

“O‘zbekiston Respublikasi Oliy va O‘rta Maxsus
Ta‘lim Vazirligi”

“Toshkent Arxitektura Qurulishi Instituti”

„Bino va Inshoatlar Qurilishi“

Fakulteti.

“ Qurilish konstruksiyalari ” Kafedrası.

„ Metall konstruksiyalari ” Fanidan.

Refarat.

Mavzu: Ramoni hisoblash

_____ guruh talabasi

Bajardi: Saidburxonov

Tekshirdi: Usmonhodjayev

2016 o‘quv yili.

Режа:

- 1. Рамаларни ҳисоблаш;*
- 2. Кўндаланг рамани доимий таъсир этаётган юкка ҳисоби;*
- 3. Горизонтал юк таъсирига рамани ҳисоби.*
- 4. Кундаланг рама элементларни ҳисоблаш;*
- 5. Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш.*

1. РАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ.

Кўндаланг рамани ҳисоблашда дастлабки шартлар бўлиши мумкин.

1. Рамани шамол ва кранлардан бўладиган юкларга ҳисоблаётганда, фермани эластик шакл ўзгариши (деформация), элементларда ҳосил бўладиган ҳисобли кучларни аниқлашга таъсир кўрсатмайди. Шунинг учун, бу юкларга ҳисоблаётганда фермани жуда мустаҳкам бикирлиги катта элемент деб қабул қилсак ҳам бўлади.

$$I_{\varphi} = \infty$$

2. Фермага таъсир қилаётган ёйма юкларга рамани ҳисоблаётганда, фермани эластик деформацияси элементларда ҳосил бўладиган ҳисобли кучни аниқлашга таъсир кўрсатиши мумкин. Лекин, панжарасимон фермани битта яхлит элемент деб қабул қилиб олиш мумкин. Эквивалент фермани инерция моменти қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$I_{\varphi} = (A_{в.п.} \cdot Z_b^2 + A_{шп.п.} \cdot Z_{ш}^2) \cdot \mu \quad (1)$$

бу ерда; $A_{в.п.}$, $A_{шп.п.}$ – фермани тепа ва пастки токчаларини юзаси;

Z_b , $Z_{ш}$ – токчаларни марказ оғирлигидан фермани нейтрал ўқигача бўлган масофа;

μ - ферма катаги шаклини ўзгариши ва юзасини узунлиги бўйича ўзгаришини эътиборга оладиган коэффицент.

$$i = \frac{1}{8} \quad \partial a \quad \mu = 0,7$$

$$i = \frac{1}{10} \quad \partial a \quad \mu = 0,8$$

$$i = 0 \quad \partial a \quad \mu = 0,9$$

Мураккаб рамаларни ҳисоблаётганда уларни бир-бирига таъсири унча катта бўлмаса алоҳида рамаларга бўлиб юбориш мумкин.

Ҳисоблаётганда ҳар битта ташқи таъсир этаётган юк учун қурилиш механикаси тавсия этадиган усуллардан тайёр формула, график ёки жадваллардан фойдаланиш мумкин.

Рамага таъсир этаётган юкларни ҳар бирига алоҳида ҳисоблаш лозим, бу рама элементида ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш учун керак.

2 Кўндаланг рамани доимий таъсир этаётган юкка ҳисоби

Рамани бу юкка ҳисоблашда тепа тугунни айланиш бурчаги номаълум деб ҳисоблашади ва каноник тенгламасини тузилади.

$$\overline{M} \cdot \varphi + M_p = 0 \quad (2)$$

бу ерда; \overline{M} - ҳамма реактив моментларнинг йиғиндиси рамани тепа қисми бир бирликка силжиб айланганда;

M_p - ҳамма ўша қурилаётган рамани тепа қисмида, ташқи юклардан мавжуд бўладиган моментларнинг йиғиндиси. (2) - тенгламада рамани тепа қисмининг силжиши номаълум деб олинган. Симметрик рама учун тепа қисми ташқи юклар таъсирида бир хил силжийди. Юқоридаги тенгламани ечиш учун, биринчидан, рамани тепа қисми бир бирликка силжиб айланганда, элементларида ҳосил бўладиган эгувчи моментлар топилади. Иккинчидан ўша тугунда ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи моментлар ҳисобланади ва қийматлари тенгламага қўйилиб айланиш бурчаги топилади. Фермани таянч қисми бир бирликка айланса, унда ўша кесимда қуйидаги реактив момент ҳосил бўлади.

$$\overline{M}_B^p = 2EI_p / L = 2 \cdot 5EI_{nk} / 30 \quad (3)$$

Устуннинг тепа қисми $\varphi=1$ га силжиб айланганда, унда ҳосил бўладиган реактив моментни қуйидаги формуладан топиш мумкин;

$$\overline{M}_B^y = K_B \frac{EI_{nk}}{h} = -0,5934 \frac{EI_{nk}}{14,8} = -0,04EI_{nk} \quad (4)$$

Устуннинг пастки қисмидаги моментни эса;

$$\overline{M}_A^y = K_A \frac{EI_{nk}}{h} = 0,673 \frac{EI_{nk}}{14,8} = 0,0455EI_{nk} \quad (5)$$

бу ерда; K_A ва K_B – абсолют бикирлик коэффицентлари, буларни қиймати қуйидаги параметрлар бўйича жадвалдан олинади:

$$\lambda = \frac{h_{m.k.}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284 \quad n = \frac{I_{mk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

1-жадвал

Абсолют бикирлик коэффицентлар	λ	$n=0,1$
K_B	0,2	- 0,664
	0,284	- 0,5934
	0,3	- 0,580
K_A	0,2	0,600
	0,284	0,6731
	0,3	0,687

Ўша қурилатган рама тугунида $\varphi = 1$ га айланганида, унда мавжуд бўладиган момент қуйидаги формула орқали топилади:

$$\overline{M}_a = \overline{M}_a^p + \overline{M}_a^y = 0,333EI_{nk} + 0,04EI_{nk} = 0,373EI_{nk} \quad (6)$$

Рама тепа тугунида ташқи юклардан ҳосил бўладиган момент топилади.

$$M_p = -\frac{q_n \cdot L^2}{12} = -\frac{40,32 \cdot 30^2}{12} = -3024 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (7)$$

(2) формулага қийматлар қўйилиб айланиш бурчаги аниқланади:

$$\varphi = -\frac{M_p}{M_B} = \frac{3024}{0,373EI_{nk}} = \frac{8107}{EI_{nk}} \quad (8)$$

(3), (4) ва (5) формула бўйича чиққан моментларни φ га кўпайтириб, кейин асосий тизимда олинган моментларга қўшишимиз керак. Шундай қилиб, рамани элементларида ҳосил бўладиган эгилувчи моментларни ферма узунлиги бўйича доимий ёйма юк таъсиридан топилади.

$$M_a^p = M_p + \varphi \cdot \overline{M}_a^p = -3024 + \frac{8107}{EI_{nk}} \cdot 0,333EI_{nk} = -324 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$M_a^y = \overline{M}_a^y \cdot \varphi = -0,04EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = -324,3 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (9)$$

$$M_A^y = \overline{M}_A^y \cdot \varphi = 0,0455EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = 369 \text{кН} \cdot \text{м}$$

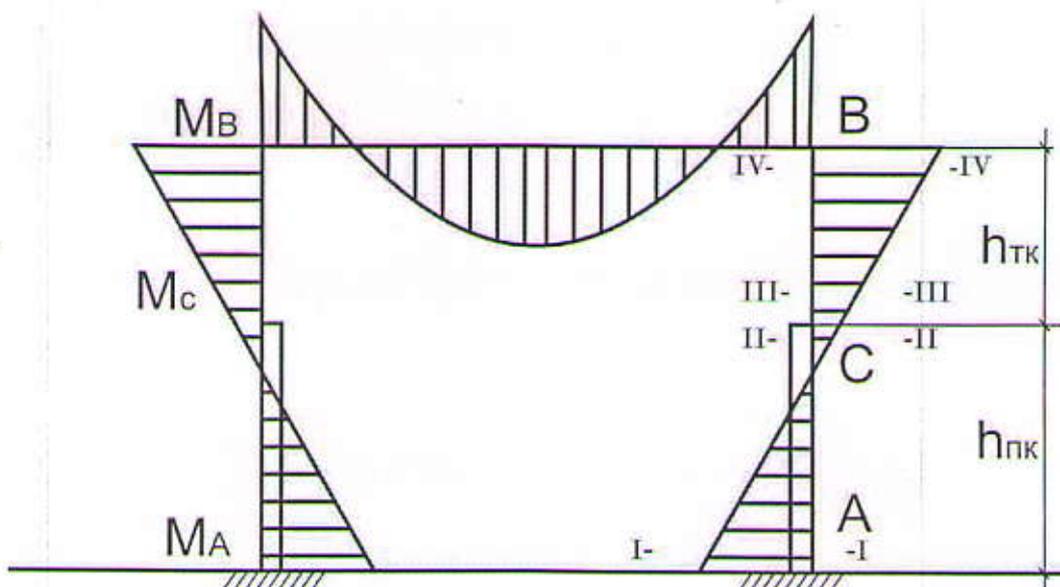
Устунни тепа қисмидан пастки қисмига ўтиш «С» кесимидаги момент учбурчаклар ўхшаши орқали топилади.

$$\frac{M_x}{h_{n,k}} = \frac{M_B + M_A}{h};$$

$$M_x = \frac{h_{n,k}(M_B + M_A)}{h};$$

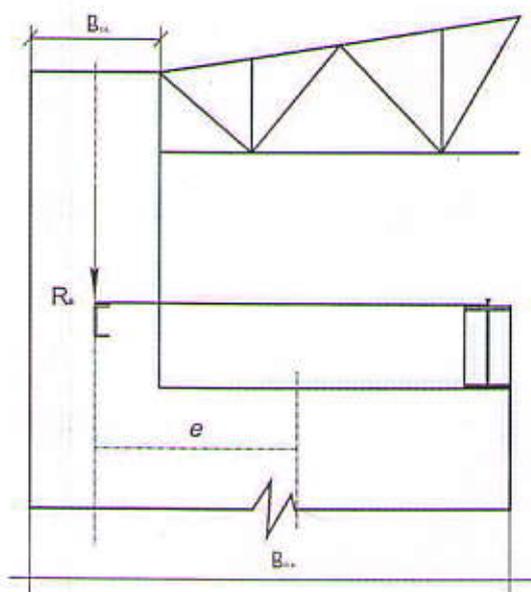
$$M_c = M_x - M_A = \frac{h_{n,k}(M_B + M_A)}{h} - M_A = \frac{10,602(324,3 + 369)}{14,8} - 369 = 127,65 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{Демак, } M_c = -127,65 \text{кН} \cdot \text{м}$$



Расм.1. Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюраси

Устунларни тепа ва пастки қисмларни ўқлари бир чизикда ётмаганлиги туфайли «С» тугунда қўшимча момент ҳосил бўлади. Бу моментни қўшимча ташқи юк таъсири деб қабул қилиб рама алоҳида ҳисобланади.



Расм.2. Қўшимча эгувчи моментни аниқлаш учун схема

$$M_c^1 = R_b \cdot e = 604,8 \cdot 0,25 = 151,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (10)$$

бу ерда;
$$R_b = \frac{q_n L}{2} = \frac{40,32 \cdot 30}{2} = 604,8 \text{ кН}$$

e - елка, бу устун пастки ва тепа қисмини ўқлари орасидаги масофа

$$e = \frac{e_{п.к.} - e_{т.к.}}{2} = \frac{1 - 0,5}{2} = 0,25 \text{ м} \quad (11)$$

Эгувчи моментларни устунни характерли кесимларида қуйидаги формулалар орқали топилади.

$$\begin{aligned}
 \text{I – I кесимида} \quad M_A &= K_A \cdot M_C^1 = 0,352 \cdot 151,2 = 53,22 \text{кН} \cdot \text{м} \\
 \text{II – II кесимида} \quad M_F^H &= K_F^H \cdot M_C^1 = -0,7054 \cdot 151,2 = -106,66 \text{кН} \cdot \text{м} \\
 \text{III – III кесимида} \quad M_F^B &= K_F^B \cdot M_C^1 = 0,2946 \cdot 151,2 = 44,54 \text{кН} \cdot \text{м} \\
 \text{IV – IV кесимида} \quad M_B &= K_B \cdot M_C^1 = -0,1247 \cdot 151,2 = -18,85 \text{кН} \cdot \text{м}
 \end{aligned}$$

Ка.....Кв бикирлик коэффициентларни қийматлари жадвалдан қуйидаги параметрларга қараб топилади:

$$\lambda = \frac{h_{ik}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

$$n = \frac{I_{ik}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$\alpha = \frac{x}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

2-жадвал

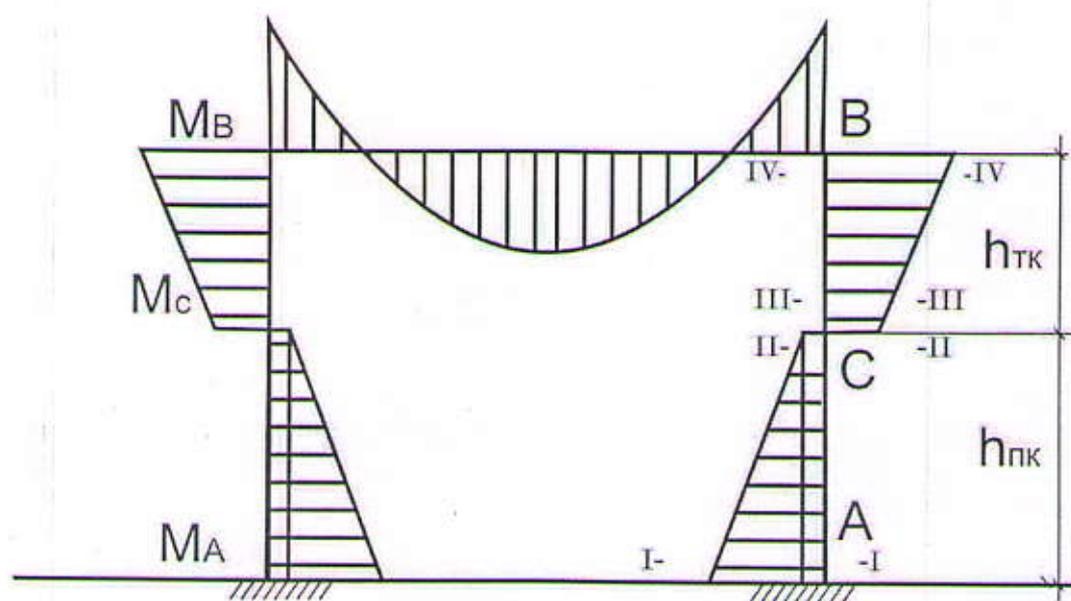
Абсолют бикирлик коэффициентлар	λ	$n=0,1$		
		$\alpha=0,2$	$\alpha=0,284$	$\alpha=0,3$
K_A	0,2	0,411	0,352	0,373
	0,284	0,563		0,3117
	0,3	0,592		0,300
K_F^H	0,2	- 0,778	- 0,7054	- 0,666
	0,284	- 0,6344		- 0,719
	0,3	- 0,607		- 0,729
K_F^B	0,2	0,222	0,2946	0,334
	0,284	0,3656		0,281
	0,3	0,393		0,271
K_B	0,2	- 0,075	- 0,1247	- 0,110
	0,284	0,066		- 0,161
	0,3	0,093		- 0,171
K_R	0,2	1,437	1,4755	1,483
	0,284	1,489		1,4729
	0,3	1,499		1,471

Эпюраларни қўшганимиздан кейин рамада доимий фермани узунлиги бўйича юк таъсиридан ҳисобли эгувчи момент эпюрасига эга бўламиз. Эгувчи моментларни тўғри ҳисобланганини устунни тепа ва пастки қисмларда уларни қиялиги бир хил бўлишлиги билан исботланади.

Ферманинг узунлиги бўйича таъсир этаётган доимий юкдан рама устунида ҳосил бўладиган ҳисобли эғувчи моментлар

3-жадвал

Устунни характерли кесимлари	Ферма узунлиги бўйича таъсир қилаётган юкдан	Қўшимча моментдан M'_C	Ҳисобий момент
I – I	369,0	- 53,22	315,78
II – II	- 127,65	106,66	- 20,99
III – III	- 127,65	- 44,54	- 172,19
IV – IV	- 324,3	18,85	- 305,45



Расм 3. Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган эғувчи момент эшораси

$$\frac{315,78 + 20,99}{10,602} = 31,76$$

$$\frac{305,45 - 172,19}{4,198} = 31,74$$

фарқи

$$\frac{31,76 - 31,74}{31,76} \cdot 100\% = 0,08\%$$

$$\frac{M^B - M_F^B}{h_{ik}} = \frac{M_F^H - M_A}{h_{nk}}$$

Устунни таянчида мавжуд бўладиган қирқувчи кучни қуйидаги формула орқали топилади:

$$Q = \frac{M_F^H + M_A}{h_{nk}} = \frac{315,78 + 20,99}{10,602} = 31,76 \text{ кН} \quad (13)$$

-,+ ишоралари келишиб олинади. Момент эпюрасини юк деб қабул қилсак, тугунни соат мили бўйича айлантиришга ҳаракат қилса “+”, тескари айлантиришга ҳаракат қилса “-“, ишорага эга бўлади.

3. Горизонтал юк таъсирига рамани ҳисоби.

Кран аравачаси тормоз қилиш натижасида, бу куч ҳосил бўлади. Рамани бу кучга ҳисоблаш тартиби юқорида келтирилган рамани момент таъсирига ҳисоблаш тартибига ўхшайди. Рамани асосий тизимда ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни қуйидаги формулалар орқали топамиз:

$$\begin{aligned}
 M_A &= K_A Th = -0,0761 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -21,03 \text{ kH} \cdot \text{м} \\
 M_C &= K_C Th = 0,0455 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 12,57 \text{ kH} \cdot \text{м} \\
 M_F &= K_F Th = 0,06 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 16,58 \text{ kH} \cdot \text{м} \\
 M_B &= K_B Th = -0,09543 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -26,37 \text{ kH} \cdot \text{м}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Таянч реакциялари эса

$$\begin{aligned}
 R_A &= K_A^1 T = 0,1697 \cdot 18,67 = 3,17 \text{ kH} \\
 R_B &= K_B^1 T = 0,8303 \cdot 18,67 = 15,5 \text{ kH}
 \end{aligned}$$

Абсолют бикирлик коэффицентлар жадвалдан фойдаланиб аниқланади λ , n ва α параметрларига кўра $\lambda = \frac{h_{TK}}{h} = 0,284$, $n = \frac{I_{TK}}{I_{HK}} = 0,1$,

4-жадвал

Коэффи- циентлар	λ	$n=0,1$		
		$\alpha=0,1$	$\alpha=0,189$	$\alpha=0,2$
K_A	0,2	- 0,023		- 0,067
	0,284	- 0,0272	- 0,0761	-0,08212
	0,3	- 0,028		- 0,085
K_C	0,2	0,02		0,079
	0,284	0,01244	0,0455	0,0496
	0,3	0,011		0,044
K_F	0,2	0,026		0,079
	0,284	0,0218	0,06	0,0647
	0,3	0,021		0,062
K_B	0,2	-0,069		-0,084
	0,284	-0,07236	- 0,09543	-0,0983
	0,3	-0,073		0,101
K_A^1	0,2	0,054		0,183
	0,284	0,05484	0,1697	0,18384
	0,3	0,055		0,184
K_B^1	0,2	0,946		0,817
	0,284	0,94516	0,8303	0,81616
	0,3	0,945		98,16

Каноник тенгламани $\bar{R} \cdot \Delta + R_p = 0$ ечиш учун рамани тепа тугунларида ташқи юклардан ҳосил бўладиган таянч реакциясини топиш керак.

Кран аравачаси тормоз қилиш натижасида горизонтал куч ҳосил бўлади. У рамани бир томонига таъсир қилади деб қабул қилинган. Шунинг учун ташқи юклар таъсиридан рамани тепа тугунида ҳосил бўладиган таянч реакцияси қуйидаги формула орқали топилади.

$$R_p = R_b = 15,5kH \quad (15)$$

Бу таянч реакцияни биринчи формулага қўйиб рамани тепа тугунини силжишини қуйидагича аниқланади:

$$\Delta_{na} = -\frac{R_p}{R} = \frac{15,5h^2}{0,7EI_{nk}} = \frac{22,15h^2}{EI_{nk}} \quad (16)$$

Кейин ҳисоблаётган рамани фазовий силжиши топилади,

$$\Delta_{np} = \Delta_{na} \cdot \alpha_{np} = \frac{22,15h^2}{EI_{nk}} \cdot 0,38 = 8,42 \frac{h^2}{EI_{nk}} \quad (16)$$

Рама устунини характерли кесимларда ҳосил бўладиган эгувчи моментлар қуйидаги формулалар орқали аниқланади;

Чап устунда

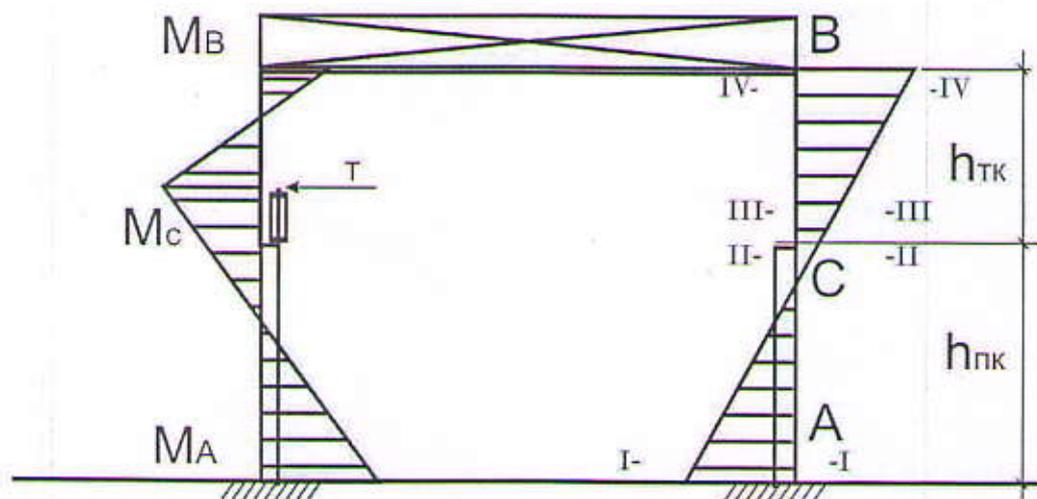
$$\begin{aligned} M_A &= K_A \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_A Th \\ M_c &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_c Th \\ M_F &= K_F \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_F Th \\ M_B &= K_B \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_B Th \end{aligned} \quad (17)$$

Ўнг устунда

$$\begin{aligned} M_A^1 &= K_A \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\ M_c^1 &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\ M_B^1 &= K_B \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\ \alpha &= \frac{x}{h} = \frac{2,8}{14,8} = 0,189 \end{aligned}$$

Горизонтал юк таъсиридан рама устунларини характерли кесимларида ҳосил бўладиган ҳисобий эгувчи моментлар.

Характерли кесимлар	Чап устун				Ўнг устун	
	Тева тугунлари силжиш натижасида		Асосий тизимда	Хисобий "М"	Тева тугунлари силжиш натижасида	Хисобий "М"
	$\Delta=1$	$\Delta_{пр}$				
1-1	-3,919 $\frac{EI_{mc}}{h^2}$	-33	-21,03	-54,03	33	33
II - II	-0,2052 $\frac{EI_{mc}}{h^2}$	-1,73	12,5 7	10,8 4	1,73	1,73
III - III	-0,2052 $\frac{EI_{mc}}{h^2}$	-1,73	12,5 7	10,8 4	1,73	1,73
F		2,045	16,58	18,63		
IV - IV	1,2674 $\frac{EI_{mc}}{h^2}$	10,67	-26,37	-15,7	-10,67	-10,67



Расм.12.7. Горизонтал юкдан хосил бўладиган эгувчи момент эюраси "F" кесимдаги момент учбурчаклар ўхшашидан фойдаланиб аниқланади:

$$\frac{M_B + M_C}{h_{TK}} = \frac{M_x}{h_{KOI}}$$

$$M_x = \frac{h_{KOI}}{h_{TK}} (M_B + M_C) = \frac{1,278}{4,198} (10,67 + 1,73) = 3,775 \text{ кНм}$$

$$M_F = M_x - M_C = 3,775 - 1,73 = 2,045 \text{ кНм}$$

Биринчи кесимдаги қиркувчи куч қуйидаги формула оркали аниқланади:

$$Q = \frac{M_A + M_C}{h_{nk}} = \frac{54,03 + 10,84}{10,602} = 6,12 kH \quad (18)$$

4. КЎНДАЛАНГ РАМА ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ҲИСОБИ

Фермани ҳисоблаш тартиби

1. Ферма узунлиги бўйича таъсир этаётган ёйма юкни тугунга таъсир этаётган тик маҳаллий юкка келтириб олинади;

а) доимий таъсир этаётган юкдан:

$$F = q_n \cdot b \quad (19)$$

б) вақтинча қисқа муддатда таъсир этаётган юкдан

$$F_c = q_c \cdot b \quad (20)$$

2. Максвелл – Крeмона диаграммасидан фойдаланиб, ферманинг элементларида ҳосил бўладиган кучлар аниқланади.

3. Ферманинг таянчига таъсир этаётган бирлик моментини иккита горизонтал кучга келтириб олиб, улардан ферманинг элементларида ҳосил бўладиган кучлар аниқланади.

Раманинг тепа тугунида юкларни ноқулай биргаликда таъсир қилиши натижасида чап устуни ($M_{\text{чап}}$) ва ўнг устуни ($M_{\text{ўнг}}$)да ҳосил бўладиган моментлар аниқланади.

Ферманинг элементларида таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S = S_{\text{чап}} \cdot M_{\text{чап}} + S_{\text{ўнг}} \cdot M_{\text{ўнг}} \quad (21)$$

Мисол ечими учун маҳаллий ферма тугунига таъсир этаётган кучларни топамиз:

$$F = q_n \cdot b = 40,32 \cdot 3 = 120,96 kH$$

$$F = q_c \cdot b = 8,4 \cdot 3 = 25,2 kH$$

Максвелл – Крeмона диаграммасини кураимиз:

Раманинг тепа тугунларида ҳосил бўлаётган моментлар, чап устунида:

$$M_{\text{чап}} = - 466,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

бу эгувчи момент қуйидаги юклар №1,8,2,4,6 биргаликда таъсир этиш натижасида ҳосил бўлади.

Ўнг устунида:

$$M_{\text{ўнг}} = - 305,45 + 65,05 - 50,82 - 7,68 - 9,42 = - 308,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Юклар № 1,7,2,3,5.

Ферманинг элементларида таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S = S_{\text{чап}} \cdot M_{\text{чап}} + S_{\text{ўнг}} \cdot M_{\text{ўнг}}$$

Ферманинг элементларида доимий юкдан, қор юкидан ва таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни йиғиндиси элементга таъсир қилаётган ҳисобий кучини беради.

Ферма элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлангандан кейин уларни ҳисобини қилиш керак бўлади.

Енгил фермаларда кўп ҳолда элементларнинг кесим юзаси таврга ўхшаш қилиб тайёрлашади, улар иккита бурчакликдан иборатдир.

Ҳисоблаш тартиби куйидагича:

1. Чўзилишга ишлайдиган элементларни талаб қилинган кесим юзасини куйидаги формула орқали аниқланади:

$$A_{m.k.} = \frac{N}{R_y \gamma_c} \quad (22)$$

2. Бурчаклик сортаментидан мос келадиган бурчакликлар танлаб олинади:

$$A_{m.k.} \leq A_x \quad (23)$$

3. Мустаҳкамлиги текширилади, бунда

$$\sigma = \frac{N}{A_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (24)$$

бўлиши керак.

1. Сиқилишга ишлайдиган элементларнинг эгилувчанлигини қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлиги топилади ва φ коэффиценти мос келадиган формула бўйича ҳисобланади ва талаб қилинган кесим юзаси аниқланади:

$$A_{m.k.} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \quad (25)$$

бу ерда γ_c – элементни ишлашни эътиборга оладиган коэффицент, агарда эгилувчанлик $\lambda > 60$ бўлса, 0,8 га тенг, агар $\lambda < 60$ булса, 0,95 га тенг; инерция радиуси аниқланади:

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda}$$

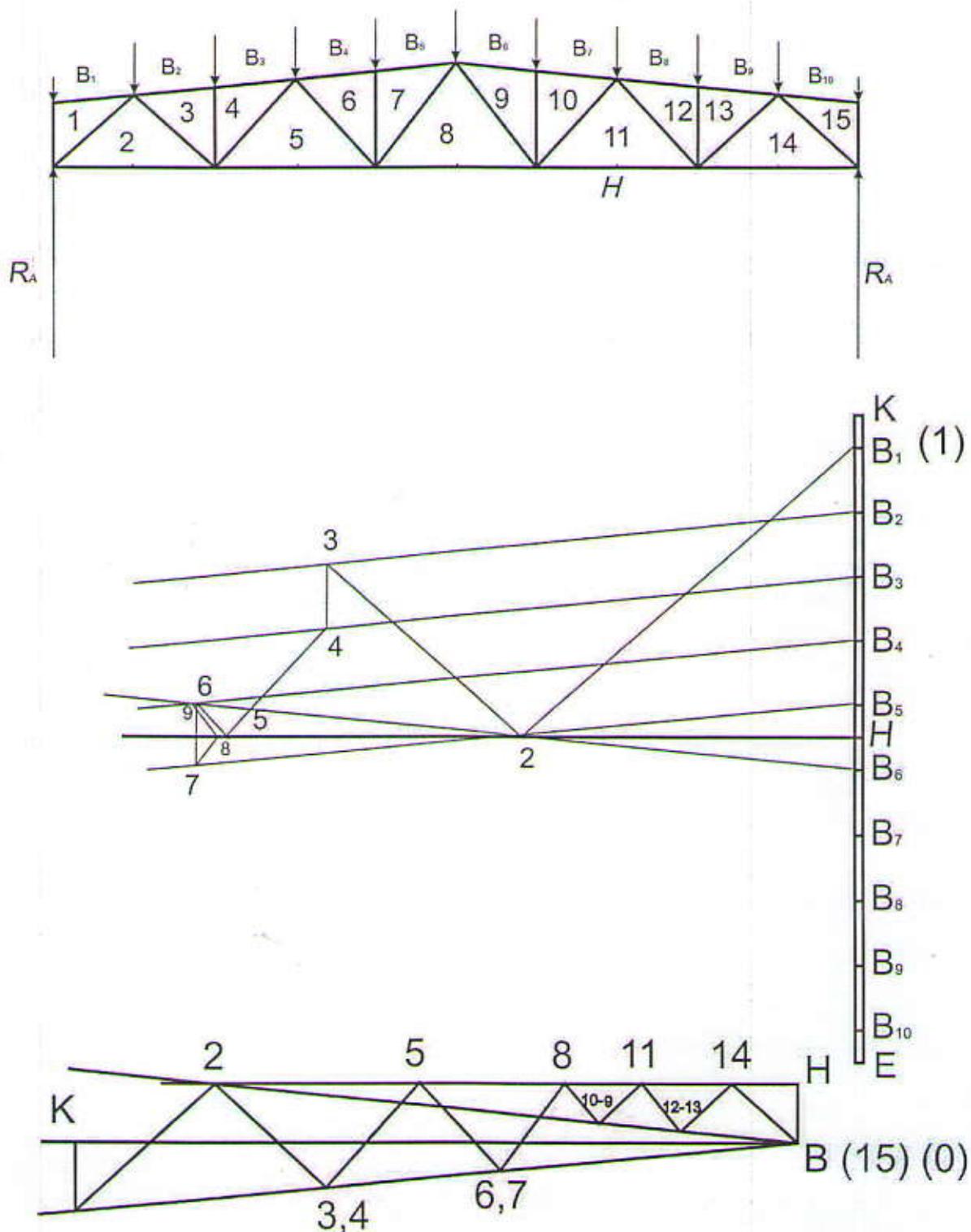
2. Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг (ёки тенгсиз) томонли бурчакликларни қабул қилиб, A_x , i_x , i_y , ҳақиқий юзаси ва радиус инерциялари ёзилади.

3. Танлаб олинган элементлар мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади. Бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилувчанлиги аниқланади.

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x}; \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} \quad (26)$$

Аниқланган эгиливчанлигини катта қийматига қараб, шартли эгиливчанлиги аниқланади ва мос келадиган формуладан фойдаланиб φ – коэффициент топилади ва қуйидаги формула орқали текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (27)$$



5 Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш

6 - жадвал

Элемент-нинг номи	Элемент-нинг белгиси	Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган куч	Қор юкидан ҳосил бўладиган куч		Таянч моментидан ҳосил бўладиган куч			Ҳисобий куч кН.	
			$\psi = 1,0$	$\psi = 0,9$	$S_{чан}$	$S_{унг}$	S	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тера белбоғ	$B_1 - 1$	0		0	-0,3432	0	160	160	
	$B_2 - 3$	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	$B_3 - 4$	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	$B_4 - 6$	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
	$B_5 - 7$	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
Пастки белбоғ	H - 2	484	101	91	0,2871	0,033	-144	441	
	H - 5	956	199	179	0,198	0,0825	-118	1037	
	H - 8	980	204	184	0,1221	0,0122	-94,6	1089	
Тиргович - лар	1 - 2	-726	-151	-136	0,0825	-0,05	-23,1		-900
	2 - 3	460	96	86	-0,076	0,0396	23,2	579	
	4 - 5	-266	-55	-50	0,0693	-0,0363	-21,1		-342
	5 - 6	109	23	20	-0,0627	0,033	19,0	151	
	7 - 8	60,5	13	11	0,0627	-0,0297	20,0	93,5	
Устунлар	K - 1	-60,5	-13	-11	-0,033	0	15,4		-58,1
	3 - 4	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2
	6 - 7	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2

Юқоридаги масалани ферманинг тера белбоғи элементларни ҳисоблашдан бошлаймиз:

$$B-1 \text{ белбоғда } N_{B-1} = 160 \text{ кН}$$

Элементга талаб қилган кесим юза аниқланади:

$$A_{T.K} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{160}{22,5 \cdot 1} = 7,1 \text{ см}^2$$

Иккита тенг томонли бурчаклик қабул қиламиз. $50 \times 5 \text{ мм}$, кесим юзаси $9,6 \text{ см}^2$ га тенг.

$$\sigma = \frac{N}{A_x \cdot \gamma_c} = \frac{160}{9,6 \cdot 1} = 16,7 \text{ кН/см}^2$$

Стерженлар $B_2 - 3$ ва $B_3 - 4$ $N_{B-3} = -850 \text{ кН}$ элементни эгилувчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27 > 2,5$ ва φ коэффициентини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз;

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \\ &- \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27^2 = 1,456 - 1,118 + 0,231 = 0,569 \end{aligned}$$

Талаб қилган кесим юзаси

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{850}{0,8 \cdot 0,565 \cdot 22,5} = 83,0 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{301}{100} = 3,01 \text{ см}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{602}{100} = 6,02 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L160 \times 12$, кесим юзаси $A = 37,4 \times 2 = 74,8 \text{ см}^2$ $i_x = 4,94 \text{ см}$ $i_y = 6,95 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустақамлигини текшираамиз, бунинг учун аввал $x-x$ ва $y-y$ ўқи бўйича эгилувчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{301}{4,94} = 61 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{602}{6,95} = 87$$

Аниқланган эгилувчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилувчанлигини аниқлаймиз; $\bar{\lambda} = 87 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,85$, φ - коэффициентини топамиз.

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,85 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,85^2 = \\ &= 1,4561 - 0,9740 + 0,1752 = 0,6573 \end{aligned}$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N_{B-3}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{850}{0,8 \cdot 0,6573 \cdot 74,8} = 21,61 \text{ кН/см}^2$$

Стерженлар $B_4 - 6$ ва $B_5 - 7$ $N_{B_4-6} = -1120 \text{ кН}$ элементни эгилювчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилювчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27$ ва φ коэффициентини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27^2 = 1,456 - 1,118 + 0,231 = 0,569$$

Талаб қилган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{1120}{0,8 \cdot 0,569 \cdot 22,5} = 109,4 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{301}{100} = 3,01 \text{ см}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{602}{100} = 6,02 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенгсиз томонли бурчакли қабул қиламиз, $L200 \times 125 \times 16$, кесим юзаси $A = 49,8 \times 2 = 99,6 \text{ см}^2$ $i_x = 3,52 \text{ см}$ $i_y = 9,63 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текшираемиз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{301}{3,52} = 86 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{602}{9,63} = 63$$

Аниқланган эгилювчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилювчанлиги ҳисобланади $\bar{\lambda} = 86 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,815$, φ – коэффициенти топилади;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 2,815 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 2,815^2 = 1,4561 - 0,962 + 0,171 = 0,665$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{N_{B-6}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{1120}{0,8 \cdot 0,665 \cdot 99,6} = 21,14 \text{ кН/см}^2$$

Фермани пастки тоқчаси

Стержен Н-2 $N = 441 \text{ кН}$.

Элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{441}{1 \cdot 22,5} = 19,6 \text{ см}^2$$

Бурчаклик сортаментидан иккита тенг томонли бурчаклик танлаб оламиз: $L83 \times 7$ кесим юзаси $A = 10,8 \times 2 = 21,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{441}{1 \cdot 21,6} = 20,42 \text{ кН/см}^2$$

Стержен Н-5 $N=1037$ кН

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{1037}{1 \cdot 22,5} = 46 \text{ см}^2$$

Талаб қилинган кесим юзасига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L125 \times 10$ кесим юзаси $A = 24,3 \times 2 = 48,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{1037}{1 \cdot 48,6} = 21,3 \text{ кН/см}^2$$

Стержен Н-8 $N=1089$ кН

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{1089}{1 \cdot 22,5} = 48,4 \text{ см}^2$$

Талаб қилинган кесим юзасига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L125 \times 10$ кесим юзаси $A = 24,3 \times 2 = 48,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{1089}{1 \cdot 48,6} = 22,41 \text{ кН/см}^2$$

Тирговичлар

Стержен 1-2 $N = -900$ кН

элементни эгилувчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27$ ва φ коэффициентини юқорида келтирилган формула бўйича ҳисоблаб $\varphi = 0,569$ талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{900}{0,8 \cdot 0,569 \cdot 22,5} = 87,9 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{453}{100} = 4,53 \text{ см} \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{453}{100} = 4,53 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз $L180 \times 11$, кесим юзаси $A = 38,8 \times 2 = 77,6 \text{ см}^2$ $i_x = 5,6 \text{ см}$ $i_y = 7,74 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текшираемиз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{453}{5,6} = 81 \qquad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{453}{7,74} = 59$$

Аниқланган эгилювчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилювчанлигини топилади $\bar{\lambda} = 81 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,65$, φ – коэффициентни қийматини ҳисоблаймиз

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 2,65 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 2,65^2 = \\ &= 1,4561 - 0,9056 + 0,152 = 0,703 \end{aligned}$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N_{B-6}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{900}{0,8 \cdot 0,703 \cdot 77,6} = 20,62 \text{ кН/см}^2$$

Адабиётлар

1. Мельников Н.П. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.
2. Холмуродов Р.И., Аслиев С.А. Металл қурилмалари. Тошкент, “Ўқитувчи” 1994й.
3. Сайдуллаев Қ.А., Ганиева К.Қ. “Пўлат қурилмалари”. Ўқув қўлланма. Тошкент 2002й.
4. Сайдуллаев Қ.А., Ганиева К.Қ. “Махсус металл конструкциялари”. Ўқув қўлланма. Тошкент 2004й.
5. ҚМҚ 2.03.05 – 97. Пўлат қурилмалар лойиҳалаштиришнинг меъёр-лари. Тошкент 1997 й.
6. ҚМҚ 2.01.07 – 96. Юқлар ва таъсирлар. Тошкент 1996 й.
7. ҚМҚ 2.03.06 – 97. Алюминий қурилмалар лойиҳалашнинг техник меъёрлари. Тошкент 1997 й.