

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта Махсус Таълим
Вазирлиги

Тошкент Архитектура Қурилиш Инститuti

“Қурилиш конструкциялари” кафедраси

“Ёғоч ва пластмасса конструкциялари “ фанидан

КУРС ИШИ

Мавзу: Тўғри элементлардан ясалган елимланган уч шарнирли
раманинг ҳисоби.

Бажарди : 106-11 гуруҳ талабаси

Алишеров Ж

Қабул қилди: Жалолова Д

ТОШКЕНТ-2014

Тўғри элементлардан ясалган елимланган уч шарнирли раманинг ҳисоби.

Берилган маълумотлар:

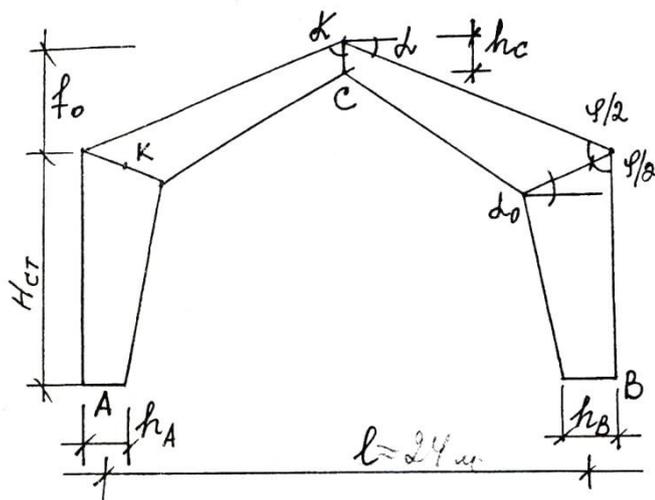
Раманинг оралиғи $\ell = 20 \text{ м}$,

Раманинг қадами $B = 5 \text{ м}$,

Раманинг баландлиги $H = 7,5 \text{ м}$

Қор юки $S_0 = 2 \text{ кН/м}^2$

1. Раманинг геометрик ҳисоби



Раманинг барча турлари сарров нишаби $i = 0,3 \dots 0,25$ оралиқда олинади. Унинг бурчак қиймати функциянинг жадвалидан оламыз: $i = \text{tg}\alpha = 0,25 \Rightarrow \alpha = 14^\circ$ ва $\cos\alpha = 0,97$; $\sin\alpha = 0,242$

Рама ригелининг баландлигин қуйидагича аниқлаймиз:

$$f_0 = i \cdot \frac{\ell}{2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{20^2}{2} = 2,5 \text{ м}$$

Ригел узунлиги $\ell_0 = \sqrt{f_0^2 + \frac{\ell^2}{4}} = \sqrt{2,5^2 + \frac{20^2}{4}} = 10,307764 \text{ м}$

Ригел ва тиргак (стойка) орасидаги бурчак қуйидагича аниқланади:

$$\varphi = 90^\circ + \alpha = 104^\circ, \quad \frac{\varphi}{2} = \frac{104^\circ}{2} = 52^\circ$$

Раманинг карниз туташмасидан биссектриса бурчак қиялигини аниқлаймиз:

$$\alpha_0 = 90^\circ - \frac{\varphi}{2} = 90^\circ - 52^\circ = 38^\circ$$

Ригелнинг сиқилган қирраси ва вертикал орасидаги бурчакни аниқлаймиз:

$$\gamma = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 14^\circ = 76^\circ$$

Раманинг тиргагининг баландлиги ёки узунлиги

$$H_{cm} = H - f_0 = 7,5 - 2,5 = 5 \text{ м}$$

Иккита ярим рама шарнир ёрдамида бўғот ва таянч тугунларда бириктирилади:

$$\ell_{яр} = \ell_0 + H_{cm} = 10,307764 + 5 = 15,307764 \text{ м}$$

Бурчак функцияси жадвали

1 - жадвал

Градус	14°	16°42'	31°39'	38°	52°	58°21'	76°
tgα	0,25	0,3	0,6164	0,7813	0,2799	0,6223	4,0110
cosα	0,9703	0,95780	0,8522	0,7880	0,6157	0,5262	0,2419

$\sin\alpha$	0,242	0,28740	0,5247	0,6157	0,788	0,8513	0,9703
--------------	-------	---------	--------	--------	-------	--------	--------

2. Раманинг статик ҳисоби

Раманинг статик ҳисобини бажариш учун рамага тушадиган юкларни жадвал кўринишида бажарамиз.

Тартиб номери	Юкларнинг номланиши	Меъёрий юк $кН/м^2$	Ортиқча юкланиш коэффициенти γ_f	Ҳисобий юк $кН/м^2$
I	II	III	IV	V
1.	Икки қатламли рубероид	0,22	1,3	0,286
2.	Цемент қоришмаси: $t_{и.к.} \cdot \rho = 0,02 \cdot 20$	0,4	1,3	0,52
3.	Иситувчи қатлам $t_{и.к.} \cdot \rho = 0,15 \cdot 2,5$	0,375	1,2	0,45
4.	Буғдан ҳимоя қилиш қатлами	0,11	1,2	0,132
5.	Ёғоч қатлам (настил) $t_{ё.к.} \cdot \rho = 0,025 \cdot 5$	0,125	1,1	0,1375
6.	Ёғоч прогон брус $\frac{b \cdot h \cdot \rho}{b_0} = \frac{0,15 \cdot 0,18 \cdot 5}{1,5}$	0,09	1,1	0,099

Жадвалдан олинган меъёрий ва ҳисобий юкларнинг қийматларини аниқлаймиз.

$$g_{кр}^M = 0,22 + 0,4 + 0,375 + 0,11 + 0,125 + 0,09 = 1,32 \text{ кН/м}^2$$

$$g_{кр}^X = 0,286 + 0,52 + 0,45 + 0,132 + 0,1375 + 0,099 = 1,6245 \text{ кН/м}^2$$

Том элементларининг кесим юзалари ўлчамлари ва оғирликлари жадвали

Қор юки S_0 , ($кН/м^2$)	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	<u>2,5</u>
Иситувчи қатлам $t_{и.к.}$, (мм)	60	80	100	120	150	180
Ёғоч қатлам (настил) $t_{ё.к.}$, (мм)	16	19	19	22	25	32
Ёғоч прогон брус $b \times h$, (см)	13 x 10	13 x 13	15 x 13	18 x 13	18 x 15	20 x 18

Энди қор босимини ҳисобга олувчи коэффициент γ_f ни аниқлаймиз.

Агар $\frac{g_{том}^M}{S_0} < 0,8$ бўлса, $\gamma_f = 1,6$ га тенг бўлади; агар $\frac{g_{том}^M}{S_0} \geq 0,8$ бўлса, $\gamma_f = 1,4$ га тенг бўлади.

Демак бу коэффициент бизнинг масалада $\gamma_f = 1,6$ га тенг, чунки $\frac{g_{том}^M}{S_0} = \frac{1,32}{2} = 0,66 < 0,8$

Қор босимини аниқлаймиз.

$$P_{қор}^M = S_0 \cdot \mu = 2 \cdot 1 = 2 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{қор}^X = P_{қор}^M \cdot \mu = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ кН/м}^2$$

Эмперик формула ёрдамида раманинг хусусий оғирлигини аниқлаймиз.

$$g_p = \frac{(g_{том}^M + S_0) \cdot \gamma_f}{1000/(K_{хо} \cdot l) - 1} = \frac{(1,32 + 2) \cdot 1,6}{1000/(9 \cdot 20) - 1} = 0,95 \text{ кН/м}^2$$

Бу ерда K_{xo} - хусусий оғирлик коэффициенти $K_{xo}=4...9$ ораликдан ихтиёрий танланади.

Раманинг ўзига тушадиган доимий куч қуйидагига тенг:

$$g = (g_{мом}^x + g_p)B = (1,6245 + 0,95)5 = 12,892 \text{ кН/м}$$

Қор қопламасидан рамага тушадиган вақтинчалик юк қуйидагича:

$$P = P_{қор}^x \cdot B = 3,2 \cdot 5 = 16 \text{ кН/м}$$

Рама елкаларга тушадиган юкларнинг йиғиндиси қуйидагига тенг

$$q = g + P = 12,892 + 16 = 28,892 \text{ кН/м}$$

3. Раманинг конструктив ҳисоби

Рамадаги ҳисобий кучларни аниқлаш. Тугундаги ҳисобий кесимнинг координаталари қуйидагича аниқланади.

$$X_k = 0,5h \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \approx 0 \quad Y_k = H_{yc} = 5 \text{ м}$$

Вертикал ва горизонтал реакция кучларини аниқлаймиз.

$$V_A = (g + P)\ell_p/2 = (28,892)20/2 = 288,92 \text{ кН}$$

$$H_A = q\ell_p^2/(8 \cdot H) = 28,892 \cdot 20^2/(8 \cdot 7,5) = 192,6116 \text{ кН}$$

Рамага таъсир қилувчи максимал эгувчи момент қуйидагича аниқланади.

$$M_{max} = V_A X_k - H_A Y_k - \frac{q X_k^2}{2} = 288,92 \cdot 0 - 192,6116 \cdot 5 - 28,892 \cdot \frac{0^2}{2} = -963,058 \text{ кН} \cdot \text{м} = -96305,8 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$N = V_A \cdot \sin \frac{\varphi}{2} + H_A \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = 288,92 \cdot 0,788 + 192,6116 \cdot 0,616 = 346,31566 \text{ кН.}$$

Ёғочнинг бурчак остида сиқилишга бўлган ҳисобий қаршилиги қуйидагича бўлади.

$$R_c, \alpha_0 = \frac{R_c \cdot m_{\delta} \cdot m_{эл} \cdot K_m}{1 + (R_c/R_{c,90} - 1) \sin^3 \alpha_0} = \frac{1,3 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,9}{1 + (1,3/0,18 - 1) 0,6157^3} = 0,36 \text{ кН/см}^2$$

Бу ерда:

K_m - кесим ўзгарувчанлигини ҳисобга олувчи коэффициент, $K_m = 0,9$

$m_{эл}$ - елимланган тахта қатламини қалинлигини ҳисобга олувчи коэффициент, ҳисоблар учун $m_{эл} = 0,95$ деб оламиз.

m_{δ} - кесим баландлигини ҳисобга олувчи куч, ҳисоблашда $m_{\delta} = 0,8$ олинади.

Тахта қалинлиги, мм	≤ 19		26		33		≥ 42
Коэффициент $m_{эл}$	1,1		1,05		1,0		0,95
Тахта баландлиги h , см	≤ 50	60	70	80	90	100	≥ 120
Коэффициент m_{δ}	1,0	0,96	0,93	0,9	0,875	0,85	0,8

Элемент мустаҳкамлик шартидан (эгилишга ишлайди) кесимнинг талаб қилинган баландлигини аниқлаймиз:

$$h_{т.к.} \geq \sqrt[3]{\frac{33 \cdot M_{max}}{\eta \cdot \xi \cdot R_c, \alpha_0}} = \sqrt[3]{\frac{33 \cdot 96305,8}{0,671 \cdot 0,7 \cdot 0,36}} \geq 265,877 \text{ см}$$

Бу ерда: η - кесимдаги кучланишларнинг эпюра эгрилигини ҳисобга олувчи коэффициент $\eta = 1 - 0,0534 \cdot \sqrt{\alpha_0} = 0,671$

ξ – бўйлама сиқувчи кучнинг қўшимча момент коэффициентини, $\xi = 0,7 \dots 0,8$ ораликда олинади.

Энди кесимнинг талаб қилинган энини аниқлаймиз.

$$b_{m.к.} \geq \frac{h_{m.к.}}{5} \geq \frac{265,877}{5} \geq 53,18 \text{ см}$$

Демак сортаментга мос келадиган "b" нинг қийматини аниқлаймиз.

Ёғоч сортаменти қуйидагича: эни **$b = 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275$** мм; $b = 55 \text{ см}$ $b = 20 + 20 + 15 = 55 \text{ см}$

Устуннинг карниз тугунидаги бўйлама ўқи ваперпендикулярининг талаб қилинган кесим баландлиги ва тахталар сонини қуйидагича аниқлаймиз.

$$h_{к, т.к.} = h_{т.к.} \cdot \sin \varphi/2 = 265,877 \cdot 0,788 = 209,511 \text{ см}$$

$$n_{т.к.} \geq h_{к, т.к.}/t = 209,511/4,5 = 46,6 \text{ та тахта}$$

Демак тахталар сони $n = 47$ та деб оламиз ва шундаги тўлиқ кесим баландлигини аниқлаймиз:

$$h_u = n \cdot t = 47 \cdot 4,5 = 211,5 \text{ см}$$

Шундай қилиб, кесим биссектрисасининг баландлиги қуйидагига тенг:

$$h = h_u / \sin \frac{\varphi}{2} = 211,5 / (0,788) = 268,4 \text{ см}$$

нишаби эса:

$$h/b = 268,4/55 = 4,88 < 5$$

биз белгиланган меъёрдан чиқмадик, демак мустаҳкам кесим юзаси ва қаршилик моментини аниқлаймиз

$$A = bh = 55 \cdot 268,4 = 14762,056 \text{ см}^2$$

$$W = bh^2/6 = 55 \cdot 268,4^2/6 = 660358,46 \text{ см}^3$$

Талаб қилинган кесим баландлиги таянчлар тугунларига кетадиган тахталар сонини қуйидагича топамиз:

$$h_{A, тр} \geq 0,4 h = 0,4 \cdot 268,4 = 107,36 \text{ см}$$

$$n_3 \geq h_{A, тр} / t = 107,36/4,5 = 23,86 \text{ демак } n=24 \text{ тахта}$$

$$\text{У холда } h_A = n \cdot t = 24 \cdot 4,5 = 108 \text{ см}$$

$$h_{с, тр} \geq 0,3 h = 0,3 \cdot 268,4 = 80,52 \text{ см}$$

$$n_3 \geq h_{с, тр} / t = 80,52 / 4,5 = 17,89 \text{ демак } n=18 \text{ та тахта}$$

$$h_c = n \cdot t = 18 \cdot 4,5 = 81 \text{ см}$$

тугунга таъсир қилувчи бўйлама кучнинг эксцентриситети қуйидагича аниқланади

$$e = h_u - 0,5 (h_u + h_A) = 211,5 - 0,5 (211,5 + 108) = 51,75 \text{ см}$$

Кесим биссектрисасидаги эгилиш моментининг ҳисоби қуйидагича:

$$M = M_{\max} - N \cdot e = -96305,8 - (-346,31566 \cdot 51,75) = -78383,965 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Рама кесими баландлигининг ўртача арифметиги қуйидагига тенг:

$$h_0 = \frac{H_{cm}(h+h_A)+I_0(h+h_c)}{2l_{ox}} = \frac{5(268,4+108)+10,3077(268,4+81)}{2 \cdot 15,3077} = 179,11 \text{ см}$$

$$\text{Раманинг эгилувчанлиги } \lambda = l_{ox} / (0,289h_0) = 29,573$$

Бўйлама куч N таъсиридаги қўшимча эгилиш momenti

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 \cdot bh_0 \cdot R_c \alpha_0} = 1 - \frac{29,573^2 \cdot 346,31566}{3000 \cdot 55 \cdot 179,11 \cdot 0,36} = 0,9715322$$

Кесим биссектриссасидаги нормал кучланиш мустаҳкамлик шартидан топилади:

$$G = \frac{N}{A} + \frac{M}{\xi \cdot W \cdot \eta} = \frac{346,31566}{10850,254} + \frac{78383,965}{0,9715 \cdot 660358,46 \cdot 0,671} = 0,2055 \text{ кН/см}^2 \leq R_{c, \alpha 0} = 0,36 \text{ кН/см}^2$$

Мустаҳкамлик захираси эса:

$$100(R - G) / R = 100(0,36 - 0,2055) / 0,36 = 42,905\% \geq 10\%$$

Юқоридаги раманинг мустаҳкамлик шартидан кўриниб турибдики, рамамиз тўлиқ ишламаяпти. Рамамиз тўлиқ ишлаши учун кесимнинг ўлчамларини бир неча марта бор ўзгартириб ва ниҳоят кесимнинг кичикроқ қийматини танлаймиз.

$$h_{m\kappa} = \sqrt[3]{30 \cdot \square \left(1 - \frac{42,905}{100}\right)} = \sqrt[3]{30 \cdot 660358,46 \left(1 - 0,42905\right)} = 224,474 \text{ см}$$

Карниз тугунидаги кўндаланг кесим баландлиги қуйидаги шартдан аниқланади.

$$h_{\square, m\kappa} = h_{m\kappa} \cdot \sin \frac{\square}{2} = 224,474 \cdot 0,788 = 176,89 \text{ см}$$

Талаб қилинган тахталар сони устун кесимига қараб қуйидагича топилади.

$$\square_{m\kappa} \geq \frac{h_{\square, m\kappa}}{\square} = \frac{176,89}{4,5} = 39,3 \text{ демак } n=40 \text{ доски}$$

$$\text{Унда } h_{\square} = \square \cdot \square = 40 \cdot 4,5 = 180 \text{ см}$$

Карниз тугундаги ҳақиқий кесим ўлчамларини аниқлаймиз

$$h = h_{\square} \cdot \sin \frac{\square}{2} = \frac{180}{0,788} = 228,4264 \text{ см}$$

$$b_{\text{тр}} \geq h/5 = 228,4264/5 = 45,7 \text{ см}$$

$$b = 20 + 15 + 12,5 = 47,5 \text{ см}$$

$$\text{нисбатни аниқлаймиз } h/b = 228,4264/47,5 = 4,81 \leq 5$$

Кесим юзаси ва қаршилик моментини топамиз

$$A = b \cdot h = 47,5 \cdot 228,4264 = 10850,254 \text{ см}^2$$

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 47,5 \cdot 228,4264^2 / 6 = 413080,73 \text{ см}^3$$

Талаб қилинган кесим баландлиги, таянчлари ва тугунларига кетадиган тахталар сонини қуйидаги ифода орқали топамиз:

$$h_{A, \text{т.к.}} \geq 0,4 \cdot h = 0,4 \cdot 228,4264 = 91,37 \text{ см}$$

$$n_{\text{тк}} \geq 91,37 / 4,5 = 20,3 \text{ демак } n=21 \text{ тахта}$$

Унда

$$h_A = \square \cdot \square = 21 \cdot 4,5 = 94,5 \text{ см}$$

$$h_{c, \text{т.к.}} \geq 0,3h = 0,3 \cdot 228,4264 = 68,53 \text{ см ва } n_{\text{т.к.}} \geq 68,53/4,5 = 15,2$$

$$\text{демак } n = 16 \text{ та тахта ва } h_c = nt = 16 \cdot 4,5 = 72 \text{ см}$$

Рама кесими баландлигининг ўртача арифметик қиймати қуйидагига тенг.

$$h_0 = \frac{\square \text{ см}(h + h_{\square}) + \square_0(h + h_{\square})}{2 \square_0} = \frac{5(228,4264 + 94,5) + 10,307764(228,4264 + 72)}{2 \cdot 15,307764} = 153,8878 \text{ см}$$

Раманинг эгилиш коэффициентини аниқлаймиз:

$$\square = \frac{\square_0 \square}{0,289 \cdot h_{\square}} = \frac{1530,7764}{0,289 \cdot 153,8878} = 34,42$$

Бўйлама куч N таъсиридаги қўшимча эгувчи момент

$$\eta = 1 - \frac{\sigma^2 \cdot \eta}{3000 \cdot \eta h_0 \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_0} = 1 - \frac{34,42^2 \cdot 346,31566}{3000 \cdot 47,5 \cdot 153,8878 \cdot 0,36} = 0,948$$

Тугунга таъсир этувчи бўйлама кучнинг эксцентриситетини топамиз:

$$e = h_u - 0,5 (h_u - h_A) = 180 - 0,5(180+94,5) = 42,75 \text{ см}$$

Кесим биссектрисасидаги эгилиш моменти ҳисоби қуйидагича:

$$M_p = M_{\max} - Ne = 96305,8 - 346,31566 \cdot 42,75 = 81500,806 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Мустаҳкамлик шarti ва мустаҳкамлик захирасини текшираимиз.

$$\sigma = N/A + M_p/W \cdot \eta \cdot \xi = 346,31566/10850,254 + 81500,806/413080,73 \cdot 0,671 \cdot 0,948 = 0,342 \leq R_{sc} \alpha_0 = 0,36 \text{ кН/см}^2$$

Ёғочнинг толалари бўйлаб чўзилиш қаршилиги ҳисобини аниқлаймиз:

$$R_p, \alpha_0 = \frac{\eta_m \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_{cl} \cdot \eta_0}{1 + \left(\frac{\eta_{\sigma}}{\eta_{\sigma,90}} - 1 \right) \eta_{\sigma}^3 \eta_0} = \frac{0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1}{1 + \left(\frac{0,9}{0,03} - 1 \right) 0,6157^3} = 0,0792 \text{ кН/см}^2$$

Кесим биссектрисасининг чўзилишга бўлган нормал кучланишни аниқлаймиз.

$$\sigma = \frac{\eta \cdot \eta_{\sigma} \cdot K_m}{\eta \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_c} - \frac{\eta}{\eta \cdot \eta_m} = \frac{0,52 \cdot 81500,806 \cdot 0,9}{10850,254 \cdot 0,671 \cdot 1,3} - \frac{346,31566}{10850,254 \cdot 0,9} = 0,07713 \leq \eta_{\sigma}, \eta_0 = 0,0792 \text{ кН/см}^2$$

$$\frac{100(0,0792 - 0,07713)}{0,0792} = 2,37 \% \leq 10\%$$

K- коэффициент қабул қиладиган бурчак биссектрисса қийматлари:

η_0	0	0,3	7	14	17 ⁰ 30	21	28	35	38	42
K	1	0,8	0,6	0,42	0,4	0,42	0,45	0,5	0,52	0,55

Кесимга уринма кучланиш қиймати:

$$\eta = \frac{\eta \cdot \eta}{0,6 \eta \eta \eta} = \frac{\eta \eta h^2 12}{0,6 \eta 8 \eta h^3} = \frac{\eta \cdot 1,5}{0,6 \eta h \eta \eta} = \frac{192,6116 \cdot 1,5}{0,6 \cdot 47,5 \cdot 180 \cdot 0,95} = 0,0593 \leq \eta_{sc}$$

$$= 0,15 \text{ кН/см}^2$$

Бу ерда: Q=N_A=192,6116 кН

Мустаҳкамлик таъминланди. Демак ёғоч толаларда бўйлама эзилиш ҳосил бўлмайди.

4. Таянч тугуни ҳисоби.

Раманинг пастки қисми пайвандланган металл бошмаққа тортқич болт ёрдамида конструктив равишда 12 мм қабул қилинган ва шу болт ёрдамида бириктирилган бошмак баландлиги ёғочни эзилишга бўлган мустаҳкамлик шartидан аниқланади.

$$h_{\eta, \text{м.қ.}} = \frac{N_A}{\eta \cdot \eta_{\text{см,90}}} = \frac{301,8}{60 \cdot 0,3} = 16,77 \text{ см}$$

$h_{\eta} = 18$ см деб қабул қиламиз. Конструкция фасони қалинлигини $t_{\phi} = 10$ мм деб оламиз.

Анкер болтининг талаб қилинган диаметрини аниқлаймиз (мустаҳкамлик синфи 8,8)

$$\eta_{\text{м.қ.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot N_A}{\eta_{\sigma} \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_{\sigma} \cdot \eta_{\sigma}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 301,8}{4 \cdot 3,14 \cdot 32}} = 1,73 \text{ см} = 17,3 \text{ мм}$$

$d = 18 \text{ мм} = 1,8 \text{ см} > 1,73 \text{ см}$ деб қабул қиламиз.

Бу ерда: η_{σ} – болт кесимининг қаршилиқ ҳисоби қиймати қуйидаги жадвалдан олинади.

Мустаҳкамлик синфи	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	8,8
$\square_{\square\square}$	15	16	19	20	23	32

Горизонтал пўлат таянч плитанинг эни ва узунлиги чизма бўйича қуйидагича топилади.

$$b_{пл} = b + 2t_{ф} + 4(2d) = 60 + 2 \cdot 1 + 4(2 \cdot 1,8) = 76,4 \text{ см}$$

$$\ell_{пл} = h_A + t = 126 + 4,5 = 130 \text{ см}$$

$$b_{пл} \times \ell_{пл} = 78 \times 130 = 780 \times 1300 \text{ мм қабул қиламиз.}$$

Таянч пўлат плита қалинлигининг эгилишга бўлган мустаҳкамлиги қуйидагича топилади:

а) $g = V_A / (h_A b_{пл}) = 503 / (126 \cdot 78) = 0,1075 \text{ кН/см}^2 - V_A = 503 \text{ кН}$ горизонтал плита реакциясидан тушадиган босим

б) Консолнинг эгувчи моменти кесими энини шартли равишда 1 см деб қабул қиламиз.

$$M_k = g \square_k^2 / 2 = 0,1075 \cdot 8^2 / 2 = 3,44 \text{ кН/см}$$

Бу ерда \square_k – консол узунлигининг ўлчами.

$$\square_k = 0,5(b_{пл} - b - 2t_{ф}) = 0,5(78 - 60 - 2 \cdot 1) = 8 \text{ см}$$

Ва горизонтал плитанинг қалинлиги қуйидагича бўлади:

$$\square_{пл} = \sqrt{\frac{6 \square_k}{1 \cdot \square \square}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 3,44}{1 \cdot 21}} = 0,99 \text{ см} = 9,9 \text{ мм}$$

Плитанинг қалинлигини $\square_{пл} = 10 \text{ мм}$ деб оламиз (пастдаги жадвалдан олинган)

t, мм	6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,30,32,36,40,50,60,80,100	
Листли ва универсал пўлатларнинг қалинликлари		

Бошмақни таянч вертикал плитага распордан таъсир этувчи босим қуйидагича топилади.

$$g_0 = N_A / (b \cdot h_{\square}) = 301,8 / (60 \cdot 20) = 0,2515 \text{ кН/см}^2$$

Уч канатга уч томондан қистирилган пластина каби таянган бошмақнинг металл плитаси эгилишга ишлайди. Ундаги моментни қуйидаги жадвалдан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$\frac{\square_I}{\square_I} = \frac{h_{\square}}{\square} = \frac{20}{60} = 0,33 < 0,5 \text{ ва коэффициент } \beta = 0,06 \text{ га тенг.}$$

$\frac{\square_{\square}}{\square_{\square}}$	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	2,0	2
β	0,06	0,094	0,097	0,112	0,12	0,125	0,132	0,133

Изгибающий момент в упорной вертикальной плите башмака будет

$$M_{пл} = \beta g_0 \square^2 = 0,06 \cdot 0,2515 \cdot 60^2 = 54,3 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Бунда таянч плитанинг қалинлиги шартли равишда 1 см деб қабул қилиб, эгилишга бўлган мустаҳкамлик шартидан қуйидагича топилади

$$\square_{пл} = \sqrt{\frac{6 \square_{пл}}{1 \cdot \square \square}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 54,3}{21}} = 3,94 \text{ см} = 39,4 \text{ мм}$$

$b_{пл} = 40$ мм деб қабул қиламиз. Бу қийматни юқоридаги универсал ва қалин листли пўлат қалинлигини жадвалдан оламиз.

5. Бўғот (коньковой) тугуни ҳисоби.

Иккита ярим рама шу тугунда 2 та накладкани болтлар (болтларнинг диаметри $d \leq a/5 = 15/5 = 3$ см) ёрдамида бириктирилади. Накладкалар қалинлигини конструктив равишда қабул қиламиз. $a \leq 0,6b = 0,6 \cdot 60 = 36$ см демак $a = 15$ см деб қабул қиламиз.

Сила поперечная от односторонней снеговой нагрузки будет

$$Q_c = V_b = Pl/8 = 24 \cdot 24/8 = 71 \text{ кН}$$

восприниматься деревянными накладками и стяжными болтами.

Несущая способность двухсрезного болта на изгиб с учетом угла между поперечной силой Q_c и волокнами ригеля в коньковом узле $\gamma = 90^\circ - \alpha = 76^\circ$

$$T_u = n_{cp} (1,8d^2 + 0,02 \cdot a^2) \sqrt{\sigma_{\square}} = 2 (1,8 \cdot 2,7^2 + 0,02 \cdot 15^2) \sqrt{0,497} = 26,37 \text{ кН}$$

$$\leq \sigma_{\square} K_5 = \sigma_{cp} K_5 = 2 \cdot 2,5 \cdot 2,7^2 = 36,45 \text{ кН}$$

Требуемое количество болтов, обеспечивающих прочность узла

$$n_{\delta, тр} = Q_c / T_{u, min} = 72 / 26,37 = 2,73 \text{ болта}$$

назначаем $n_{\delta} = 3$ болта. Поскольку накладки работают по кососимметричной схеме, то с каждой стороны узла надо ставить не менее 3 болтов.

Расстояние между болтами:

а) вдоль волокон

$$S_1 \geq 7d = 7 \cdot 27 = 189 \text{ мм, назначаем } S_1 = 200 \text{ мм}$$

б) поперек волокон от кромки до первого ряда болтов

$$S_2 \geq 7d = 7 \cdot 27 = 81 \text{ мм, назначаем } S_2 = 100 \text{ мм}$$

в) поперек волокон между болтами в осях

$$S_3 \geq 3,5d = 3,5 \cdot 27 = 94,5 \text{ мм, назначаем } S_3 = 100 \text{ мм}$$

Длина накладки и ее высота сечения определяется геометрически

$$l_n = 6 \cdot S_1 = 6 \cdot 200 = 1200 \text{ мм}$$

$$h_n = 2S_2 + S_3 = 2 \cdot 100 + 100 = 300 \text{ мм}$$

Если назначить количество болтов $n_{\delta} = 4$, то можно взять диаметр болтов по меньше скажем $d = 20$ см и определив коэффициент учитывающий угол действия силы относительно волокон древесины (смотрите табл.7) и диаметр болта, надо проверить несущую способность двухсрезного т.е., пересекающего два шва сплачивания, болта на изгиб

$$T_i = n_{cp} (K_3 \cdot d^2 + K_4 \cdot a^2) \sqrt{\sigma_{\square}} = 2 (2^2 \cdot 1,8 + 0,02 \cdot 15^2) \sqrt{0,748} = 17,5 \text{ кН}$$

$T_i = 17,5 \text{ кН} \leq T_{max} = 2 \cdot 2,5 \cdot 2^2 = 20 \text{ кН}$ или несущая способность нагельного соединения

$$T = T_i \cdot n_{\delta} \cdot n_{cp} \geq Q_c \cdot 2$$

$$T = 17,5 \cdot 4 \cdot 2 = 140 \text{ кН}; \quad 72 \cdot 2 \leq 144 \text{ кН}$$

Лучше принять $d = 22$ мм, когда соединение будет прочным.

Таблица 5

Сортамент болтов

d мм	16	18	20	22	24	30	36	42	27
	1,57	1,92	2,45	3,03	3,52	5,6	8,2	13,8	4,59

Таблица 7

Коэффициент K_γ

Градус	Диаметр болтов				
	12	16	20	24	27
30°	0,95	0,9	0,9	0,9	0,85
60°	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55
76°	0,723	0,647	0,597	0,547	0,497
90°	0,7	0,5	0,55	0,5	0,45