

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ԿԱՄՈՒՐՋՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԴԻՄԱՑԿՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ռոբերտ Սարգսի Ազոյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
rsazoyan@yahoo.com

Հողվածում դիտարկվել է մետաղական հեծանային անխզելի թռիչքային կառուցվածք հետևյալ սխեմայով՝ $84+105+105+84$ (ս): Կատարված է դրա ամրության խնդիրը և ցույց են տրված վերջնական արդյունքները: Հետագա լուծման համար ներմուծված է K գործակից, որը բնորոշում է նորմալ լարումների անհավասարաչափ բաշխումն օրթոտրոպ սալի լայնությամբ: Որոշված են տարրերի լայնական կտրվածքները հենարանի վրա և թռիչքի մեջտեղում: Կատարված է օրթոտրոպ սալի երկայնական կողմերի ամրության ստուգում և դրանց դիմացկունության հաշվարկը: Հաշվարկային բեռներն են՝ $A-14$, $HK-100$, հետիոտները և սեփական քաշը: Դինամիկական գործակիցները $1+\mu=1,4$, $A-14$ բեռի համար, իսկ $HK-100$ բեռի համար՝ $1+\mu=1,0$, և դրանք մնում են անփոփոխ բոլոր հաշվարկներում: Բացի դրանից, հարկավոր է բեռնվածքների համար ներմուծել նաև գործակիցներ, որոնք մնում են հաստատուն՝ անկախ բեռնվածքի շարքերի քանակից. $s_1=1$, $s_2 = 0,6$, $s_3 = \dots = s_i = 0,3$:

Բանալի բառեր. օրթոտրոպ սալ, մետաղական կամուրջ, ճկունություն, լարում, կոշտություն, անխզելիություն, ճկվածք

Ներածություն

Մեծ թռիչքային կառուցվածքներում մետաղական օրթոտրոպ սալերի կիրառումն ամրագրվել է շնորհիվ ձեռք բերված հաջողությունների [1-3]: Բացի սեփական քաշի զգալի նվազեցումից, օրթոտրոպ սալերի կիրառումը թույլ է տալիս օգտագործել լավագույն ժամանակակից տեխնոլոգիաները և ներմուծել լիակատար եռակցված ամբողջական թռիչքային կառուցվածքներ: Շատ լայն կիրառում են ստացել նաև կոմբինացված լուծումները, երբ համակցվում են հեղուսային և եռակցված կոնստրուկցիաները՝ ստանալով ավարտական տեսք [2, 4-6]:

Այս բոլորը զուգակցվում է հետազոտական և նախագծային աշխատանքներով ու ստեղծվում է թռիչքների շատ լայն տիրույթ, որոնք կարելի է ծածկել մետաղական կամուրջներով, մասնավորապես, հեծանային: Նշենք, որ վերջիններս ունեն արտակարգ լայն կիրառություն և շատ տարածված են զարգացած երկրներում [1, 4, 6]:

Այս հոդվածում տրված է ժամանակակից նորմերին համապատասխանող լուծում և մանրամասն հաշվարկված են հեծանային համակարգը $84+105+105+84$ ս թռիչքներով այժմյան բեռների տակ $A-14$, $HK-100$ և հետիոտները, ներառյալ նաև սեփական քաշը [7-9]:

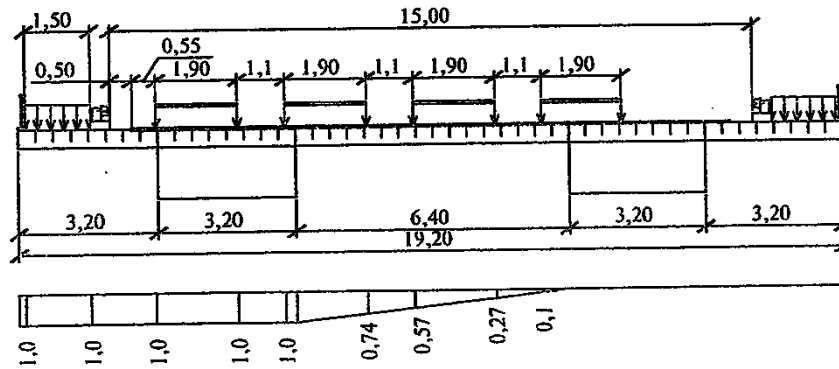
Ինչ վերաբերում է հեծանային համակարգի կոշտությանը, հենարանային մասերին, դեֆորմացիոն կարերին և բարդ ներմուծումներին, դրանք կներկայացվեն ապագայում:

Նյութեր և մեթոդներ

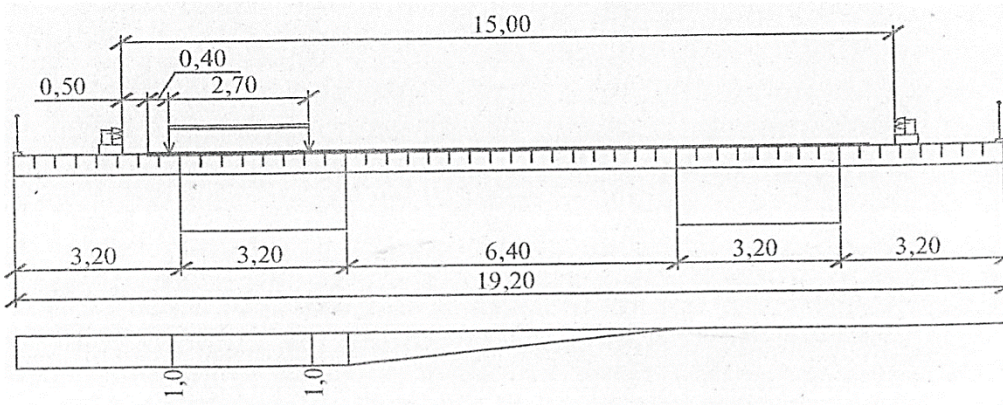
Թռիչքային կառուցվածքների գլխավոր հեծաններում հաշվարկային ուժային գործոնների որոշում

Ելնելով լայնական դասավորման գործակցի գաղափարից՝ առանձնացվում է մեկ գլխավոր հեծան և դիտարկվում նրա անձեռնտու բեռնավորումը: Երթևեկելի մասում տեղավորվում են A-14 բեռի չորս շերտ (նկ. 1) [1, 10, 11]:

Առաջին սխեմայում թռիչքային կառուցվածքը բեռնավորված է A-14 բեռով և հետիոտներով (նկ. 1), իսկ երկրորդում՝ միայն HK-100 բեռով (նկ. 2):



Նկ. 1. Լայնական դասավորման գործակցիցների հաշվարկյն ըստ առաջին բեռնավորման սխեմայի



Նկ. 2. Լայնական դասավորման գործակցիցների հաշվարկյն ըստ երկրորդ բեռնավորման սխեմայի

- Լայնական դասավորման գործակցներն ըստ առաջին բեռնավորման սխեմայի կլինեն. A-14 բաշխված բեռի համար (նկ. 1).

$$\eta_{Av} = 0,5[1 + 1 + 0,6(1 + 0,74) + 0,3(0,57 + 0,27 + 0,1)] = 0,5(2 + 1,044 + 0,282) = 1,663 \text{ մ} \quad (1)$$

իսկ AK կենտրոնացված բեռների համար η_{AP} կլինի՝

$$\eta_{AP} = 0,5(1,0 + 1,0 + 1,0 + 0,74 + 0,57 + 0,27 + 0,1) = 2,34 \text{ մ}: \quad (2)$$

Մայթերի համար՝

$$\eta_{\delta} = \varpi = 1,5: \quad (3)$$

- Լայնական դասավորման գործակցիցը HK բեռի համար կլինի (նկ. 2)

$$\eta_{AP} = 0,5(1,0 + 1,0) = 1,0:$$

• Դիտարկվող սխեմաների դինամիկական գործակիցները կլինեն

A-14 բեռի համար $1+\mu = 1,4$,

HK բեռի համար $1+\mu = 1,0$:

Ճիգերը, որոնք ստացվել են հաշվարկում, կներկայացվեն հետագա բանաձևերում:

Արդյունքներ և քննարկում

**Կտրվածքների ընտրությունը թռիչքային կառուցվածքի գլխավոր հեծանների հենարանում
և թռիչքի մեջտեղում [1, 8, 10,12]**

Գլխավոր հեծանի լայնական կտրվածքում ընդունված են հետևյալ չափերը.

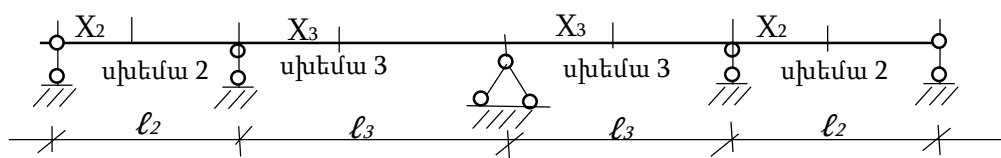
- գլխավոր հեծանի բարձրությունը $H = 360$ սմ,
- տուփի ստորին գոտու լայնությունը $b_{սո} = 320$ սմ,
- սալարկման հաստությունը $\delta = 14$ սմ,
- տարածությունը երկայնական կողերի միջև $l_3 = 40$ սմ,
- օրթոտրոպ սալի երկայնական կողերի չափերը $h_2 = 40$ սմ, $\delta_2 = 14$ սմ:

Գլխավոր հեծանների պատերի տեղական կայունության կոշտության կողեր դնելիս հեծանի պատի հաստությունը վերցված է $b_{պ} = H/200 = 18,0$ սմ, իբրև սկզբնական ամենափոքր արժեքը, որը կճշգրտվի լուծման ընթացքում:

Ստորին գոտու լայնությամբ, համաձայն կոնստրուկտիվ պահանջների, երկայնական կողեր տեղակայվում են ստորին օրթոտրոպ սալի համար:

Անհայտ մնացած ստորին թիթեղի հաստությունը որոշվում է լայնական կտրվածքի ամրության պայմանից, ըստ դիմադրության մոմենտի: Պահանջվող դիմադրության մոմենտը հաշվարկվում է ըստ օրթոտրոպ սալի էֆեկտիվ լայնության, որն ակտիվ ներմուծվում է աշխատանքի մեջ, հաշվի առնելով նորմալ լարումների անհավասարաչափ բաշխումն ըստ լայնության հեծանների գոտիներում:

Նախագծվող անխզելի թռիչքային կառուցվածքն ունի ծայրային թռիչքներ l_2 և միջին թռիչքներ l_3 (սկ. 3):



Սկ. 3. Անխզելի թռիչքային կառուցվածքի աշխատանքային սխեման

Նախագծի շրջանակներում դիտարկված է l_3 նավարկելի թռիչքը, որի համար աղյուսակում բերված են K գործակցի արժեքները, կապված b/l հարաբերություններից և կտրվածքի դիրքից ըստ թռիչքի երկարության: K գործակիցը [1] բնութագրում է անհավասարաչափության աստիճանը նորմալ լարումների բաշխման ըստ օրթոտրոպ սալի լայնության: Այն (K գործակիցը) թույլ

է տալիս հաշվարկել α չափը, որը ներկայացնում է օրթոտրոպ սալի դիտարկող մասի առավելագույն և նվազագույն լարումների հարաբերությունն ըստ բանաձևի.

$$\alpha = \sigma_{min}/\sigma_{max} = 1,5 K - 0,5: \tag{4}$$

Աղյուսակ

K գործակցի որոշման աղյուսակ

Մխեմայի №	Կտրվածքի դիրքը, X_i/ℓ_i	K գործակցի նշանակությունը, կախված b/ℓ								
		0,0	0,04	0,10	0,20	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00
3	0,0	1	0,74	0,54	0,36	0,20	0,10	0,08	0,07	0,06
	0,25	1	0,92	0,80	0,62	0,36	0,18	0,11	0,09	0,08
	0,50	1	0,98	0,94	0,79	0,49	0,21	0,14	0,12	0,11

Աղյուսակից օգտվելու համար հարկավոր է հաշվարկել b/ℓ հարաբերությունները, հաշվի առնելով օրթոտրոպ սալի կոնսոլային մասի համար ընդունելությունը՝

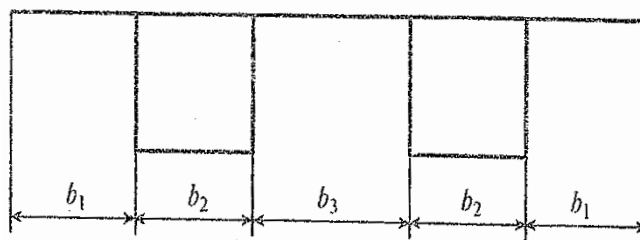
$$b_i = 0,85 \cdot b = 0,85 \cdot 320 = 272 \text{ սմ}:$$

Հետագա հաշվարկներում, ելնելով α գործակցից, որոշում են ν գործակցը, որը հաշվի է առնում այն անհավասարաչափությունը ներմուտքից գլխավոր հեծանների օրթոտրոպ սալի աշխատանքի մեջ, հաշվի առած թիթեղի պլաստիկ աշխատանքն ըստ բանաձև (5)-ի.

$$\begin{aligned} \nu &= 0,43 + 0,81428\alpha, & \text{երբ } \alpha < 0,7, \\ \nu &= 1, & \text{երբ } \alpha \geq 0,7: \end{aligned} \tag{5}$$

Վերջնական նշանակությունը վերին գոտու էֆեկտիվ լայնության (նկ. 4), որը տեղադրվում է հեծանների հաշվարկային կտրվածքի մեջ b_{ef} , որոշում են ըստ բանաձևի.

$$b_{ef} = \sum \nu_i b_{ii} : \tag{6}$$

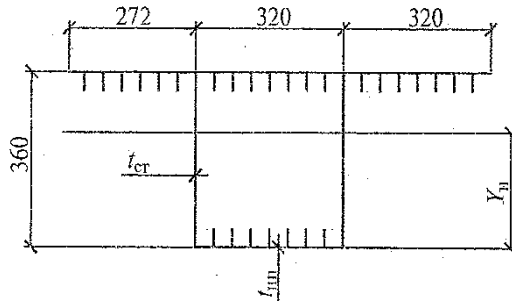


Նկ. 4. Ընդունված թոփչային կառուցվածքի լայնական սխեման

Լայնական կտրվածքի տարրերի չափերի որոշումը հենարանի վրա

Նկ. 5-ում ցույց են տրված լայնական կտրվածքի տարրերը: Որոշենք հարաբերությունը տեղամասերի լայնության և թոփչի երկարության.

$$b_c / L = 2,72/105 = 0,026, \quad b / L = 3,2/105 = 0,03:$$



Նկ. 5. Լայնական կտրվածքի տարրերի լայնությունների հաշվարկի սխեման

Աղյուսակից որոշվում են հենարանային կտրվածքի համար K գործակցի արժեքները.

$$K(0,026) = 0,831, \quad K(0,03) = 0,805:$$

Հաշվարկվում է α գործակցի արժեքը, որը բնութագրում է լարումների բաշխման անհավասարաչափությունը սալում, երբ թիթեղը աշխատում է առաձգականության սահմաններում

$$\alpha = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} = 1,5K - 0,5, \quad \alpha(0,831)=0,746, \quad \alpha(0,805)= 0,707:$$

Քանի որ $\alpha > 0,7$, ապա $\nu=1$ և հաշվարկային կտրվածքներում սալի տեղամասերն ընդգրկվում են լիովին:

Կտրվածքի պահանջվող դիմադրության մոմենտը կլինի.

$$W_{uy} = \frac{M^p}{R_y},$$

$$W_{uy} = \frac{106410 \cdot 10^2}{22} = 483682 \text{ սմ}^3: \quad (7)$$

Եթե հեծանի ուղղաձիգ կողերի լայնությունը $t_w=2,2 \text{ սմ}$ է և ստորին թիթեղի հաստությունը $t_{sp}=2,1 \text{ սմ}$, կարելի է հաշվարկել կտրվածքի բնութագրերը.

$$F = 5363 \text{ սմ}^2, \quad Y_n = 240,24 \text{ սմ}, \quad I_x = 117211181 \text{ սմ}^4:$$

Դիմադրության մոմենտը կլինի

$$W_1 = \frac{I_x}{Y_n} = \frac{117211181}{240,24} = 487892 \text{ սմ}^3: \quad (8)$$

Արդյունքում կստացվի, որ $W_1=487892 > 483682 \text{ սմ}^3$, այսինքն, ամրության պայմանը կատարվում է:

Լայնական կտրվածքի չափերի որոշումը թռիչքի մեջտեղում

Քանի որ b_c/L և b/L հարաբերությունները չեն փոփոխվում, կարելի է որոշել K գործակցի արժեքը թռիչքի մեջտեղի համար (աղյուսակ). $K(0,026)=0,987$ և $K(0,03)=0,985$:

α -ի արժեքը երկու հարաբերությունների համար կլինի.

$$\alpha(0,987) = 0,980, \quad \alpha(0,985) = 0,977:$$

Քանի որ $\alpha > 0,7$, հետևաբար սալի բոլոր հատվածները լիովին ներմուծվում են աշխատանքի մեջ:

Պահանջվող դիմադրության մոմենտը թռիչքի մեջտեղում կլինի

$$W_{uy} = \frac{W_1}{R_y},$$

$$W_{uy} = \frac{M_p^h}{R_y} = \frac{86410 \cdot 10^2}{22} = 392773 \text{ սմ}^3. \quad (9)$$

Առաջին մոտավորության դեպքում կարելի է ընդունել ներքևի թիթեղի հաստությունը $t_{\text{թ}}=14$ սմ, իսկ պատերինը՝ 18 սմ և հաշվարկել կտրվածքի բնութագրերը.

$$F = 4932,8 \text{ սմ}^2, Y_u = 259,13 \text{ սմ}, I_x = 103058008 \text{ սմ}^4:$$

Դիմադրության մոմենտը.

$$W_1 = \frac{I_x}{Y_u} = \frac{103058008}{259,13} = 397708 \text{ սմ}^3:$$

Քանի որ $W_1=397708 > W_{uy} = 392773 \text{ սմ}^3$ - ամրության պայմանը կատարվում է:

Սալի երկայնական կողի ամրության ստուգում [1, 10, 13, 14]

Լարումների ստուգումը կատարվում է օրթոտրոպ սալի երկայնական կողի եզրաշերտում գլխավոր հեծանի բացասական մոմենտի գոտում: Ամրության ստուգումը ծոման դեպքում ձգված օրթոտրոպ սալի ծայրային ստորին թելիկի երկայնական կողի կատարվում է բացասական մոմենտների գոտում անխզելի գլխավոր հեծանների կտրվածքում թռիչքի մեջտեղում, ըստ բանաձևի՝

$$\psi \sigma_{xc} + \chi_1 m_1 \sigma_{xp} \leq R_y m, \quad \sigma_{xc} + \sigma_{xp} \leq m_2 R_{yn} \cdot m, \quad (11)$$

որտեղ R_y, R_{yn} -ը պողպատի երկայնական կողի հաշվարկային և նորմատիվ դիմադրություններն են, $m = 1,0$ - աշխատանքի պայմանի գործակիցն է ըստ աղյուսակի [10], m_1, m_2 - ը աշխատանքի պայմանի գործակիցներն են, χ_1 -ը սեփական մնացորդային լարումների ազդման գործակիցն է, σ_{xc}, σ_{xp} -ը լարումներն են կողի մեջ բեռի տեղական ազդեցությունից և համատեղ աշխատանքից կողի գլխավոր հեծանների հետ:

Հաշվարկենք լարումները՝

$$\sigma_{xp} = \frac{M_2}{W_2}, \quad (12)$$

$$\sigma_{xc} = \frac{M_1^{h\bar{h}u}}{I_x^{h\bar{h}u}} (H - Y_u - h_2), \quad (13)$$

$$\sigma_{xp} = \frac{67,26 \cdot 100}{658} = 10,22 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

$$\sigma_{xc} = \frac{6106410 \cdot 10^2}{115823979658} (360 - 240,24 - 40) = 7,33 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

Օգտվելով [10, հավելված 18, աղ. 2] և ըստ $\sigma_{xc}/\sigma_{xp} = 0,717$ հարաբերության՝ $m_1 = 0,13$ և $m_2 = 1,6$: Համաձայն [10, բանաձև 153] հաշվարկվում է գործակիցը.

$$\psi = \frac{N}{A_n R_y m} = \frac{(\sigma_{xc} + \sigma_{xp}) A_n}{A_n R_y m} = \frac{(\sigma_{xc} + \sigma_{xp})}{R_y m} = \frac{7,33 + 10,22}{22 \cdot 1} = 0,798: \quad (14)$$

Ամրության պայմանների ստուգումը.

- առաջինը.

$$0,798 \cdot 7,33 + 0,9 \cdot 0,13 \cdot 10,22 = 5,85 + 1,20 = 7,05 \text{ կՆ/սմ}^2 < 22,0 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

պայմանը կատարված է,

- երկրորդը.

$$7,33 + 10,22 = 17,55 \text{ կՆ/սմ}^2 < 1,6 \cdot 34,5 = 55,2 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

այս պայմանը ևս բավարարում է:

Ամրության ստուգումը սեղմված տեղական ծոման դեպքում օրթոտրոպ սալի ստորին թելիկի երկայնական կողի դրական մոմենտների գոնայում անխազելի գլխավոր հեծանների ըստ բանաձևի

$$\psi \cdot \sigma_{xc} + \chi \frac{\sigma_{xp}}{K} \leq R_y \cdot m, \quad (15)$$

որտեղ R_y -ը պողպատի հաշվարկային դիմադրությունն է, $m = 1,0$ աշխատանքի պայմանների գործակիցն է, $\chi = 1,1$ – սեփական մնացորդային լարումների ազդման գործակիցն է, σ_{xp}, σ_{xc} -ը լարումներն են ստորին կողի եզրում բեռի տեղական ազդեցությունից և կողի գլխավոր հեծանների համատեղ աշխատանքից:

$K = 1,269$ – գործակից է ըստ աղ. 61-ի [10]:

Լարումների հաշվարկն ըստ բանաձևի.

$$\sigma_{xp} = \frac{M_2}{W_2} = \frac{67,26 \cdot 100}{658} = 10,22 \text{ կՆ/սմ}^2, \quad (16)$$

$$\sigma_{xc} = \frac{M_1}{I_{x1}} (H - Y_{\bar{u}} - h_2), \quad (17)$$

$$\sigma_{xc} = \frac{86410 \cdot 10^2}{103058008} (360 - 259,13 - 40) = 5,11 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

$$\psi = \frac{N}{A_n R_y m} = \frac{\sigma_{xc} + \sigma_{xp}}{R_y m} = \frac{5,11 + 10,22}{22 \cdot 1} = 0,697: \quad (18)$$

Ամրության պայմանի ստուգումը.

$$0,697 \cdot 5,11 + 1,1 \cdot \frac{10,22}{1,269} = 12,42 \text{ կՆ/սմ}^2 < 22 \text{ կՆ/սմ}^2: \quad (19)$$

Ամրության պայմանը կատարված է:

Երկայնական կողի դիմացկունության հաշվարկը [1, 10, 15]

Հաշվարկենք օրթոտրոպ սալի լայնական կողի դրական մոմենտների գոտում գտնվող երկայնական կողի հատվածքի դիմացկունությունն առավելագույնս հնարավոր նորմալ լարումների ազդեցությունից, համաձայն [10, կետ 4.57].

$$\sigma_{max,ef} < \gamma_w R_y \cdot m, \quad (20)$$

որտեղ R_y -ը պողպատի հաշվարկային դիմադրությունն է, $m = 1$ – աշխատանքի պայմանների գործակիցն է, γ_w -ը հաշվարկային դիմադրության նվազեցման գործակիցն է, որը որոշվում է ըստ [10, բանաձև 189].

$$\gamma_w = \frac{1}{\zeta \vartheta [\alpha \beta + \delta] - (\alpha \beta - \delta) \rho}, \quad (21)$$

որտեղ $\zeta = 0,7$ – գործակից է ավտոճանապարհային կամուրջների համար, $\beta = 2,2$ – պողպատ 16Ճ համար լարումների կուտակման արդյունավետ գործակից է, ϑ -ն գործակից է, որը որոշվում է բանաձևով.

$$\vartheta = v - \xi \lambda = 1,8 - 0,0364 \cdot 3,6 = 1,8 - 0,13 = 1,67,$$

որտեղ $v = 1,8$, ξ - պողպատ 16Ճ համար, իսկ $\lambda = 3,6$ մ երկայնական կողի թռիչքի երկարությունն է:

Գործակիցներ $\alpha = 0,64$ և $\delta = 0,2$ ընտրում են համաձայն [10, աղ. 78], իսկ ρ - ն ցիկլի ասիմետրիայի գործակիցն է,

$$\rho = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}, \quad (22)$$

որտեղ $\sigma_{min}, \sigma_{max}$ - ամենափոքր և ամենամեծ լարումներն են օրթոտրոպ սալի երկայնական կողի ստորին եզրում նրա հենարանային հատվածքում գլխավոր հեծանի դրական մոմենտների գոտում:

Լարումները կլինեն.

$$\sigma_{min} = \frac{M_2^{u.p.}}{W_2} + \frac{M_2^{u.p.}}{I_{x_1}} (H - y_H - h_2), \quad (23)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_2}{W_2} + \frac{M_1}{I_{x_1}} (H - y_{\bar{u}} - h_2), \quad (24)$$

ըստ (23), (24)-ի

$$\sigma_{min} = \frac{2,2 \cdot 10^2}{658} + \frac{31030 \cdot 10^2}{103058008} (360 - 259,13 - 40) = 0,33 + 1,83 = 2,16 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

$$\sigma_{max} = \frac{67,26 \cdot 100}{658} + \frac{86410 \cdot 10^2}{103058008} \cdot 60,87 = 10,22 + 5,1 = 15,22 \text{ կՆ/սմ}^2:$$

Ցիկլի ասիմետրիայի գործակիցը կլինի.

$$\rho = 2,16/15,22 = 0,142:$$

Հաշվարկային դիմադրությունը նվազեցնող գործակիցը կլինի.

$$\gamma_w \frac{1}{0,7 \cdot 1,67 [(0,64 \cdot 2,2 + 0,2) - (0,64 \cdot 2,2 - 0,2) \cdot 0,142]} = 0,6:$$

$$\gamma_w \cdot R_y \cdot m = 0,6 \cdot 22 \cdot 1,0 = 13,2 \text{ կՆ/սմ}^2:$$

Առավելագույն արդյունավետ լարումները կլինեն.

$$\sigma_{max,ef} = \frac{\sigma_{max}}{K_3} = \frac{15,22}{1,05} = 14,5 \text{ կՆ/սմ}^2,$$

որտեղ $K_3 = 1,05$:

Դիմացկունության պայմանը չի կատարվում և առավելագույն լարումները գերազանցում են հնարավոր լարումները՝ $14,5 - 13,2 = 1,3 \text{ կՆ/սմ}^2$:

Բեռի տեղական ազդեցության դեպքում գոյանում է լարում՝ $10,22 \text{ կՆ/սմ}^2$: Այդ լարումը պետք է պակասի $1,3 \text{ կՆ/սմ}^2$ -ով և դրա համար անհրաժեշտ է մեծացնել երկայնական կողի բարձրությունը, որպեսզի լարումը ստորին եզրում լինի՝ $10,22 - 1,3 = 8,92 \text{ կՆ/սմ}^2$:

Այսպիսի լարմանը երկայնական կողում կհամապատասխանի հետևյալ դիմադրության մոմենտը. $W = 6726/8,92 = 754 \text{ սմ}^3$: Երկայնական կողերի միջև 40 սմ հեռավորության և դրանց պատերի 14 սմ հաստության դեպքում, պահանջվող բարձրությունը կլինի $h_2 = 57 \text{ սմ}$: Նոր երկայնական կողի լայնական հատվածքի դիմադրության մոմենտը կկազմի $W = 758 \text{ սմ}^3$:

Երկայնական կողի դիմադրության պայմանը կկատարվի որոշ պաշարով, քանի որ երկայնական կողի ավելի մեծ բարձրության դեպքում դրա ստորին կողում լարումները փոքրանում են բեռի ընդհանուր և տեղական ազդեցությունից:

Եզրակացություն

Հիմնվելով b/l հարաբերությունների վրա և կտրվածքի դիրքից, ըստ թռիչքի երկարության և օգտվելով (4) բանաձևից հնարավոր է որոշել այն α գործակիցները, որոնցով կարելի է ստանալ γ գործակիցները համաձայն (5) բանաձևի:

Համաձայն հաշվարկների ստացվում է՝ $\gamma = 1$, քանի որ $\alpha \geq 0,7$ և կարող ենք գտնել կոնսուլյան մասի և համապատասխան այլ մասերի երկարության հարաբերությունը թռիչքին, որոշելով աղյուսակից K գործակցի չափերը: Դրանից հետո որոշվում են համապատասխան $\alpha - h$ չափերը և համոզվելով, որ $\alpha > 0,7$, հեշտությամբ հաշվարկում են պահանջվող դիմադրության մոմենտն ու ընդունելով լայնական կտրվածքի համար նախնական չափեր, հաշվարկում են դրա մակերեսի չափը, իներցիայի մոմենտը և հեռավորությունը կտրվածքի ծանրության կենտրոնից մինչև ներքևի ամենահեռու գտնվող կետը: Ունենալով այդ տվյալները, հաշվարկում են կտրվածքի դիմադրության մոմենտը և համեմատում այն հաշվարկած պահանջված մոմենտի հետ ու ստուգում են կատարված է արդյոք ամրության պայմանը: Մտանալով դրական պատասխան, շարունակում են չափերի որոշման խնդիրը թռիչքի մեջտեղում, համոզվելով որ այստեղ ևս առկա է դրական լուծում: Դրանից հետո անցնում են սալի երկայնական կողի ամրության ստուգմանը: Այս դեպքում պետք է ստուգել այն տեղական ծոման դեպքում օրտոտրոպ սալի ստորին թելիկի երկայնական կողի դրական մոմենտների գոտում անխզելի գլխավոր հեծանների համար:

Վերջապես, կատարվել է նաև երկայնական կողի դիմացկանության հաշվարկը, այսինքն ստուգվել է երկայնական կողի հատվածքը դիմացկանության առավելագույն հնարավոր նորմալ լարումների ազդեցության տակ:

- Հաշվարկում են դիմադրության նվազագույն գործակիցը γ_w , տեղադրելով հավասարության մեջ բոլոր գործակիցները, որոնք որոշվում են [10]-ում բերված գործակիցներով և հաշվարկում են ցիկլի ասիմետրիայի գործակիցը, բաժանելով օրտոտրոպ սալի երկայնական կողի ստորին եզրաշերտի հնարավոր նվազագույն լարումն առավելագույնի վրա:
- Լարումները որոշվում են համապատասխան բանաձևերով, որոնք բերված են (23) և (24) համարների տակ, հաշվի առնելով հաշվարկված γ_w նվազեցնող գործակիցը
- Որոշվում են առավելագույն արդյունավետ լարումները, մտցնելով K_3 գործակիցը, որի վրա բաժանվում է առավելագույն լարումը:

Համոզվելով, որ դիմացկունակության պայմանը չի կատարվում, ներմուծում են երկայնական կող, որի բարձրությունը կլինի 57 սմ և կունենա դիմադրության մոմենտ, որը գերազանցում է նախընտրածը: Այս ընտրությունը տալիս է որոշակի պաշար, քանի որ երկայնական կողի ավելի մեծ բարձրության դեպքում դրա ստորին կողում լարումները փոքրանում են:

Հարկ է նշել, որ բերված եղանակը թույլ է տալիս հեշտացնել մետաղական օրտոտրոպ սալերով իրագործվող կամրջի երթևեկելի մասում պաստառի ձևավորումը:

Գրականության ցանկ

- [1] П.М. Саламахин, Проектирование мостовых и строительных конструкций. КНОРУС, Москва, 2022, 402 с.
- [2] П.П. Ефимов, Проектирование мостов. Мосты больших пролетов. Идел-Пресс, Казань, 2009, 155 с.
- [3] R. Azoyan, G. Sargsyan, Availability of Anti-seismic Inverted Suspension Bridge. COBRAE Conference, Stuttgart, Germania, 2007.
- [4] Е.Е. Гибшман, Проектирование металлических мостов. Транспорт, Москва, 1969, 416 с.
- [5] А.А. Петропавловский и др., Проектирование металлических мостов. Транспорт, Москва, 1982, 320 с.
- [6] П.М. Саламахин и др., Инженерные сооружения в транспортном строительстве, Книга 1. Академия, Москва, 2008, 345 с.
- [7] ГОСТ 33384-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование мостовых сооружений. Общие требования, 20с.
- [8] ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки. Расчетные схемы нагружения, 5 с.
- [9] ГОСТ 33390-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия, 26 с.
- [10] СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы, Москва, 1996, 283 с.
- [11] ГОСТ 33391-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Габариты приближения конструкций, 6 с.
- [12] П.М. Саламахин, А.Л. Неводзинский, Программа проектирования ортотропных плит проезжей части автодорожных мостов. МАДИ, Москва, 2001.
- [13] Л.П. Миронов, Ю.В. Тряпицын, Оптимальное проектирование ортотропной плиты металлических мостов. Вестник МИИТ 12 (2005) 66-68.
- [14] Ю.В. Тряпицын, К расчету металлических мостов с ортотропной плитой. Вестник МИИТ 12 (2005) 62-65.
- [15] С.Р. Владимирский, Металлические пролетные строения с ортотропными плитами. Конструирование и расчет: Учебное пособие, Издание 2-е. СПб изд-во ДНК, 2006, 130 с.

ПРОЧНОСТЬ И ВЫНОСЛИВОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ

Роберт Саркисович Азоян

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
rsazoyan@yahoo.com*

В статье рассмотрено балочное металлическое неразрезное пролетное строение по схеме 84+105+105+84 м. Дано его решение на прочность, получены окончательные результаты. Для дальнейшего решения включен коэффициент K , который показывает неравномерность распределения напряжений по ширине ортотропной плиты. Определены поперечные сечения элементов на опоре и в середине пролета. Произведена проверка прочности и выносливости продольных ребер ортотропной плиты. Расчетные нагрузки: А-14, НК-100, пешеходы и собственный вес. Динамические коэффициенты для АК-14 $1+\mu=1,4$, а для НК-100 $1+\mu=1,0$ и они остаются постоянными во всех расчетах. Кроме этого, необходимо для нагрузок ввести коэффициенты полосности, которые также остаются постоянными, независимо от количества рядов нагрузки: $s_1=1, s_2 = 0,6, s_3 = \dots = s_i = 0,3$:

Ключевые слова: *ортотропная плита, металлический мост, гибкость, напряжение, жесткость, неразрезность, прогиб*

DURABILITY AND ENDURANCE OF METAL BRIDGES

Robert Azoyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
rsazoyan@yahoo.com

This article discusses a beam metal continuous span structure. Construction according to the scheme 84+105+105+84 m. Its solution for strength has been given, and the final results have been obtained. For further solution, the coefficient K is included, which shows the uneven distribution of stresses across the width of the orthotropic slab. The cross sections of the elements on the support and in the middle of the span are determined. The strength and endurance of the longitudinal ribs of the orthotropic slabs have been also controlled. Design loads, A-14 and NK-100, pedestrians and its own weight. Dynamic coefficients for AK-14 $l=14$, and for NK-100 $l=1,0$, and they remain constant in all calculations. In addition, it is necessary to enter banding coefficients for the loads, which are also constant $s_1=1, s_2=0,6, s_3=...=s_i=0,3$:

Keywords: *orthotrop slab, metallic bridge, flexibility, tension, rigid, continual, flexure*

Ազոյան Ռոբերտ Սարգսի, ւ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)93934040, rsazoyan@yahoo.com

Азоян Роберт Саркисович, д.т.н. профессор (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра «Дороги и мосты», (+374)93934040, rsazoyan@yahoo.com.

Azoyan Robert, Doctor of science (Engineering), professor, (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Highways and Bridges, (+374)93934040, rsazoyan@yahoo.com

Ներկայացվել է՝ 12.02.2024թ.

Գրախոսվել է՝ 14.04.2024թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2024թ.