

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐԻ ԼԱՐՎԱԾԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱ

Միհրան Գրիգորի Ստակյան*, Նարինե Վիլիկի Փիրումյան, Անգին Վիկտորի Մարտիրոսյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

*stakyan.mihran@yandex.ru

Դիտարկվում է շինարարական կոնստրուկցիաներում և վերամբարձ-փոխադրական սարքավորումներում էլեմենտների (խողովակների կցվանք, եռակցված կարերի տեղամաս, փոխանցիչ սարքեր) աշխատանքը համատեղ ցիկլային ծոման և ոլորման պայմաններում: Յույց է տրված, որ նախորդ հետազոտություններում այդ լարվածային վիճակը գնահատվել է միայն ամրության չափանիշներով, որոնց պարամետրերը կոնստրուկցիաների ծառայության ժամկետից և էլեմենտների ֆիզիկամեխանիկական տվյալների ցրումից անկախ, վերցվել են որպես հաստատուն մեծություններ, որոնք միայն համապատասխանում են բազմացիկլային հոգնածության միջնարժեքային սահմանային լարումներին: Քիչ են ուսումնասիրված կոնստրուկցիաների երկարակեցության չափանիշները, որոնք վերջին տասնամյակներում շինարարական աշխատանքների աճի պայմաններում նյութատարության նվազեցման առաջնային խնդիր են դարձել: Կոնստրուկցիաների վրա գործոնների (էլեմենտների երկրաչափություն, լարումների կուտակում, բեռնվածության ռեժիմ, տեխնոլոգիական գործողություններ և այլն) առանձին կամ համատեղ ազդման դեպքում դիտարկված է ամրության և երկարակեցության հիմնախնդիրների միաժամանակ լուծման անհրաժեշտությունը: Համատեղ լուծելով փորձանմուշների հոգնածային զծերի հավասարումները, ձևակերպված են ամրության և երկարակեցության հարաբերական գործակիցների ֆունկցիոնալ կապերը, որոնք նույնպես փոփոխական և հավանական բնույթ են կրում: Լոգարիթմական կոորդինատային համակարգերում ներկայացված են նշված ֆունկցիաները գործոնների եզակի և համատեղ ազդեցության դեպքում, որոնցով հոգնածային տիրույթի ցանկացած կետում կարելի է ստանալ այդ գործակիցների արժեքները 10,0...99,9 % չքայքայման հավանականությամբ և դրանք օգտագործել ամրության և երկարակեցության նախագծային հաշվարկներում:

Բանալի բառեր. շինարարական կոնստրուկցիա, էլեմենտներ, ամրության և երկարակեցության հարաբերական գործակիցներ, գործակիցների հաշվարկային տիրույթներ

Ներածություն

Շինարարական կոնստրուկցիաների ծանրաբեռնված էլեմենտների և հանգույցների հոգնածային դիմադրությունը զգալիորեն պայմանավորում է պարբերական բեռնվածության ազդեցությանը ենթարկվող այդ կոնստրուկցիաների ամրությունը, երկարակեցությունը և հուսալիությունը: Էլեմենտների նվազագույն զանգվածի ապահովումը բարձր արտադրողականություն պահանջող ժամանակակից կոնստրուկցիաների ստեղծման գործընթացում պահանջում է լիովին

օգտագործել դրանց կրողունակության գոյապաշարը, որն իր հերթին զգալիորեն բարձրացնում է էլեմենտների վտանգավոր հատույթների լարվածությունը: Նախագծման փուլում դա հնարավոր է իրականացնել հոգնածային դիմադրության բնութագրերի գնահատման ճշգրտված հաշվարկային մեթոդիկայի կիրառմամբ, որում հաշվի են առնված հոգնածային քայքայման գործընթացի հավանական բնույթը և համապատասխան լաբորատոր փորձարկումների արդյունքների որոշակի ցրումը [1-3]:

Կոնստրուկցիաների վրա ազդող արտաքին գործոնները, որպես կանոն, հավանական բնույթ են կրում, իսկ կոնստրուկցիոն նյութերի մեխանիկական բնութագրերին բնորոշ է արժեքների զգալի ցրում: Այս կապակցությամբ կոնստրուկցիաների ամրության և երկարակեցության ավանդական հաշվարկների փոխարեն անհրաժեշտ է օգտագործել բեռնվածքների ազդման և նյութերի հոգնածային քայքայման ընթացքը հավանական հիմքով ձևակերպված արդի հաշվարկներ, որոնք թույլ կտան դեռևս նախագծման փուլում հաշվի առնել յուրաքանչյուր գործոնի ազդեցությունը և հավանական տեսակետից կանխատեսել պատասխանատու էլեմենտների ամրությունը և երկարակեցությունը [4-6]:

Մյուս կարևոր խնդիրը՝ դա փոփոխական բարդ բեռնվածության հաշվառումն է, որին էլեմենտների հոգնածային դիմադրության ուսումնասիրման բնագավառում շատ քիչ տեղ է հատկացված: Մինչդեռ պատասխանատու էլեմենտների ճնշող մեծամասնությունն աշխատում է նման ռեժիմներով, որոնք էլ վտանգավոր հատույթներում առաջացնում են տարբեր բնույթով փոփոխվող բարդ լարվածային վիճակ: Այս պատճառով էլ հիմնավորվում է հոգնածային փորձարկումների առավելագույնս մոտեցումն իրական աշխատանքային պայմաններին և այդ հիմքով պատասխանատու էլեմենտների հաշվարկային մեթոդի կատարելագործումը [7-9]:

Նյութեր և մեթոդներ

Կոնստրուկցիոն էլեմենտների և միացությունների հոգնածային դիմադրության ուսումնասիրմանը նվիրված հետազոտություններում մեծ թվով փորձարարական նյութեր են կուտակված և տեսական մոտեցումներ են առաջադրված, բայց հոգնածային փորձարկումների ողջ ծավալի 85...90 %-ը վերաբերում է պարզ լարվածային վիճակին և ողորկ փորձանմուշներին, որոնցում հաշվի չի առնված բեռնավորման ռեժիմների և էլեմենտների կոնստրուկցիոն բազմազանությունը [1-3]: Վերջին տասնամյակներին հատուկ ուշադրություն է դարձվել փոփոխական բարդ բեռնվածություն հատուկ դեպքին՝ համատեղ ծոմանը և ոլորմանը, որը հիմնականն է գազատրանսպորտային համակարգերում (ԳՏՀ) էլեմենտների աշխատանքային ռեժիմների դեպքում: Բարդ բեռնավորման այս ձևն ունի իր առանձնահատկությունները, առաջին հերթին՝ նորմալ և շոշափող լարումների փոխազդեցությունը, որը քիչ է ուսումնասիրված և չեն ճշտված նշված լարումների ազդեցության սահմանները [5, 6]:

Շոշափող լարումների համեմատաբար բարձր արժեքների դեպքում ($\tau \approx \tau_T$) էլեմենտների հոգնածային գործընթացն ուղեկցող՝ ոլորման զգալի մնացորդային դեֆորմացիաները խոչընդոտում են փոփոխական բարդ բեռնվածության այդ դեպքի ուսումնասիրմանը և հոգնածային փորձարկումների իրականացման բնականոն ընթացքին՝ լաբորատոր սարքավորման անկատար կառուցվածքի և կինեմատիկական սխեմայի ցածր հնարավորությունների պատճառով: Դաստիպել է նախորդ տասնամյակներում կատարված նմանատիպ փորձարկումներում սահմանափակել τ -ի արժեքները և դիտարկել միայն կոնստրուկցիոն հանգույցներում արագընթաց էլեմենտների բեռնավորման դեպքերը, մինչդեռ հոգնածային քայքայումն առավելապես հանդես է գալիս զգալի ոլորող մոմենտներով ծանրաբեռնված դանդաղընթաց էլեմենտներում: Առաջարկված հաշվարկային մեթոդները և տեսությունները հիմնականում շատ ծավալուն են և պահանջում են զգալի քանակությամբ նախնական տեղեկություններ [2-5]:

Էլեմենտների ճշգրտված հաշվարկները նախատեսում են հավանականությունների տեսության և մաթեմատիկական վիճակագրության դրույթների լայն կիրառում: Գոյություն ունեն մի շարք ստանդարտ հաշվարկային ծրագրեր, բայց մինչ այժմ չեն ստեղծվել մի քանի չափանիշներով նորմալ բաշխման «գրոյական» վարկածի համապատասխանության ստուգումներ իրականացնող համալիր ծրագրեր: Հետազոտվող էլեմենտների և հանգույցների շահագործական, տեխնոլոգիական և կոնստրուկցիոն պարամետրերի միջև հաշվարկային կապերը բացահայտելու նպատակով հոգնածային փորձարկումների արդյունքները պետք է վերամշակվեն կոռելյացիոն և ռեգրեսիոն վերլուծության մեթոդների կիրառմամբ [10, 11]:

Աշխատանքի նպատակը փոփոխական բարդ բեռնվածությամբ կոնստրուկցիոն էլեմենտների ամրության և երկարակեցության հաշվարկային մեթոդների կատարելագործումն է, որը ներառելու է բեռնվածության ռեժիմների և իրական աշխատանքային պայմանները նմանակող հոգնածային փորձարկումներով ստացված հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների հավանական գնահատումը, ինչպես նաև ամրության և երկարակեցության հարաբերական գործակիցների ֆունկցիաների դուրսբերումը:

Էլեմենտների հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների վրա տարաբնույթ գործոնների ազդեցությունը գնահատելու համար կիրառված է համեմատական հոգնածային փորձարկումներով ստացված ցիկլային երկարակեցությունների ցրման դաշտերի համեմատման մեթոդը, որն իրականացվել է քվանտիլային հոգնածային զճերի ընտանիքների հավասարումների համատեղ լուծման եղանակով: Այդ արդյունքով ստացված ամրության և երկարակեցությունների հարաբերական գործակիցների պատահական ֆունկցիաները հետազոտված և դասակարգված են ֆունկցիոնալ վերլուծության հաշվազրաֆիկական եղանակներով [9-11]:

Հոգնածային փորձարկումների համար անհրաժեշտ սարքավորումը և կիրառված փորձարարական մեթոդիկան առավելագույնս մոտեցված են էլեմենտների իրական աշխատանքային

ռեժիմներին (շոշափող և նորմալ լարումների համատեղ ազդեցությունը և հաստատուն հարաբերությունը՝ $\tau/\sigma = const$, անկախ σ_i գերլարումների մակարդակից, և τ/σ հարաբերության արժեքների համեմատաբար լայն միջակայքի ընտրությունը) [12]:

Արդյունքներ և քննարկում

Ստացված են տարբեր գործոնների (մասշտաբային, լարումների կուտակման, բարդ բեռնվածության և այլն) առանձին կամ համատեղ ազդեցությունը հաշվառող հարաբերական գործակիցների պատահական ֆունկցիաներ, որոնք զգալիորեն ընդլայնում են էլեմենտների կրողունակության հաշվարկային հնարավորությունները, ընդգրկելով բազմացիկլային հոգնածության ողջ տիրույթը ($N_i = 10^5 \dots 10^7, \sigma_i = 1,0 \dots 1,8\sigma_R$) և թույլ տալով հավանական գնահատումներ կատարել՝ նշված հաշվարկներում օգտագործելով $P=0,1\dots 0,999$ չքայքայման հավանականության նախօրոք տրված մակարդակները: Նշված մեթոդը հնարավորություն է ընձեռում հաշվարկների կետային գնահատումներից (σ_R, N_G) անցնել միջակայքայինների՝ սահմանափակ հոգնածության տիրույթի ցանկացած կետի համար, որը թույլ է տալիս լրիվ օգտագործել կոնստրուկցիայի հոգնածային դիմադրության գոյապաշարը և դրանով իսկ նվազարկել էլեմենտի զանգվածը [13, 14]:

Քննարկվում են հոգնածային դիմադրության վրա ազդող գործոնների քանակական գնահատումն իրականացնող հարաբերական գործակիցների համակարգման հարցերը: Տեղեկատու գրականության մեջ դրանք տրվում են միայն ըստ ամրության ցուցանիշի: Երկարակեցության ցուցանիշի հաշվառմամբ, ըստ ազդող գործոնների (մասշտաբային, լարումների կուտակում, մակերևութային շերտի վիճակ, բեռնվածություն և այլն) ընդհանուր դեպքում այդ գործակիցներն ունեն հետևյալ տեսքը՝

$$K_{d\sigma} = \sigma_{Rd} / \sigma_R, \quad K_{\sigma} = \sigma_R / \sigma_{Rk}, \quad K_F = \sigma_R / \sigma_{R(R_z)}, \quad K_p = \sigma_{Rp} / \sigma_R, \\ K_{dN} = N_d / N, \quad K_N = N / N_k, \quad K_{FN} = N / N_F, \quad K_{pN} = N_p / N: \quad (1)$$

Նշված գործակիցներից մի մասը տեղեկատու գրականության մեջ համակարգված է աղյուսակների ու նոմոգրամների տեսքով, բայց դրանք հաշվի չեն առնում գործոնների ազդման ողջ տիրույթը և հավանական գնահատականը, որի պատճառով դրանց կիրառումը հաշվարկներում հանգեցնում է մինչև 20...25 % սխալանքի: Փորձարկման արդյունքների անխուսափելի ցրումը պահանջում է (1) գործակիցների հավանական գնահատումը, քանի որ նախկինում բերված տվյալները հիմնականում համապատասխանում են չքայքայման հավանականության $P(N) \approx 0,5$ մակարդակին և բազմացիկլային հոգնածության տիրույթում ներկայացված են որպես հաստատուն մեծություններ:

Հաշվարկային գործընթացների ընդհանրացման և հոգնածային տարբեր փորձարկումների արդյունքներին միասնական գնահատական տալու նպատակով կարելի է օգտագործել հոգնածային գծի lgN – ի ցրման տիրույթները բնութագրող հավասարումների համատեղ լուծման մեթոդը: Դրա հիմքում դրված է գործոնների ազդման ընդհանուր բնութագրի գնահատման սկզբունքը և դրանց հատկությունները՝ բազմացիկլային հոգնածության տիրույթում առաջացնել lgN –ի

ցրման դաշտերի չափերի և հարաբերական դասավորվածության փոփոխություն, երբ փոխվում է ազդող գործոնը բնութագրող պարամետրը [15]:

Հաշվի առնելով $N = const$ և $\sigma = const$ դեպքերը՝

$$lg\sigma_{RN} = C/m - (1/m)lg\sigma, \quad lgN = C - mlg\sigma$$

և քանի որ $lgK_\sigma = lg\sigma_{RN} - lg\sigma_{RNf}$ և $lgK_N = lgN - lgN_f$, համեմատական հոգնածության գծերի ընտանիքների համատեղ լուծումից կստացվեն նշված ֆունկցիաների հավասարումները՝

$$K_{d\sigma}, K_\sigma, K_F, K_p = f(N, z_p),$$

$$K_{dN}, K_N, K_{FN}, K_p = \varphi(\sigma, z_p): \quad (2)$$

Հոգնածային կորերի նման, (2) ֆունկցիաներն ունեն երկու կամ երեք տիրույթներ, որոնց սահմաններում այդ ֆունկցիաներն անփոփոխ են մնում (նկ. 1)՝

$$I - N < N_{Gf} \quad (N < N_G), \quad \sigma > \sigma_{Rf} \quad (\sigma > \sigma_R),$$

$$II - N_{Gf} \leq N \leq N_G \quad (N_G \leq N \leq N_{Gf}), \quad \sigma_{Rf} \geq \sigma \geq \sigma_R \quad (\sigma_R \geq \sigma \geq \sigma_{Rf}), \quad (3)$$

$$III - N > N_G \quad (N > N_{Gf}), \quad \sigma < \sigma_R \quad (\sigma < \sigma_{Rf}):$$

Այս տիրույթներից յուրաքանչյուրում $K_{\sigma f}$ և K_{Nf} գործակիցները հաշվարկվում են տարբեր բանաձևերով, որոնք ներկայացված են աղ. 1-ում,

որտեղ $S_1 = \pm(C/m - C_f/m_f), S_2 = S_1 + (lgN_{Gf,G}/m_f), S'_2 = S_1 - (lgN_{Gf,G}/m_f),$

$$M_1 = \pm(1/m - 1/m_f), \quad M_2 = 1/m_f, \quad M'_2 = 1/m_f, \quad (4)$$

$$\Delta C_1 = \pm(C - C_f), \quad \Delta C_2 = \Delta C_1 - m_f, \quad lg\sigma_{R,Rf},$$

$$\Delta m = \pm(m - m_f), \quad \Delta(mlg\sigma_R) = \pm(m_f lg\sigma_{Rf} - mlg\sigma_R):$$

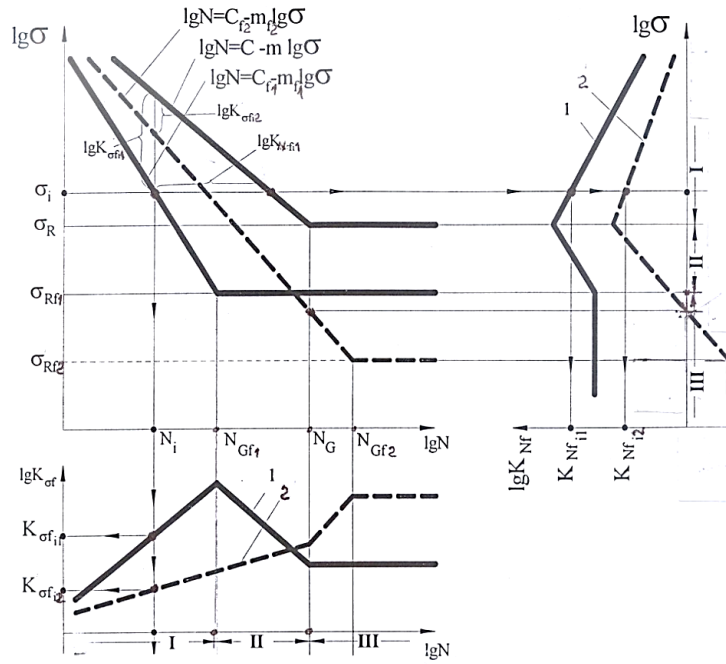
Առանձնացված է δ հարաբերական մեծությունների մի խումբ, որը հաշվի է առնում աղ. 1-ի պարամետրերի փոփոխությունը, կախված հետազոտվող f գործոնի ազդեցությունից՝

$$\delta_\sigma = \sigma_R / \sigma_{Rf}, \quad \delta_N = N_G / N_{Gf}, \quad \delta_{S^2 N_i} = S_{Ni}^2 / S_{Nfi}^2, \quad \delta_{S^2 \sigma_i} = S_{\sigma_i}^2 / S_{\sigma if}^2,$$

$$\delta_m = m / m_f, \quad \delta_C = C / C_f, \quad \delta_b = (C / m), \quad (C_f / m_f) = \delta_C / \delta_m: \quad (5)$$

δ_σ և δ_N -ը բնութագրում են σ_i ցիկլային գերլարումների և N_i երկարակեցությունների I, II և III տիրույթների չափերը, δ_m, δ_C և δ_b -ն՝ այդ տիրույթներում $K_{\sigma f}$ -ի և K_{Nf} -ի փոփոխությունները (ինտենսիվությունը և մակարդակը), իսկ $\delta_{S^2 \sigma}$ և $\delta_{S^2 N}$ -ը՝ σ_i և N_i -ի ցրման չափը:

$K_{\sigma f}$ և K_{Nf} ֆունկցիաների տեսքը ձևավորող հիմնական հարաբերական մեծությունները δ_N և δ_σ -ն են (աղ. 2, 3): Այդ ֆունկցիաները կարելի է դասակարգել երեք հիմնական բաժիններով՝ Դրանք $K_{\sigma f}$ -ի համար այն դեպքերն են, երբ $\delta_N > 1, \approx 1, < 1$, իսկ K_{Nf} -ի համար՝ $\delta_\sigma > 1, \approx 1, < 1$: $\delta_\sigma, \delta_N \approx 1$ դեպքում ֆունկցիաների փոփոխման II տիրույթը բացակայում է: Յուրաքանչյուր բաժնի մեջ ընդգրկված են երեք խմբեր, որոնց մեջ էլ իրենց հերթին, առկա են U, F, Q ենթախմբերը, որոնց սահմաններում ձևավորվում են գործակիցների արժեքները՝ $K_{\sigma f}, K_{Nf} > 1, \approx 1, < 1$:



Նկ. 1. $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների որոշումը

Աղյուսակ 1

$K_{\sigma f} = F(\sigma, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(r, z_p)$ ֆունկցիաները I–III տիրույթներում

N – ի և σ –ի տիրույթները		Հաշվարկային սխեմա
N	I	$lgK_{\sigma f} = S_1 - M_1 lgN$
	II	$lgK_{\sigma f} = S_2 - M_2 lgN$ ($lgK_{\sigma} = S'_2 + M'_2 lgN$)
	III	$lgK_{\sigma f} = S_1 - \Delta(lgN_G / m) = const$
σ	I	$lgK_{Nf} = \Delta C_1 - \Delta m lg\sigma$
	II	$lgK_{Nf} = \Delta C_2 + m_f lg\sigma$
	III	$lgK_{\sigma f} = \Delta C_1 - \Delta(m lg\sigma_R) = const$

Այսպիսով, հնարավոր է $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների փոփոխման 27 տարբերակ:

Առաջադրվող մեթոդը թույլ է տալիս հաշվարկային գնահատումներ կատարել ամրության, երկարակեցության և հուսալիության տարաբնույթ խնդիրների շրջանակներում: Այն օժտված է համապիտանիության հայտանիշով, քանի որ կարելի է հաշվարկներ կատարել բազմացիկլային հոգնածության տիրույթի ցանկացած կետում, հավանական տեսակետից տալ տարաբնույթ գործոնների առանձին կամ համատեղ ազդեցության գնահատումներ ցիկլային երկարակեցություններում, որոնք էլեմենտների փոփոխական բարդ բեռնվածության նախկին հաշվարկներում բացակայել են:

Աղյուսակ 2

$K_{of} = f(N, z_p)$ ֆունկցիայի փոփոխություններն ըստ δ մեծությունների

Խումբ	δ_N	δ_σ -ի ենթախմբեր			δ_m	δ_b	Ֆունկցիայի տեսքը
		Ա	Բ	Գ			
1					≈ 1	> 1	
2	> 1	> 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
3					< 1	> 1	
4					> 1	≤ 1	
5	≈ 1	> 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
6					< 1	> 1	
7					> 1	> 1	
8	> 1	< 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
9					< 1	> 1	

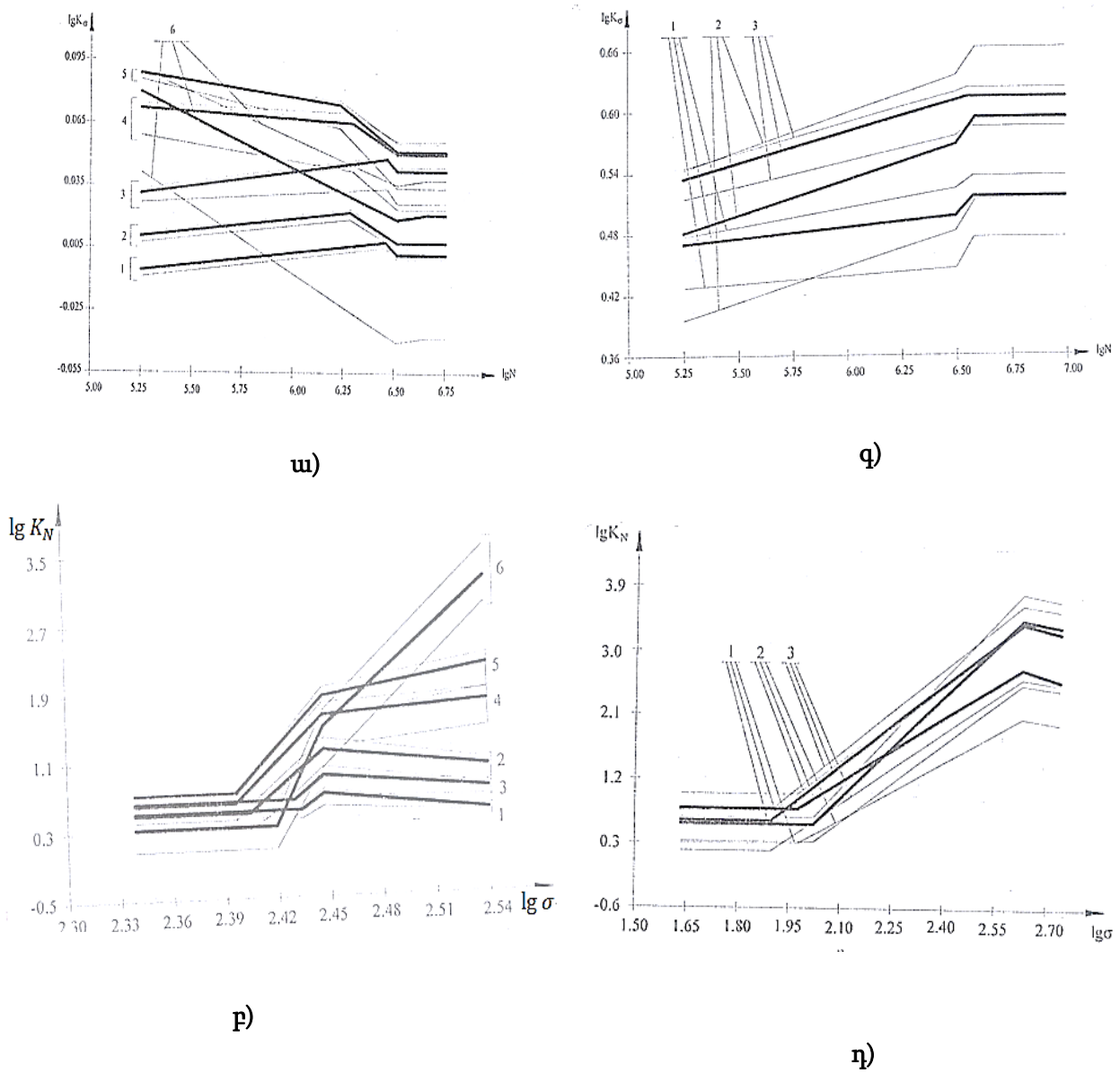
Աղյուսակ 3

$K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների տեսքը

Խումբ	δ_σ	δ_N -ի ենթախմբեր			δ_m	δ_b	Ֆունկցիայի տեսքը
		Ա	Բ	Գ			
1					> 1	> 1	
2	> 1	> 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
3					< 1	> 1	
4					> 1	≤ 1	
5	≈ 1	> 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
6					< 1	> 1	
7					> 1	> 1	
8	≈ 1	> 1	≈ 1	< 1	≈ 1	≥ 1	
9					< 1	> 1	

Նկ. 1-ում ներկայացված գրաֆիկական լուծումները հաստատում են, որ $K_{\sigma f}$ և K_{Nf} գործակիցների ֆունկցիաները փոխադարձ կապի մեջ են և դրանց փոփոխությունները նոմոգրաֆիկական բնույթ են կրում, որը թույլ է տալիս ձևակերպել համապատասխան նոմոգրամներ դրանց արժեքները գրաֆիկական եղանակով որոշելու համար:

Նկ. 2-ում տրված են տվյալ հետազոտության շրջանակներում իրականացրած քանակական գնահատումների ծայրահեղ դեպքերը՝ փոփոխական բարդ բեռնվածության ազդեցությունն էլեմենտների հարաբերական ամրության և երկարակեցության վրա (նկ. 2 ա, բ), ինչպես նաև բեռնվածության ռեժիմի և լարումների կուտակման համատեղ ազդեցությունը նույն ցուցանիշների վրա չքայքայման հավանականության՝ $P(N) = 0,1 \dots 0,999$ միջակայքում (նկ. 2 գ, դ):



Նկ. 2. Բեռնվածության ռեժիմի հարթ փորձանմուշներ. ա, բ - բեռնվածության ռեժիմի և լարումների կուտակման համատեղ ազդեցությունը (շտաավղային միջանցիկ անցքով փորձանմուշներ) գ, դ - էլեմենտների հարաբերական ամրության ($K_{\sigma f}$) և երկարակեցության (K_{Nf}) վրա: 1...6 քվանտիլային զծերի ընտանիքները համապատասխանում են $\tau/\sigma = 0,06, 0,8, 1,0, 1,2, 1,4$ և $1,65$ դեպքերին, $P(N) = 0,1, 0,5$ և $0,999$

$K_{\sigma f} = f(N, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների քվանտիլային գծերը թույլ են տալիս մեխանիզմներում էլեմենտների գործնական բոլոր տեսակների համար, ունենալով ստանդարտ հոգնաձային փորձարկումների արդյունքները ($\tau/\sigma = 0$, *ցիկլային ծռում*), և այդ ֆունկցիաների պարամետրերի օգնությամբ հաշվարկել էլեմենտների դիմացկունության սահմանների և ցիկլային երկարակեցությունների հավանական արժեքները:

Եզրակացություն

Կատարված համալիր տեսական-փորձարարական հետազոտության հիման վրա կարելի է ձևակերպել հետևյալ եզրահանգումները:

Դիտարկված է էլեմենտների հոգնաձային դիմադրության վրա ազդող գործոնները գնահատող հարաբերական գործակիցների համակարգն ըստ ամրության ցուցանիշի և դրան ավելացված է ևս մի նոր համակարգ՝ էլեմենտների երկարակեցությունը գնահատելու համար: Ցույց է տրված, որ այդ գործոնները պատահական մեծություններ, իսկ բազմացիկլային հոգնաձայնության տիրույթում՝ հավանական ֆունկցիաներ են, որոնց պարամետրերի ստացման համար օգտագործված է հոգնաձային փորձարկումների տվյալների ցրման դաշտերի համեմատման մեթոդը: Այն իրականացվում է քվանտիլային հոգնաձային գծերի ընտանիքների հավասարումների համատեղ լուծմամբ, որի արդյունքով ստացվում են ամրության և երկարակեցության գործակիցների $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$, $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաները, որոնցում որպես պարամետր հանդես է գալիս նորմալ բաշխման ֆունկցիայի z_p քվանտիլը:

Հաշվի առնելով, որ համեմատական քվանտիլային հոգնաձային կորերի ընտանիքները բազմացիկլային հոգնաձայնության տիրույթում տարբեր դիրքեր են գրավում, նշանակված են N -ի և σ -ի այն երեք տիրույթները, որոնցում $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ -ի տեսքերն անփոփոխ են մնում: Տրված են $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$ և $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ ֆունկցիաների հնարավոր բոլոր տարբերակները և կառուցված են նոմոգրամներ, որոնք միասնականացնում են էլեմենտի ամրության և երկարակեցության հավանական հաշվարկները:

Տեղեկատու գրականության մեջ ամրությունը գնահատող գործակիցների համակարգի գործառնության հնարավորություններն ընդլայնելու նպատակով ներկայացված են այդ գործակիցների հավանական ֆունկցիաները՝ $K_{\sigma f} = f(N, z_p)$, իսկ երկարակեցության հաշվարկներ իրականացնելու նպատակով առաջադրվում է երկարակեցության գնահատման գործակիցների նոր համակարգ՝ $K_{Nf} = \varphi(\sigma, z_p)$ հավանական ֆունկցիաների տեսքով:

Գրականության ցանկ

- [1] **А.А. Золунина, Ю.В. Петров**, О концентрации напряжений в глубокой выточке в задачах кручения, Вестн. С-Петербург. ун-та, Сер.1, 3 (1998) 71-74.
- [2] **С.Л. Мусаелян**, Модель усталостного разрушения материала при сложном напряженном состоянии, Изв.АН Армении, Механика 2(48) (1995) 67-71.

- [3] **Н.В. Олейник, С.П. Скляр**, Эффективные методы оценки сопротивления усталости деталей машин, Изд-во Одесск.гос.мор.ун-та, Одесса, 1996, 214 с.
- [4] **В.Л. Райхер и др.**, К вопросу о вероятностных моделях исчерпания усталостной долговечности, Эксплуат. прочн. и надежн. Авиац.констр.Моск.гос.техн.ун-та гражд.авиации, 1997, 3-15.
- [5] **Л.А. Сосновский, Э.Г. Горнова**, Решение задачи оптимального проектирования деталей при сложном напряженном состоянии, Вестник машиностроения 2 (1990) 8-12.
- [6] **Domazet Zeljko**, Fatigue stress concentration factors for shafts with defferent keyways in bending, Ostern Ing.and Archit, Z, 6 (142) (1997) 472-475.
- [7] **Վ.Յ.Բաախանյան, Ս.Ս. Մանուկյան**, Հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների հաշվարկային և գրաֆիկական գնահատման եղանակները, Հոդվ.ժող. «Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում» 3 (2002) 67-71:
- [8] **Ս.Ս. Մանուկյան, Վ.Յ. Բաախանյան**, Հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների հաշվարկային գնահատման պարամետրերի ուսումնասիրումը, Հոդվ.ժող. «Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում» 4 (2002) 112-117:
- [9] **М.Г. Стакян, Л.Г. Оганесян, Г.А. Манукян**, Корреляционный и регрессионный анализ результатов механических испытаний, Алгоритмы и программы, Инф.бюлл. ВНИТИЦентра, ГФАП СССР, ЦИФ 5 (1990) 7с.
- [10] **М.Н. Степнов, А.В. Шаврин**, Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник, Машиностроение, Москва, 2007, 400 с.
- [11] **М.Г. Стакян, Т.Э. Джрбашян, А.С. Мнацаканян**, Вероятностные методы расчета относительной прочности и долговечности деталей машин, Алгоритмы и программы, Инф.бюлл. Всеросс. Науч-техн. инф. Центра 3 (1992) 6, 9с.
- [12] **Արտոնագիր №762Կ**, Հայտ AM20220032 Կ, ներկայացվել է 08.04.2022, հրատարակվել է 16.09.2022, **Ս.Գ. Ստակյան, Ն.Վ. Փիրումյան, Հ. Ղազարյան**:
- [13] **R. Konta, D.Play**, Correlation procedures for Fatigue life determination, Trans.ASME, Journ. Mech.Des. 121(2) (1999) 289-296.
- [14] **A.S.R. Murty, U.G. Gupta, A.Kusha**, A new approach to fatigue strength distribution fatigue reliability evalution, Int.Journ. Fatigue 17(2) (1995) 85-89.
- [15] **N.V. Pirumyan, M.G. Stakyan**, Computation Method for Assessing the Crack Resistance of Elements of Gas Transmission Structure, Industrial and Civil Construction, 2022, ISCICC2022, Lecture Notes in Civil Engineering, vol.436, Springer, Cham, 20-27.

РАСЧЕТНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мигран Григорьевич Стакян*, Нарине Виликовна Пирумян, Ангин Викторовна Мартиросян

*stakyan.mihran@yandex.ru

Рассматривается работа элементов строительных конструкций и подъемно-транспортного оборудования (стык труб, участок сварного шва, передаточные узлы и др.) в условиях совместного циклического изгиба и кручения. Показано, что в аналогичных исследованиях это напряженное состояние оценивалось лишь по критериям прочности, параметры которого независимо от срока службы конструкций и отклонений физико-механических данных элементов принимались как постоянные

величины, которые только соответствуют предельным медианным напряжениям при многоцикловой усталости. Мало изучены конструкции по критерию долговечности, которая в последних десятилетиях при росте объемов строительных работ стала первостепенной задачей снижения материалоемкости. При единичном и комплексном воздействиях факторов (геометрия элементов, концентрация напряжений, режим нагружения, технологические операции и др.) рассматривается необходимость одновременного решения проблем прочности и долговечности. Совместно решая уравнения усталостных линий опытных образцов, оформлены функциональные связи относительных коэффициентов прочности и долговечности, которые также носят переменный и вероятностный характер. В логарифмических координатных системах представлены указанные функции при единичном и комплексном воздействиях факторов, с помощью которых для любой точки координат усталостной зоны можно получить значения коэффициентов в интервале вероятностей неразрушения 10,0...99,9% для их использования в проектных расчетах на прочность и долговечность.

Ключевые слова: строительная конструкция, элементы, коэффициенты относительной прочности и долговечности, расчетные интервалы коэффициентов

CALCULATION METHOD FOR DETERMINING THE STRESS STATE OF BUILDING STRUCTURES

Mihran Stakyan*, Narine Pirumyan, Angin Martirosyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

*stakyan.mihran@yandex.ru

The behavior of structural elements and lifting equipment (pipe joints, weld sections, transmission nodes, etc.) under combined cyclic bending and torsion is considered. It has been shown that in similar studies, this stress state was evaluated only based on strength criteria, the parameters of which, regardless of the service life of the structures and deviations in the physical and mechanical data of the elements, were taken as constant values that only correspond to the median fatigue limits. Structures are poorly studied based on the durability criterion, which has become a primary task in reducing material intensity in recent decades due to the growth in construction volumes. Under single and combined factor influences (element geometry, stress concentration, loading mode, technological operations, etc.), the necessity of simultaneously addressing strength and durability problems is considered. By jointly solving the equations of fatigue lines for experimental samples, functional connections between the relative coefficients of strength and durability are established, which are also variable and probabilistic in nature. In logarithmic coordinate systems, the specified functions are presented for single and complex effects of factors, with the help of which, for any point of the fatigue zone coordinates, it is possible to obtain the values of the coefficients in the interval of non-destruction probabilities of 10.0...99.9% for their use in design calculations for strength and durability.

Keywords: construction, structure, elements, relative strength and durability coefficients, design ranges of coefficients

Ստակյան Միհրան Գրիգորի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Փիրումյան Նարինե Վիլիլի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Մարտիրոսյան Անգին Վիկտորի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Մաթեմատիկայի, շինարարական մեխանիկայի և ֆիզիկայի դեպարտամենտ, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Стакян Мигран Григорьевич, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) - НУАСА, старший научный сотрудник, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Пирумян Нарине Виликовна, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАСА, старший научный сотрудник, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Мартirosян Ангин Викторевна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАСА, департамент Математики, строительной механики и физики, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Stakyan Mihran, Doctor of Science (engineering), professor (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Pirumyan Narine, doctor of philosoph (Ph.D) in Engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Martirosyan Angin, doctor of philosoph (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Mathematics, Structural Mechanics and Physics, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 20.05.2025թ.

Գրախոսվել է՝ 18.07.2025թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 29.08.2025թ.