изучения накопления усталостных повреждений ферромагнитных материалов// Проблемы прочности. – 1990. – 17. – С.41-47.
4. **Տափյան Մ.Գ., Шагаев Ю.П., Мнացаканян А.С.** Вероятностная оценка периодов усталостного разрушения стальных буровых труб // Республ. межвед. н.-т. сб.: Химическое машиностроение. – Киев: Техника, 1990. –Вып. 51. – С. 23-28.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 16.02.2005:

М.Г. СТАКЯН, М.А. МАНУКЯН, А.Дж. РАМАЗЯН

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ ТРЕЩИН В
ВАЛАХ**

Рассмотрены способы получения функций коэффициентов для количественной оценки факторов (концентрация напряжений, масштабный эффект, вид упрочняющей технологии и др.), влияющих на процессы возникновения и развития трещин. Сравниваются вероятностные значения прочности и циклической долговечности валов при действии разных факторов, но при одинаковых периодах усталостного разрушения. Дана классификация видов функций и разработана вычислительная программа для подсчета параметров уравнения. Составлена номограмма для графического определения коэффициентов.

M.G. STAKYAN, M.A. MANUKYAN, A.J. RAMAZYAN

**DESIGN-GRAPHICAL ESTIMATION OF FACTORS INFLUENCING THE CRACK
DEVELOPMENT IN SHAFT**

The ways of obtaining coefficient functions for quantitative estimation factors (stress concentration, scale effect, type of strength technology, etc.) influencing the processes of crack emergence and development are considered. In these functions possibility expressions of shaft strength and cyclic durability are compared under the effect of different factors, but at equal periods of fatigue failure. Function types of classification are given, and the computer program for counting equation parameters is developed. The nomograph for graphical determination of factors is drawn up.