

ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԳՈՐԾՈՆԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԱԶԱՏՐԱՆՍՊՈՐՏԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Միհրան Գրիգորի Ստակյան*, Նարինե Վիլիկի Փիրումյան, Անգին Վիկտորի Մարտիրոսյան,
Աշոտ Յուրիի Սաֆարյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
*stakyan.mihran@yandex.ru

Դիտարկվում են գազատրանսպորտային համակարգի պատասխանատու էլեմենտների հոգնաձային դիմադրության բարձրացման հարցերը, որոնց մակերևույթները շրջազրույթի սկզբունքով գործող ամրացնող սարքով ենթարկված են մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացման: Հաշվի առնելով տարատեսակ գործոնների և դրանց համակցության տարբերակների ազդեցության լայն շրջանակը, պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության բարձրացման անհրաժեշտ մակարդակին հասնելու համար դասակարգված և ձևակերպված են առաջադրված խնդիրներն ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակի ճշտման, օգտագործվող կոնստրուկցիոն նյութերի, էլեմենտների երկրաչափական պարամետրերի և բեռնվածության ռեժիմների վերաբերյալ, որոնք թույլ են տալիս նախկինում իրականացված համանման հետազոտություններից ընտրել անհրաժեշտ տվյալներ ստացված լուծումների օպտիմալացման և դրանց կիրառման համար: Բացահայտված է խողովակաշարի պատասխանատու էլեմենտներում հոգնաձային երևույթների գերակա բնույթը (~75 %), ինչի կապակցությամբ դասակարգված են ազդող գործոնները (արտաքին և ներքին): Կիրառելով համակարգային վերլուծության մեթոդը՝ հոգնաձային երևույթներին առնչվող գործոնները ներկայացված են տարբեր համակցություններով և քանակներով, որոնցից գերակա տարբերակների համար ձևակերպված են փոխկապակցված ռեգրեսիոն պարամետրական հավասարումների երեք համակարգեր, որոնք էլեմենտների կրողունակության մաթեմատիկական մոդելներն են: Նշված հավասարումների կիրառմամբ հնարավոր է արագ հաշվարկել պարամետրեր՝ հաշվա-տեխնոլոգիական գործողություններում ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծման նպատակով:

Բանալի բառեր. գազատրանսպորտային համակարգ, խողովակաշար, ազդող գործոն, հոգնաձային ամրություն, մաթեմատիկական մոդել

Ներածություն

Արդյունաբերական զարգացած երկրների տնտեսության արդի փուլում արտադրական գործունեության բնույթի և ուղղվածության փոփոխության ընդհանուր միտումները, բնական պաշարների ինտենսիվ շահագործումից անցումը ենթակառուցվածքների և արտադրության մրցունակ և բարձր արտադրամիջոցների թողարկմանը խթանել են նորարարական մշակումների

ստեղծում և արտադրությունում այդ գործընթացների համալիր կիրառում (հաշվարկ և նախագծում, արտադրական և փորձարկման տեխնոլոգիաներ, շահագործում, փորձաքննում և տեխնիկական սպասարկում): Կոնստրուկցիաների թողարկման աճով նախանշված միտումներն առաջին հերթին ենթադրում են նոր տեխնոլոգիական գործընթացների մշակում և կատարելագործում, որոնք ապահովում են արտադրողականության, աշխատանքային արագությունների և հզորության, ինչպես նաև նշված միջոցների և տեսակարար էներգազինվածության բարձրացումը (դրանց նյութատարության իջեցման հետ միաժամանակ):

Վերոհիշյալ նպատակին հասնելու կարևոր ուղղություններից է արդյունավետ տեխնոլոգիական գործընթացների կիրառումը, որոնք բարձրացնում են կոնստրուկցիաների պատասխանատու կառուցվածքային էլեմենտների կրողունակությունը: Արտադրությունում այդպիսին են համարվում ամրացնող տեխնոլոգիաները, իսկ դրանցից՝ էլեմենտների աշխատանքային մակերևույթների և լարվածության կուտակիչներով առկա առանձին հատվածների մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացման (ՄՊԴ) մեթոդը [1-6], որոնք տարբեր վնասակար երևույթների համալիր ազդեցության պատճառով (հոգնածություն, ծերացում, մաշվածություն, կոռոզիոն միջավայր, ջերմաստիճանային տատանումներ և այլն) առավել հակված են քայքայման:

Ամրացնող տեխնոլոգիաների լայնորեն օգտագործումը շինարարության և հարակից բնագավառներում հանգեցրել է տարբեր կոնստրուկցիաների ուժային հանգույցներում պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության էական աճի և համեմատաբար ցածր ինքնարժեքի՝ ցածր և միջին ածխածնային կոնստրուկցիոն պողպատների լայն կիրառման շնորհիվ, որը վերջին տասնամյակներում արտադրամիջոցների զանգվածային արտադրության և կոնստրուկցիոն նյութերի գնողունակության անընդհատ աճի պայմաններում ապահովում է բարձր արտադրողական, հուսալի և համեմատաբար ցածր ինքնարժեքի կոնստրուկցիաների թողարկումը: Նշված բնագավառում ներկայումս իրականացվել են լայնածավալ հետազոտություններ, որոնք հիմնականում փորձարարական բնույթ են կրել և անմիջականորեն վերաբերում են որոշակի դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների բեռնվածության ռեժիմների և տարաբնույթ բացասական գործոնների ազդեցության հնարավորինս նվազեցմանը:

Նյութեր և մեթոդներ

Նախկինում իրականացվել է գիտագործնական հետաքրքրություն ներկայացնող ուսումնասիրությունների զգալի ծավալ, որը կիրառելի է ընդհանուր դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների էլեմենտների և հանգույցների համար: Ընդ որում, մանրամասն ուսումնասիրվել է մետաղագիտական, նախագծակոնստրուկտորական, տեխնոլոգիական և շահագործական բնույթի գործոններից յուրաքանչյուրի եզակի ազդեցությունը նշված էլեմենտների և հանգույցների կրողունակության ցուցանիշների վրա՝ ՄՊԴ-ի տարբեր տեսակների կիրառման դեպքում [7-10]: Կատարված աշխատանքների յուրահատկությունը, հատուկ բնույթը և ուղղվա-

ծությունը՝ դա նախօրոք ընտրված և որոշակի բնույթի ամրացման տեխնոլոգիայի իրականացումն է՝ նշված դասի էլեմենտների համար, հաշվի առնելով բեռնվածության ռեժիմները և շրջակա միջավայրի ազդեցությունը, որոնք թելադրված են դրանց աշխատանքային պայմաններով:

Վերջին տասնամյակում ԱՊՀ անդամ երկրների գիտահետազոտական ինստիտուտներում և հետազոտական կենտրոններում իրականացվել են մշակված մակերևույթի վրա տարբեր ֆիզիկական մեթոդների ազդեցությամբ ամրացնող տեխնոլոգիաների կատարելագործմանը և նորերի մշակմանն ուղղված զգալի ծավալի ուսումնասիրություններ [11-15]: Դրանց տարբերիչ յուրահատկությունը՝ դա աշխատանքների նեղ մասնագիտական ուղղվածությունն է, որը նպատակ ունի լուծել շահագործական բնույթի որոշակի մասնավոր խնդիր (աշխատանքային արագություններ, բեռնվածության և արտադրողականության բարձրացում, կոնստրուկցիայի ծառայության ժամկետի երկարացում և այլն), որտեղ բացակայում են ստացված տվյալների դասակարգման, համակարգման և օպտիմալացման գործընթացները՝ դրանք այլ բնագավառներում կիրառելու համար:

Կոնստրուկցիայի շահագործական հուսալիության ապահովումը, հաշվի առնելով վերը նշված գործոնների ողջ համալիրը, համատեղ գործունեության դեպքում շատ բարդ խնդիր է և ընդունելով, որ կոնստրուկցիաների խափանումների մոտ 70...75 % -ը տեղի է ունենում էլեմենտների հոգնածային վնասվածքների և կոտրվածքների հետևանքով, ուսումնասիրության տվյալ փուլում կդիտարկվեն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառմամբ հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների բարձրացման հարցերը [16-18]:

Կատարված աշխատանքների գերակշիռ մասը, որոնց արդյունքները հիմնականում ստացվել են փորձարարական եղանակով, միայն քանակական գնահատումներ են պարունակում կամ էլ առաջադրված են ամրացման նոր տեխնոլոգիաներ և գործիքամիջոցներ: Այդ հետազոտությունների ճնշող մեծամասնություններում դիտարկվել են եզակի ազդող գործոնի (բեռնվածքային, կոնստրուկցիոն, տեխնոլոգիական, շահագործական և այլն) որակական և քանակական գնահատումները: Սակայն կոնստրուկցիոն տարրերի իրական աշխատանքային ռեժիմները բնութագրվում են միաժամանակ ազդող մի քանի գործոնների համակցությամբ, որոնցից յուրաքանչյուրն իր մասնաբաժինն ունի այդ էլեմենտների կրողունակության փոփոխման գործընթացում՝ գումարային արդյունքով նվազեցնելով կամ էլ բարձրացնելով հոգնածային դիմադրության ցուցանիշները:

Նշված միջոցառումների համալիր և տարբեր զուգորդումներով դիտարկումը, ինչպես նաև դրանցից որևէ մեկի առաջնայնության ընդունումը կոնստրուկցիաների նախագծման և խոշոր խմբաքանակներով թողարկման պայմաններում առաջադրում են այդ գործընթացների մաթեմատիկական մոդելավորում և դիտարկվող միջոցառումների ցուցանիշների օպտիմալացում: Դա թույլ կտա բնագավառի հետազոտություններում հիմնախնդիրների լուծման համար ընդունված դիֆերենցիալ սկզբունքից անցում կատարել նշված միջոցառումների համալիր և համակարգված

դիտարկման մեթոդիկային, բացահայտել դիտարկվող պարամետրերի միջև ֆունկցիոնալ կապեր և առաջադրել ամրացման օպտիմալ գործընթացներ:

Հաշվի առնելով տարատեսակ գործոնների և դրանց համակցության տարբերակների ազդեցության համեմատաբար լայն շրջանակը, պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության բարձրացման անհրաժեշտ մակարդակին հասնելու համար անհրաժեշտ է դասակարգել և հստակեցնել առաջադրված խնդիրն ըստ ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակի, օգտագործվող կոնստրուկցիոն նյութերի, էլեմենտների խմբերի և դրանց բեռնվածության ռեժիմների, որոնք թույլ են տալիս նախկինում իրականացված հետազոտություններից ընտրել անհրաժեշտ տվյալներ ստացված լուծումների օպտիմալացման համար և դրանք կիրառել համապատասխան դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների նկատմամբ:

Որպես հետազոտման առարկա դիտարկվել են պատասխանատու և ծանրաբեռնված էլեմենտների հոգնածային դիմադրության բարձրացման հարցերը: Դրանց կրողունակության հաշվարկներում օգտագործվում են հարաբերական գործակիցներ, որոնք հաշվի են առնում կոնստրուկցիոն տարրերի երկրաչափական պարամետրերը ($K_{d\sigma}$), լարումների կուտակումները (K_{σ}), ամրացման տեխնոլոգիան ($K_{\nu\sigma}$) և գումարային գործակիցը ($K_{\sigma D}$), որոնց համար ընդհանրական է $\bar{\sigma}_{R(\nu)}$ նախնական դիմացկունության սահմանը [19, 20]:

Նշված գործակիցներն ունեն համասեռ կառուցվածք և փոխկապակցված են, որն էլ թելադրում է դրանց դասակարգման և համակարգված ուսումնասիրման անհրաժեշտություն, որը բխում է արտադրական պայմաններում առաջադրված հաշվադրաֆիկական և տեխնոլոգիական գործընթացներում դրանց օպտիմալ արժեքների որոշման պահանջից:

Այս նկատառումներից ելնելով՝ դիտարկված են ազդող գործոնների համակցությունները, որոնք ըստ համակարգային վերլուծության մեթոդի և կոնստրուկցիայի վրա ներգործման սկզբունքի, կարելի է ներկայացնել հետևյալ ենթախմբերով՝

- արտաքին գործոններ – մթնոլորտային ներգործումներ, ջրային տարածքների ազդեցություն, ջերմաստիճանային տատանումներ (օրական և կիսամյակային), բեռնվածության ռեժիմներ,
- ներքին գործոններ – երկրաչափական պարամետրեր (d, l), լարումների կոնցենտրացիա (α_{σ}), ամրացման տեխնոլոգիաներ (Δh):

Նշված գործոնները հանդես են գալիս համալիր կարգով և տարբեր համակցություններով, որոնցից ներքին գործոնները մարդկային գործունեության արդյունք են, որի պատճառով կարելի է կատարել դրանց կարգավորումները: Գործոնների համալիր ազդեցության պայմաններում անհրաժեշտ է նաև դրանցից ընտրել առաջնայինները, որոնք գերակա նշանակություն ունեն մնացածների նկատմամբ և բնորոշում են էլեմենտի կրողունակության մակարդակը տվյալ խմբաքանակում՝ մյուս գործոնների պարամետրերի փոփոխման դեպքում: Դրանց համապատասխանող առաջնային գործոններն են. էլեմենտների հիմնական երկրաչափական պարամետրերը (d, l), եզրագծի ձևից առաջացող լարումների կուտակումները (α_{σ}) և աշխատանքային մակերևույթների

ամրացված շերտի տվյալները $(\Delta h, HV_{max})$, որոնք ձևավորում են այդ մեծությունների առաջնային ենթախմբի կազմը: Նշված ենթախմբերը ներառված են մեկ ընդհանուր բազմապարամետրական ֆունկցիայի մեջ, որը հետազոտվող հիմնախնդրի հանրագումարային մաթեմատիկական մոդելն է: Նշված գործոնների ցուցանիշների միջև փոխկապակցվածությունն ընդհանուր տեսքով կարելի է ներկայացնել որպես բազմապարամետրական ֆունկցիա [21-23]՝

$$\Phi_5[(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), (K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_{R(v)})] = 0, \quad (1)$$

որը գործնական հաշվարկներում օգտագործվում է ռեգրեսիայի պարամետրական հավասարումների համակարգի տեսքով:

(1) ֆունկցիայի կառուցվածքը և տեսքը կախված են առաջադրված հետազոտության հիմնախնդրի լուծման առանձնահատկություններից, որոնք թելադրում են (1)-ում ընդգրկված մեծությունների ենթախմբերի ձևավորումը, իսկ ենթախմբերի ներսում՝ այդ մեծությունների դասակարգումն ըստ հետազոտվող գործոնի առաջնահերթության աստիճանի: Այդ պատճառով էլ մեծություններից մեկը ստանում է ֆունկցիայի արգումենտի կարգավիճակ, իսկ մյուսները դասակարգվում են ըստ կարգային պարամետրերի՝ էլնելով հետազոտության շրջանակում դիտարկվող մնացած գործոնների կարևորության աստիճանից: Արդյունքում ստացվում են ֆունկցիաների երեք խմբեր, որոնք լիովին բավարարում են ամրացման արդյունքի քանակական գնահատումը ցանկացած ձևի և չափի էլեմենտների համար՝

I	II	III	
$K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \varphi_1(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_\sigma = f_2(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \varphi_2(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_{\sigma D} = f_4(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \varphi_4(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$\bar{\sigma}_{R(v)} = f_5(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \varphi_5(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	(2)
$(x = \Delta h),$	$(x = d),$	$(x = \bar{\alpha}_\sigma):$	

(2)-ում ֆունկցիաների I համակարգի համար առաջնային է ընդունված ամրացնող տեխնոլոգիայի գործոնը, II-ում՝ կոնստրուկցիոն տարրերի հիմնական երկրաչափական պարամետրերը, իսկ III-ում՝ լարումների կուտակման երևույթը: Նշված ֆունկցիաների կապը թույլ է տալիս յուրաքանչյուր որոշակի դեպքի համար, հաշվի առնելով ներկայացված գործոններից գերակշռողին, որը գործնական հետաքրքրություն է ներկայացնում, կատարել դրա քանակական գնահատումը:

Արդյունքներ և քննարկում

$K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ և $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի փոփոխման բնույթը լարումների կուտակման գործոնից

Տվյալ աշխատանքում որպես առաջնային գործոն դիտարկվում է լարումների կուտակման էֆեկտը $\bar{\alpha}_\sigma$, որը նշված գործակիցներից կոնստրուկցիոն էլեմենտների հոգնածային դիմադրու-

թյան վրա առավելագույն ազդեցությունն ունի և դրա կարգավորումն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում լուրջ գիտագործնական նշանակություն է ձեռք բերում: Որպես օրինակ աղ. 1-ում ներկայացված են այդ հավասարումները $K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի համար:

Գազատրանսպորտային համակարգի (ԳՏՀ) ուժային հանգույցներում տեղադրված միջին ածխածնային պողպատե կոնստրուկցիոն էլեմենտների համար ($d_0 = 25 \dots 50$ մմ) $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցները փոփոխվում են հետևյալ սահմաններում. $K_{d\sigma} = 0,88 \dots 0,78, K_\sigma = 1,55 \dots 2,60, r/d = 0,1 \dots 0,025, K_{v\sigma} = 1,0 \dots 1,9$ [24-27], այսինքն՝ էլեմենտների կրողունակության վրա ազդող հիմնական գործակիցները K_σ և $K_{v\sigma}$ -ն են:

Քանի որ երկրաչափական և լարումների կուտակման գործոններն առկա են բոլոր էլեմենտներում, դրանց բացասական ազդագերծումն արդյունավետ կերպով կարելի է իրականացնել աշխատանքային մակերևույթների որոշակի Δh խորությամբ մակակոփման միջոցով, որը կապահովի $K_{\sigma D} \leq 1$ կամ $K_\sigma / K_{\sigma D} \approx 1$ պայմանը: Այդ նպատակով դիտարկված են աղ. 1-ում ներկայացված տվյալները և յուրաքանչյուր $\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h$ և $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ արժեքի համար համեմատված են $K_\sigma / K_{\sigma D}, K_{v\sigma}$ և $K_{\sigma D}$ գործակիցների միջակայքերը (աղ. 2, տրված է նաև միջնարժեքային դիմացկունության սահմանի փոփոխությունը՝ $\delta \bar{\sigma}_{R(v)} = (K_{\sigma D} - 1) \cdot 100 \%$) [4]:

Աղյուսակ 1

$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ռեգրեսիայի հավասարումները ($R^2 = 1,0$)

N°	$d, \text{մմ}$	Δh	$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma)$ ռեգրեսիայի հավասարումները, $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ, $\Delta h = 0 \dots 0,15$ մմ, ($x = \bar{\alpha}_\sigma$)
1	7,5	0	$K_{d\sigma} = 1,0$
2		0,05	$K_{d\sigma} = 1,0$
3		0,10	$K_{d\sigma} = 1,0$
4		0,15	$K_{d\sigma} = 1,0$
5	10	0	$K_{d\sigma} = 0,0712x^3 - 0,4023x^2 + 0,7055x + 0,5515$
6		0,05	$K_{d\sigma} = 0,0907x^3 - 0,5360x^2 + 0,9883x + 0,4080$
7		0,10	$K_{d\sigma} = 0,1897x^3 - 1,0629x^2 + 1,8441x - 0,0260$
8		0,15	$K_{d\sigma} = 0,1379x^3 - 0,7863x^2 + 1,3914x + 0,0220$
9	15	0	$K_{d\sigma} = 0,1310x^3 - 0,7349x^2 + 1,2778x + 0,1800$
10		0,05	$K_{d\sigma} = 0,2362x^3 - 1,3848x^2 + 2,5272x - 0,4897$
11		0,10	$K_{d\sigma} = 0,3017x^3 - 1,6895x^2 + 2,9311x - 0,6403$
12		0,15	$K_{d\sigma} = 0,2122x^3 - 1,2008x^2 + 2,1127x - 0,2102$
13	20	0	$K_{d\sigma} = 0,2556x^3 - 1,4278x^2 + 2,4740x - 0,4888$
14		0,05	$K_{d\sigma} = 0,2693x^3 - 1,5813x^2 + 2,8952x - 0,7212$
15		0,10	$K_{d\sigma} = 0,3691x^3 - 2,0819x^2 + 3,6449x - 1,0542$
16		0,15	$K_{d\sigma} = 0,2061x^3 - 1,1684x^2 + 2,0671x - 0,2028$

Դիտարկվող $\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d$ պարամետրերի միջակայքերի համար ամրացման գործակցի $K_{v\sigma} = 1,20 \dots 1,79$ արժեքներն ազդագրվում են երկրաչափական և լարումների կուտակման գործոնները, իսկ որոշ դեպքերում նույնիսկ ապահովում են $\bar{\sigma}_R > \bar{\sigma}_{R0}$ պայմանը, ինչը ոչ միայն վկայում է նշված գործոնների ազդեցությունների փոխադարձ հավասարակշռման, այլ նաև ամրացման տեխնոլոգիական որոշ ռեժիմների դեպքում ելման արժեքների նկատմամբ էլեմենտների դիմացկունության սահմանների գերազանցման մասին [12]:

Հարթ էլեմենտների համար ($\bar{\alpha}_\sigma = 1,00$) տրամագծի աճի պատճառով $\bar{\sigma}_{R(v)}$ դիմացկունության սահմանի նվազումը հասնում է 23 %-ի, իսկ $\Delta h = 0,15$ մմ մակակոփումն ապահովում է ոչ միայն $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի արժեքի վերականգնում, այլ նաև որոշակի աճ 10...13 %-ի սահմաններում: Այս երևույթն առավել ցայտուն է հանդես գալիս լարումների կուտակման միջին մակարդակներում ($\bar{\alpha}_\sigma = 1,25 \dots 1,75$): Եթե չմակակոփված էլեմենտների դիմացկունության սահմանը նվազում է 46...95 %-ով, ամրացման դեպքում ($\Delta h = 0,15$ մմ) այն վերականգնվում և 8...13 %-ով գերազանցում է ելքային տվյալները: Լարումների կուտակման բարձր մակարդակի դեպքում ($\bar{\alpha}_\sigma = 2,75$) չամրացված էլեմենտների $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի անկումը նշանակվում է՝ 156...200 %, որն առաջադրում է ամրացման տեխնոլոգիայի պարտադիր կիրառումն այդ հանգույցների կրողունակության անհրաժեշտ աստիճանն ապահովելու նպատակով: Ըստ տվյալների՝ $\Delta h = 0,15$ մմ-ում անկումը նվազում և հասնում է 6...14 %-ի, իսկ $\Delta h > 0,15$ մմ-ի դեպքում նույնիսկ հնարավոր է ելքային տվյալների գերազանցում:

Աղյուսակ 2

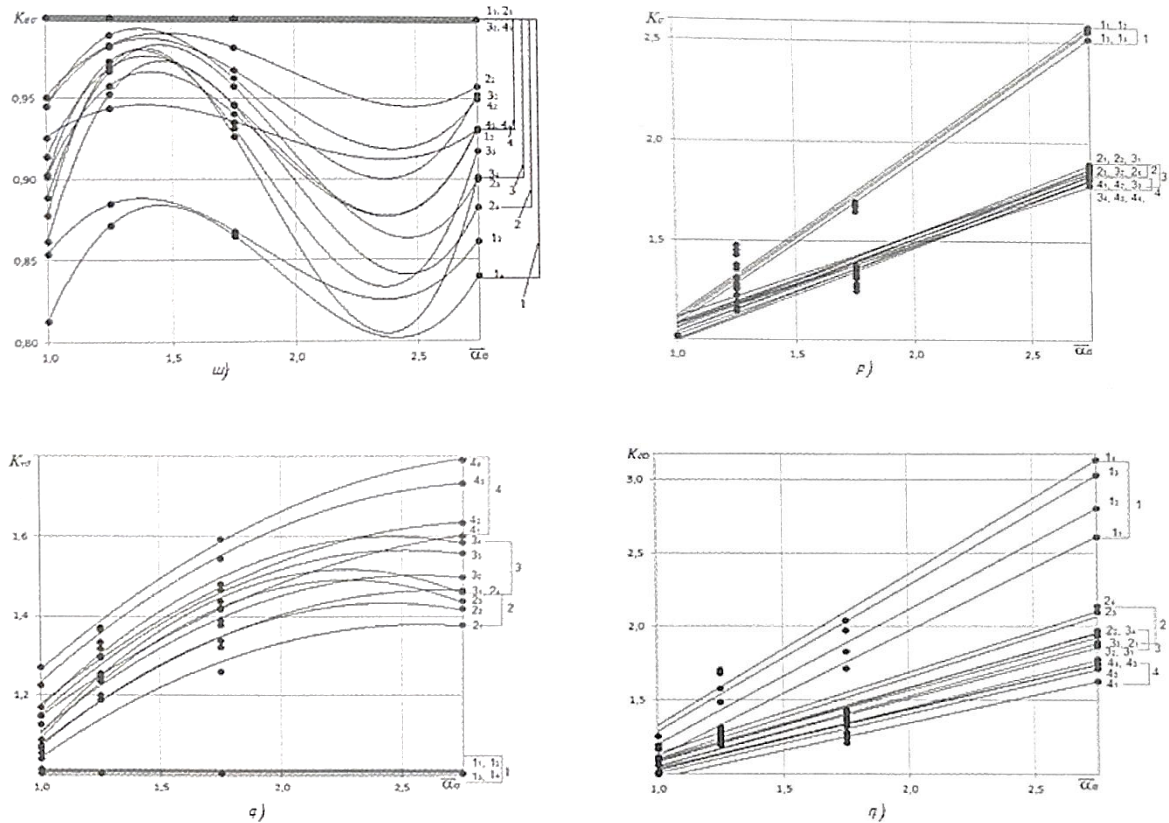
$K_\sigma / K_{\sigma D}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցների և $\delta\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի միջակայքային արժեքները $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ-ի դեպքում

№	$\bar{\alpha}_\sigma$	$\Delta h, \text{մմ}$	$K_\sigma / K_{d\sigma}$	$K_{v\sigma}$	$K_{\sigma D}$	$\delta\bar{\sigma}_{R(v)}$
1	1,00	0	1,00...1,23	1,00	1,00...1,23	0...+ 23
		0,05	1,00...0,86	1,01...1,07	0,99...1,08	-1...+ 8
		0,10	1,00...0,88	1,07...1,15	0,94...0,99	-6...- 1
		0,15	1,00...0,90	1,15...1,27	0,87...0,90	-13...- 10
2	1,25	0	1,46...1,56	1,00	1,46...1,57	+46...+ 56
		0,05	1,24...1,18	1,19...1,30	1,05...0,91	+5...- 9
		0,10	1,30...1,21	1,20...1,34	1,08...0,91	+8...- 9
		0,15	1,34...1,32	1,25...1,37	1,07...0,96	+7...- 4
3	1,75	0	1,68...1,95	1,00	1,68...1,95	+68...+ 95
		0,05	1,35...1,30	1,26...1,42	1,07...0,91	+7...- 9
		0,10	1,34...1,36	1,34...1,48	1,00...0,92	0...- 8
		0,15	1,36...1,38	1,42...1,60	0,96...0,87	-4...- 13
4	2,75	0	2,56...3,00	1,00	2,56...3,00	+156...+ 200
		0,05	1,88...2,07	1,38...1,46	1,36...1,42	+36...+ 42
		0,10	1,86...2,01	1,47...1,59	1,27...1,26	+27...+ 26
		0,15	1,83...1,90	1,60...1,79	1,14...1,06	+14...+ 6

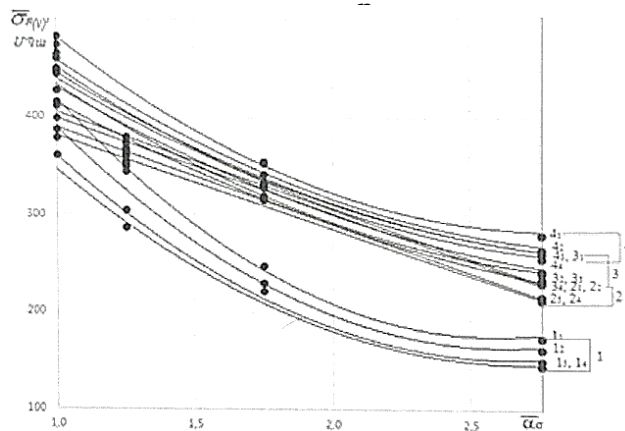
Տվյալները վկայում են նաև ամրացնող տեխնոլոգիաների մեկ այլ առանձնահատուկ դրսևորման մասին. դրանց արդյունավետությունը զգալիորեն աճում է երկրաչափական և լարումների

կուտակման գործոնների ներգործման աստիճանի բարձրացման հետ մեկտեղ, որը շատ է կարևորվում մեծ հզորության և բարձր արտադրողական ԳՏՀ-ի ուժային հանգույցներում ամրացման տեխնոլոգիաների կիրառման գործընթացներում օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմներ ընտրելու հարցում:

Նույն սկզբունքով կազմված և դիտարկված են (2)-ի III համակարգի պարամետրական ֆունկցիաներն ըստ $\bar{\alpha}_\sigma$ արգումենտի և $\Delta h, d$ պարամետրերի (նկ.1, 2):



Նկ. 1. Ֆունկցիաների փոփոխությունը՝ $\omega - K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\rho - K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\sigma - K_{v\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\eta - K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$: Եզրային նշանակումներն ըստ տրամագծի՝ $(1_1, \dots, 1_4) - 7,5$ մմ, $(1_1, \dots, 2_4) - 10,0$ մմ, $(3_1, \dots, 3_4) - 15,0$ մմ, $(4_1, \dots, 4_4) - 20,0$ մմ



Նկ. 2. $\bar{\sigma}_{R(v)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիաների փոփոխությունը (նշանակումները նույնն են, ինչ նկ. 1-ում)

Որպես առանձնահատկություն կարելի է նշել $K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ուղղագծային փոփոխությունը (նկ. 1բ), որն, անկասկած, բխում է K_σ -ի և $\bar{\alpha}_\sigma$ -ի փոխադարձ կապի հայտնի արտահայտությունից՝ $K_\sigma = 1 + q_\sigma(\alpha_\sigma - 1)$, ուր q_σ -ի արժեքը յուրաքանչյուր կոնստրուկցիոն պողպատի մակնիշի համար հաստատուն մեծություն է: Այդ պատճառով $K_{\nu\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ցածր գրադիենտի առկայությամբ (նկ. 1գ) գրեթե զծային օրենքով է փոփոխվում, ինչպես նաև $K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիան (նկ. 1դ), $\bar{\sigma}_{R(\nu)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիոնալ կապը $d > 10$ մմ տրամագծային միջակայքի համար (նկ. 2):

Եզրակացություն

Աշխատանքը նվիրված է ՄՊԴ-ի կիրառմամբ ԳՏՀ-ի պատասխանատու էլեմենտների հոգնածային դիմադրության գործակիցների և դիմացկունության սահմանների ընդհանրական գնահատման հարցերին և ձևակերպվել է համապատասխան մաթեմատիկական մոդել, նույն ձևով կիրառելով հավասարումների համակարգերում առաջադրված արգումենտների առաջնայնության սկզբունքը: Ընտրված են գործնական նշանակություն ունեցող հավասարումների համակարգերի տարբերակներ, որոնց համար հետազոտվել են գործակիցների և դիմացկունության սահմանների փոփոխման առանձնահատկությունները: Ցույց է տրված, որ ամրացման գործոնն առաջնային է, որին հետևում են լարումների կուտակման, ապա և երկրաչափական գործոնները: Հաշվի առնելով գործակիցների ներքին կառուցվածքային կապերը, ձևավորվել են փոխկապակցված պարամետրական հավասարումներ, իսկ դրանց միջոցով՝ երեք ամփոփիչ համակարգեր, նշված մեծությունների օպտիմալ և փոխկապակցված արժեքների համալիր որոշման համար: Հնարավոր է լուծել նաև ուղիղ և հակադարձ բնույթի խնդիրներ, որը հնարավոր է միայն ազդող գործոնների համալիր գնահատման դեպքում:

Ներկայացված է էլեմենտների ամրացման գործընթացի ընդհանուր մաթեմատիկական մոդելը բազմապարամետրական ֆունկցիայի տեսքով, որը գործնական կիրառման համար փոխարինված է պարամետրական հավասարումների համակարգով: Առաջադրված է հավասարումների պարամետրերից մեկի, որպես արգումենտի, առաջնայնության սկզբունքը, որը բխում է արտադրության պահանջներից: Ցույց է տրված, որ ՄՊԴ-ի շնորհիվ էլեմենտների դիմացկունության սահմանի աճը զգալիորեն ազդազերծում է մասշտաբային գործոնի և լարումների կուտակման համալիր ազդեցությունը:

Գրականության ցանկ

- [1] **Я.И. Барац, Л.Р. Милованова**, Обработка поверхностей отверстий методом поверхностно-пластического деформирования с образованием регулярного микрорельефа, Металлообработка 3 (2006) 28-34.
- [2] **С.А. Власов, Т.А. Рыбинская**, Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием, Студенческая наука XXI века: Мат. VIII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 25 янв. 2016 г.) Т. 2 (1 (8)) (2016) 56-57, ЦНС «Интерактив плюс», Чебоксары.

- [3] **В.Я. Герасимов, В.Ф. Губанов**, Применение неразрушающих методов контроля качества механической обработки цилиндрических поверхностей деталей, Изв. вузов. Машиностроение 11 (2005) 58-62.
- [4] **U.Ahrens**, Beanspruchungsabhängiges Umwandlungsverhalten und Umwandlungsplastizität niedrig legierter Stähle mit unterschiedlich hohen Kohlenstoffgehalten: Dissertation, University of Paderborn, 2003.
- [5] **В.Ф. Губанов**, Параметры шероховатости выглаженных поверхностей. Упрочняющие технологии и покрытия 11 (2010) 6-9.
- [6] **В.Ф. Губанов и др.**, Технология обработки обкатовыглаживанием. Ремонт, восстановление, модернизация 11 (2008) 36-38.
- [7] **А.В. Ежелев, И.Н. Бобровский, А.А. Лукьянов**, Анализ способов обработки поверхностно-пластическим деформированием. Фундаментальные исследования 6-3 (2012) 642-646.
- [8] **И.М. Жарский и др.**, Технологические методы обеспечения надежности машин, Высшая школа, Минск, 2010, 336 с.
- [9] **А.И. Мозгунова**, Разработка и исследование рациональных режимов поверхностного пластического деформирования в комбинированных методах упрочнения деталей: дисс. ... канд. техн. наук., Волгоград, 2006, 178 с.
- [10] **А.М. Нежинский**, Совершенствование технологии обработки поверхностей деталей машин методами поверхностно-пластического деформирования. Технология машиностроения 10 (2007) 13-22.
- [11] **Л.В. Агамиров, А.Н. Лисин, В.В. Мозалев**, Прогнозирование сопротивления усталости барабанов авиационных колес, подверженных поверхностному пластическому деформированию. Упрочняющие технологии и покрытия 3 (2011) 8-15.
- [12] **М.Е. Попов и др.**, Технологические процессы поверхностного пластического деформирования: Моногр. Изд-во ИрГТУ, Иркутск, 2007, 404 с.
- [13] **Т.Ю. Степанова**, Технология поверхностного упрочнения деталей машин, Иваново, 2009, 64 с.
- [14] **А.Г. Суслов, Р.В. Гуров**, Проектирование операций отделочно-упрочняющей обработки поверхностно-пластическим деформированием. Упрочняющие технологии и покрытия 3 (2010) 14 - 17.
- [15] **M. Dalgic, A. Irretier Zoch HW.**, Transformation plasticity at different phase transformation of a through hardening bearing steel. Int. Journ. Microstruct. Mater. Prop. 3-1 (2008) 49-64.
- [16] **С.А. Силантьев**, Повышение эффективности статико-импульсной обработки управлением технологическими режимами и параметрами генератора импульсов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук, Орел, 2003, 18 с.
- [17] **Д.В. Соловьев, А.В. Киричек, А.Г. Лазуткин**, Технология и оборудования статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием, Библиот. технолога. Машиностроение, Москва, 2004, 288 с.
- [18] **T. Kasuya, R. Hamamura, H. Murakawa**, Martensite transformation of a Cr–Ni type weld metal and its application to analysis of welded joints, Weld World 58 (2014) 477–489.
- [19] **В.П. Когаев**, Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени, Машиностроение, Москва, 2003, 232 с.
- [20] **М.С. Торосян, М.Г. Стакян**, Учет комплексного воздействия упрочняющих технологий на сопротивление усталости валов транспортных средств, в: Сб. мат. междунар. науч.-практ. конф.: “Логистика, транспорт, экология”, 28-29 окт., Ереван, 2016, 97-105.
- [21] **Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան**, Մերենամասերի հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների փոխադարձ կապն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում. Հայաստանի ճարտ. ակադ. լրաբեր 14(1) (2017) 90-95:

- [22] Ն.Վ. Փիրումյան, Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան, Մեքենամասերի հոգնածային դիմադրության բարձրացումը ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառմամբ. ՃՀՀԱՀ տեղեկագիր 1(62) (2019) 31-39:
- [23] М.С. Торосян, М.Г. Стакян, Исследование воздействия упрочняющих технологий на показатели сопротивления усталости валов. Вестн. НПУА. Сб. научн. статей Ч. 2 (Чартарагет, Ереван, 2017) 526-537.
- [24] В.И. Бутенко и др., Возможности и перспективы отделочно-упрочняющей обработки деталей многоконтактным виброударным инструментом, Изв. ЮФУ. Технические науки 9 (53) (2005) 146.
- [25] В.А. Горохов, Высокоэффективные, ресурсосберегающие и экологически чистые технологии и оснащение обработки поверхностным пластическим деформированием. Тяжелое машиностроение 7 (2004) 27-30.
- [26] А.Ф. Дашенко, В.С. Кравчук, В.Д. Иоргачев, Несущая способность упрочнения деталей машин, Астропринт, Одесса, 2004, 160 с.
- [27] И.М. Жарский и др., Технологические методы обеспечения надежности машин, Высшая школа, Минск, 2010, 336 с.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Мигран Григорьевич Стакян*, Нарине Виликовна Пирумян, Ангин Викторвна Мартиросян, Ашот Юрьевич Сафарян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

*stakyan.mihran@yandex.ru

Рассмотрены вопросы повышения усталостной прочности ответственных элементов газотранспортной системы, поверхности которых подвергаются пластической деформации упрочняющим устройством, действующим по принципу круговой обкатки. Учитывая широкий спектр воздействия разнохарактерных факторов и вариантов их сочетания, для достижения необходимого уровня несущей способности ответственных элементов классифицированы и оформлены задачи для уточнения вида упрочняющей технологии, конструкционных материалов, геометрических параметров элементов и режимов нагружения, что позволяет из ранее выполненных подобных исследований выбрать необходимые данные для полученных решений и их применения. Выявлен приоритетный характер (около 75%) усталостных явлений в ответственных элементах трубопровода, в связи с чем классифицированы действующие факторы (внешние и внутренние). Применяя метод системного анализа, факторы, соответствующие усталостным явлениям, представлены с различными числом и сочетаниями, из которых для приоритетных вариантов оформлены три системы взаимосвязанных регрессионных параметрических уравнений, которые являются математической моделью несущей способности элементов. Применением указанных уравнений возможно быстро рассчитывать необходимые параметры в проектно-технологических процедурах газотранспортной системы с целью решения прямых и обратных задач.

Ключевые слова: газотранспортная система, трубопровод, действующий фактор, усталостная прочность, математическая модель

STRESS CONCENTRATION FACTOR IMPACT ON BEARING CAPACITY OF ELEMENTS OF GAS TRANSPORTATION SYSTEM

Mihran Stakyan*, Narine Pirumyan, Angin Martirosyan, Ashot Safaryan

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

*stakyan.mihran@yandex.ru

The issues of increasing the fatigue strength of critical elements of the gas transportation system, the surfaces of which are subjected to plastic deformation by a hardening device operating under the principle of circular rolling, have been considered. Taking into account the wide range of impact of various factors and options of their combinations, in order to achieve the required level of bearing capacity of the critical elements, the tasks have been classified and formulated to clarify the type of hardening techniques, structural materials, geometric parameters of the elements, and loading modes, which makes it possible to select the necessary data from previously conducted similar studies for the obtained solutions and their application. The priority nature (approximately 75%) of fatigue phenomena in critical pipeline elements has been revealed; thus, the acting factors (both external and internal) were classified. Using the system analysis method, the factors corresponding to the fatigue phenomena were represented in various quantities and combinations, from which three systems of interrelated regression parametric equations were developed for the priority options; these equations are a mathematical model of the bearing capacity of the elements. Using the specified equations, it is possible to quickly calculate the necessary parameters in the design and technological procedures of a gas transportation system to solve direct and inverse problems.

Keywords: gas transportation system, pipeline, acting factor, fatigue strength, mathematical model

Ստակյան Միհրան Գրիգորի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, 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, **Սաֆարյան Աշոտ Յուրիի, ճ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետության տեսության, պատմության և ժառանգության ամբիոն, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

Стакян Мигран Григорьевич, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Пирумян Нарине Виликовна, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Мартirosян Ангин Викторовна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Математики, строительной механики и физики, (+374)94762396, angin84@mail.ru, **Сафарян Ашот Юрьевич, к.архит., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Теории, истории и наследия архитектуры, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

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 philosophy (Ph.D) in Engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Martirosyan Angin, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Mathematics, Structural Mechanics and Physics, (+374)94762396, angin84@mail.ru, **Safaryan Ashot, doctor of philosophy (Ph.D) in Architecture, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Theory, History, and Heritage of Architecture, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 11.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 22.07.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.