

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта Махсус
Таълим Вазирлиги

Наманган Мухандислик-Педагогика Институтини

“Қурилиш” факультетини

“Касб таълими бинолар ва иншоотлар қурилиши”
кафедрасини

“Қурилиш конструкциялари” фанидан

Курс ишини

Бажарди:

43-БИҚ-10 гуруҳ талабасини
Неъматов А.

Қабул қилди:

асс. Р.Мавлонов

Наманган 2013 йил

Тўсинли плиталари бўлган қовурғали монолит темирбетон ораёпма конструкцияларини лойиҳалаш

Монолит плиталарни ҳисоблаш

Аввало плитанинг қалинлигини аниқлаб олиш керак. Уни аниқлаш учун қуйидаги жадвалдан фойдаланиш тавсия қилинади.

1-жадвал

Плитанинг қалинлиги	Вақтинчалик юкламанинг миқдори				
	3000	5000	7500	10000	15000
6	2,4	2,0-2,2	1,6-1,8	-	-
7	2,8	2,4-2,6	2,0-2,2	1,7-1,9	-
8	-	2,9-3,1	2,2-2,4	1,9-2,1	1,6-1,8

Жадвалдан кўриниб турибдики, плитанинг қалинлиги вақтинчалик юкламанинг миқдorigа ва плитанинг иккинчи даражали тўсинлар орасидаги масофасига боғлиқ. Плитанинг иккинчи даражали тўсинлар орасидаги масофасини аниқлаш учун иккинчи даражали тўсинларни кўндаланг кесими ўлчамларини аниқлаб олиш керак.

Иккинчи даражали тўсинларни кўндаланг кесимининг баландлиги уни узунлигининг $(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20})$ улушича, эни эса ушбу кесим баландлигининг $(0,4 \div 0,5)$ улушича қабул қилинади.

Плитани ҳисоблаш учун ораёпма режасида шартли равишда эни 1 м бўлган йўлак танлаб олинади. (1-расм).

Плитанинг 1 м^2 қисми қабул қилинадиган юклама аниқланади ва бу юклама ўз навбатида танлаб олинган 1 метрли йўлнинг 1 пог. м. қисми қабул қилинадиган юклама деб ҳисобланади.

Плитанинг ҳисобий оралиғи қуйидагича аниқланади:

$$l_{s1} = l_{01} - \frac{b}{2} - a + \frac{h'_f}{2}; l_{s2} = l_{02} - b$$

бу ерда: l_{01} – девор билан четки қисмдаги иккинчи даражали тўсин ўқлари орасидаги масофа;

l_{02} – иккинчи даражали тўсинлар ўқлари орасидаги масофа;

h'_f – плитанинг қалинлиги;

b – иккинчи даражали тўсин кесимининг эни.

Плита кўп оралиқли узлуксиз тўсинлар каби ҳисобланиб, ҳисобий эгувчи моментлари қуйидагича аниқланади:

а) биринчи оралиқ ва четки оралиқ таянч учун:

$$M = \frac{(g + \nu) l_0^2}{11};$$

б) ўрта қатордаги оралиқлар ва таянчлар учун:

$$M = \frac{(g + \nu) l_0^2}{16};$$

Арматураларнинг кўндаланг кесим юзасини қуйидаги формуладан аниқланади:

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{R_s \cdot \eta \cdot h_0};$$

бу ерда: M – ҳисобий эгувчи момент;
 R_s – арматуранинг ҳисобий қаршилиги;
 h_o – кесимнинг ишчи баландлиги;
 η – жадвалдан олинадиган коэффицент бўлиб, A_o нинг қийматига боғлиқ;

$$A_o = \frac{M}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o^2};$$

γ_{b2} – бетонинг иш шароити коэффиценти.

Плиталарни арматуралаш

Тўсинли плиталарни 3 хил усулда арматуралаш мумкин:

1. Алоҳида стерженлар билан;
2. Узлуксиз ўрамли тўрлар билан;
3. Текис тўрлар билан.

Алоҳида стерженлар билан арматуралаш қурилишни индустрлаштириш талабаларига жавоб бера олмайди. Шунинг учун ушбу усулни иш ҳажми камроқ бўлган жойларда, шунингдек, қурилиш майдонида пайвандланган тўрлар йўқлигида қўллаш мумкин.

Шунинг учун тўсинли плиталарни арматуралашда асосан B_p -I классдаги сим арматуралардан тайёрланган ўрамли тўрлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Плиталарни пайвандланган тўрлар билан арматуралашда ҳам узлуксиз арматуралаш (ўрамли тўрлар билан) ёки алоҳида арматуралаш (текис тўрлар билан) мумкин. Агар ишчи арматуранинг диаметри 5мм ёки ундан кам бўлса, узлуксиз арматуралаш, арматура диаметри 6мм ёки ундан ортиқ бўлса алоҳида арматуралаш мақсадга мувофиқдир. Плиталарни арматуралаш ҳисобий эгувчи момент эпюрасига асосан амалга оширилади. (2-расм).

Четки ораликларда ва биринчи оралик таянчларда эгувчи моментнинг қиймати катта бўлганлиги сабабли қўшимча тўрлар билан арматураланади. (2^б-расм).

V.3 Иккинчи даражали тўсинларни ҳисоблаш

Иккинчи даражали тўсин ўрта қатордаги таянчлари бош тўсиндан иборат бўлган кўндаланг кесими тавр шаклидаги узлуксиз тўсинлар каби ҳисобланади. Иккинчи даражали тўсинга эни ушбу тўсинлар орасидаги масофага тенг бўлган юкланиш майдони билан юкламалар таъсир қилади.

Иккинчи даражали тўсинларнинг ҳисобий оралиғи L_o бош тўсинлар орасидаги масофага, четки ораликлари эса гишт деворга тиралган қисмининг марказий ўқидан бош тўсингача бўлган масофага тенг.

ўрта ораликлар: $l_{o2} = l_2 - b$;

четки ораликлар: $l_{o1} = l_2 - a - \frac{b}{2} + \frac{B}{2}$;

Иккинчи даражали тўсинларга таъсир қиладиган юкламалар ҳисоблангандан сўнг, эгувчи момент ва қирқувчи кучлар аниқланади.

Биринчи ораликдаги эгувчи момент монолит плитадаги каби аниқланади:

$$M = \frac{(g + v)l_{o1}^2}{11};$$

Биринчи оралик таянчдаги эгувчи момент куйидагича аниқланади:

$$M = \frac{(g + v)l_{01}^2}{11};$$

Ўрта катордаги оралиқлар ва таянчларда эгувчи момент қуйидаги формула билан аниқланади:

$$M = \frac{(g + v)l_{02}^2}{16};$$

Кўндаланг кучларни (ёки қирқувчи кучларни) қуйидаги формулалар билан аниқланади:

четки таянчда: $Q = 0,4(g + v)l_{01};$

чапдан биринчи оралиқ таянчда: $Q = 0,6(g + v)l_{01};$

ўнгдан биринчи оралиқ таянчда ва қолган ҳамма таянчларда: $Q = 0,5(g + v)l_{02};$

Иккинчи даражали тўсинга кесим танлаш учун биринчи оралиқ таянч моменти орқали унинг кўндаланг кесими ўлчамлари аниқлаб олинади.

Тўсиннинг ҳисобини тенглаштирилган моментлар билан ҳисобланаётганлиги учун $\xi = 0,35$ деб қабул қилинади.

Тўсиннинг таянчдаги моменти манфий бўлади, чунки плита чўзилувчи зонада. Шунинг учун ҳисобни тўғри бурчакли кесимдаги каби давом эттирамиз.

Бунинг учун $h_0 = \sqrt{\frac{M}{R_b \cdot b \cdot A_0}}$ ни аниқлаб, тўсиннинг кўндаланг кесими

ўлчамлари ва фойдали баландликни ҳақиқий ҳисобий қийматига эга бўламиз.

Иккинчи даражали тўсинларни арматуралаш

Ушбу каркасларнинг ишчи арматуралари биринчи оралиқ ва ўрта оралиқлар учун алоҳида аниқланади. Кўндаланг арматуралар эса қия кесимларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш орқали ҳисобланади. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, кўндаланг арматуралар аксарият ҳолларда конструктив талаблар асосида (ҳисобланмасдан) ўрнатилади.

Лекин унинг диаметрини аниқлашда ишчи арматураларга пайвандлана олишхусусиятига эга бўлиши керак. Кўндаланг арматуралар орасидаги масофалар эса кўндаланг куч эпюрасига асосан (яъни ўрта қисмида кўндаланг арматура камроқ, таянч яқинида эса кўпроқ) ва тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамларига қараб аниқланади.

Иккинчи даражали тўсинларни таянч қисмида ўрамли тўрлар билан ёки пайвандланган текис тўрлар билан арматураланади. Иккинчи даражали тўсинларни арматуралаш 3-расмда тасвирланган.

Бош тўсинларни ҳисоблаш

Бош тўсинларни ҳисобий эгувчи моментлари ва кўндаланг кучлари чегаравий мувозанат усули билан ҳисобланади. Бош тўсинлар ўзидан юқоридаги конструкцияларни оғирлигини иккинчи даражали тўсин орқали тўпланган юклама сифатида қабул қилиб, ўз оғирлиги билан бирга устунларга узатади.

Тўсиндаги эгувчи момент ва қирқувчи кучлар эса қуйидагича аниқланади:

$$M = (\alpha g + \beta v)l$$

$$Q = \delta g + \gamma v$$

бу ерда: g ва v – доимий ва вақтинчалик тўпланган юкламалар; l – бош тўсиннинг ҳисобий оралиғи (устунлар марказий ўқлари орасидаги масофага тенг,

биринчи ораликда эса тўсиннинг деворига тиралган қисми марказидан устуннинг марказий ўқиғача бўлган масофага тенг).

α, β – эгувчи моментни аниқлашда тўсиннинг юкланиш схемасига боғлиқ бўладиган жадвал коэффициентлари.

δ, γ – қирқувчи (кўндаланг) кучни аниқлашда юкланиш схемасига боғлиқ бўладиган жадвал коэффициентлари.

Бош тўсинларни арматуралаш

Бош тўсинларни арматуралаш ҳам иккинчи даражали тўсинларни арматуралаш каби бўлади. Четки ва ўрта ораликлар ва таянчлар учун ҳисобланган эгувчи моментлар орқали ишчи арматураларнинг кўндаланг кесимим юзаси аниқланиб, сўнгра танланади. Ораликларда бош тўсинни 2 та ёки 3 та текис каркас билан арматураланади ва қолипга ўрнатишдан олдин улардан фазовий каркас ҳосил қилинади. Иккита каркас устуннинг четига етиб бориши керак.

Таянчда эса бош тўсин иккита алоҳида каркаслар билан арматураланиб, ушбу каркаслар устуннинг каркаслари орасидан ўтказилади. Арматураларни тежаш мақсадида бош тўсин учун материаллар эпюраси қурилади.

Ушбу эпюранинг моҳияти шундан иборатки, ҳисоблаб топилган ишчи арматуранинг чўзилишга ишламайдиган қисми (ёки амалда нокерак қисми) узиб ташланади.

Тўсинли плиталари бўлган қобурғали монолит ораёпмани ҳисоблашга доир мисол

Б е р и л г а н :

1. Бинонинг ўлчамлари: $L_1 \times L_2 = 18,6 \times 6,8 \text{ м}$
2. Устуннинг қадамлари: $l_1 \times l_2 = 6,2 \times 6,8 \text{ м}$
3. Вақтинчалик юкламанинг миқдори: $v = 15000 \text{ Н/м}^2$
4. Бетон класс: $B25$
5. Арматура класс: $A-III$ ва $Bp-I$

Изоҳ: Агар вақтинчалик юклама миқдори 5000 Н/м^2 ва ундан кам бўлса, фуқаро биноси, акс ҳолда эса саноат биноси деб ҳисоблансин. Монолит плита учун $Bp-I$ классдаги сим арматура қўлланилади.

1. Бош тўсин йўналишини танлаш

Вақтинчалик юкламанинг миқдори $v = 15000 \text{ Н/м}^2$ бўлгани учун бинони саноат биноси деб ҳисоблаймиз ва бош тўсинни кўндаланг йўналишда қўямиз. Чунки саноат биноларининг фазовий бикрлигини бош тўсин ва устунлардан ташкил топгна кўндаланг рама таъминлайди. (1-расм)

2. Плитанинг ҳисоби

Бетон класс: $B30$; $R_b = 17 \text{ МПа}$; $R_{bt} = 1,2 \text{ МПа}$;

Бетоннинг иш шароити коэффиценти: $\gamma_{b2}=0,9$;

Био турига боғлиқ бўлган ишончилилик коэффиценти: $\gamma_n=0,95$;

Ишчи арматура класс: $Bp-I$; $R_s=360 \text{ МПа}$; (бу ерда: $R_s=360 \text{ МПа } \varnothing 5 \text{ Bp-I}$ синфли арматуранинг ҳисобий қаршилиги).

Ечими: Плитанинг ҳисобий схемасини тенг тақсимланган юкламаларни қабул қилувчи кўп ораликли тўсинга ўхшатиш мумкин. Плитанинг ҳисобий оралиғини топиш учун иккинчи даражали тўсинни кўндаланг кесим ўлчамларини аниқлаймиз:

$$h = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20} \right) l_2 = \frac{1}{14} \cdot 680 = 48,6 \text{ см} \approx 50 \text{ см}$$

$$b = (0,4 \div 0,5) h = 0,4 \cdot 50 = 20 \text{ см}$$

деб қабул қиламиз.

Плитанинг иккинчи даражали тўсинлар орасидаги ҳисобий оралиғи:

$$l_{01} = l_{02} = \frac{l_1}{3} = \frac{620}{3} = 206,7 \text{ см}$$

$$l_{s2} = l_{02} - b = 206,7 - 20 = 186,7 \text{ см}$$

Четки ораликда яъни плитанинг бир томони деворга тиралганда:

$$l_{s1} = l_{01} - \frac{b}{2} - a + \frac{h_f}{2} = 206,7 - \frac{20}{2} - 20 + \frac{8}{2} = 180,7 \text{ см}$$

бу ерда: a – девор четидан ўқигача бўлган масофа, $a=20 \text{ см}$; h_f – плитанинг қалинлиги қўлланмадаги 3-жадвалдан фойдаланиб плитанинг қалинлигини $h_f=8 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. Плитанинг хусусий оғирлиги: $g^n=0,08 \cdot 25000=2000 \text{ Н/м}^2$; Доимий юкламанинг умумий миқдори:

$$g = 1440 + 1,1 \cdot 2000 = 3640 \text{ Н/м}^2; v = 18000 \text{ Н/м}^2;$$

Умумий юклама: $q = (g + v)b = (3640 + 18000) \cdot 1 = 21640 \text{ Н/м}$;

Кўп ораликли узлуксиз плитанинг эгувчи моментлари қуйидагича аниқланади:

Четки ораликларда:

$$M = \frac{(g + v) l_{s1}^2}{11} = \frac{21640 \cdot (1,807)^2}{11} = 6423,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Ўрта оралик ва ўрта қатор таянчларда:

$$M = \frac{(g + v) l_{s2}^2}{16} = \frac{21640 \cdot (1,867)^2}{16} = 4714,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Биринчи оралик таянчда:

$$M_b = \frac{(g + v) l_{s2}^2}{11} = \frac{21640 \cdot (1,867)^2}{11} = 6857,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

4-жадвал

Қобурғали монолит темирбетон ораёпманинг юкламаларини ҳисоблаш

Юкламалар тури	Норматив юклама Н/м^2	Юклама бўйича ишончилилик коэффиценти	Ҳисобий юклама Н/м^2
Доимий юклама: Плиткали полдан (қалинлиги 0,015, зичлиги 2000)	300	1,1	330
Цемент қоришмасининг қатлаидан	400	1,3	520
Шлакобетон қатлаидан	450	1,3	590
Жами	1150	-	1440
Вақтинчалик юклама	15000	1,2	18000

Шу жумладан:			
Узоқ муддатли юклама	10500	1,2	12600
Қисқа муддатли юклама	4500	1,2	5400

Плита учун арматурани кўндаланг кесим ўлчамлари $b \times h = 100 \times 8$ см бўлган эгиловчи темир-бетон элемент деб ҳисоблаб танлаймиз. Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0 = h - a = 8 - 1,5 = 6,5$ см. (бу ерда a – арматуранинг оғирлик марказидан плитанинг чўзилувчи зонадаги четки қисмигача бўлган масофа). Плитани $Bp-I$ классдаги сим арматуралардан тайёрланган пайвандланган тўрлар билан арматуранолади.

Бунинг учун четки ва ўрта қатор ораликлари ва таянчлари учун арматуранинг миқдорини аниқлаб оламиз:

Четки ораликларда: $M = 6423,7$ Н·м

$$A_0 = \frac{M \cdot \gamma_n}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{6423,7 \cdot 0,95 \cdot (100)}{0,9 \cdot 17 \cdot 100 \cdot 6,5^2 \cdot (100)} = 0,094 ;$$

3.1 жадвалдан (I) A_0 нинг қиймати бўйича 2-иловадан $\eta = 0,95$ ни топамиз ва арматуранинг кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_s = \frac{M_1 \cdot \gamma_0}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{6423,7 \cdot 0,95 \cdot (100)}{360 \cdot (100) \cdot 0,95 \cdot 6,5} = 2,75 \text{ см}^2 ;$$

Ўрта оралик ва ўрта қатордаги таянч устиларида: $M = 4714,4$ Н·м

$$A_0 = \frac{4714,4 \cdot 0,95 \cdot (100)}{0,9 \cdot 17 \cdot 100 \cdot 6,5^2 \cdot (100)} = 0,069 ;$$

2-иловадан $\eta = 0,964$ ни аниқлаймиз;

$$A_s = \frac{4714,4 \cdot 0,95 \cdot (100)}{360 \cdot (100) \cdot 0,964 \cdot 6,5} = 1,99 \text{ см}^2 ;$$

Иккинчи таянч устида: $M_b = 6857,3$ Н·м;

$$A_0 = \frac{6857,3 \cdot 0,95 \cdot (100)}{0,9 \cdot 17 \cdot 100 \cdot 6,5^2 \cdot (100)} = 0,101 ;$$

2-иловадан $\eta = 0,947$ ни аниқлаймиз;

$$A_s = \frac{6857,3 \cdot 0,95 \cdot (100)}{360 \cdot (100) \cdot 0,947 \cdot 6,5} = 2,94 \text{ см}^2$$

Ўрта оралик ва ўрта қатор таянчлар учун $C-1$ тўр танлаймиз. Талаб қилинган юза $A_s = 1,99 \text{ см}^2$. $\emptyset 5$ $Bp-I$ синфли сим арматуралардан фойдаланамиз. Битта $\emptyset 5$ лик арматуранинг юзасини 4-иловадан $A_s = 0,196 \text{ см}^2$ оламиз.

Демак, $\frac{1,99}{0,196} = 10,2 \approx 11$ та, $S = \frac{1000}{11} = 90,9 \approx 90 \text{ мм}$ ва тўрнинг маркази

$\frac{5 Bp - I - 90}{4 Bp - I - 150}$ унинг кўндаланг кесим юзаси $A_s = 2,16 \text{ см}^2 > 1,99 \text{ см}^2$.

Четки ораликларда ва биринчи оралик таянчда қўшимча тўр $C-2$ ўрнатилади. $A_s = 2,94 - 2,16 = 0,78 \text{ см}^2$. $\emptyset 3$ $Bp-I$ синфли сим арматуралардан фойдаланамиз. Битта $\emptyset 3$ лик сим арматуранинг юзасини 4-иловадан $A_s = 0,071 \text{ см}^2$ оламиз.

Демак, $\frac{0,78}{0,071} = 10,9 \approx 11$ та, $S = \frac{1000}{11} = 90,9 \approx 90 \text{ мм}$ ва тўрнинг маркази

$\frac{3 Bp - I - 90}{3 Bp - I - 100}$ унинг кўндаланг кесим юзаси $A_s = 0,781 \text{ см}^2 > 0,78 \text{ см}^2$ ни ташкил этади;

Қўшимча тўрнинг таянчга кирган қисми плитанинг иккинчи даражали тўсинлар оралиғидаги масофасининг $1/4$ улушига тенг.

Плита контур бўйлаб ўзи билан монолит бириккан тўсинлар билан ўралганлигини ҳисобга олсак, ўрта ораликларда ва ўрта қатор таянчларда эғувчи моментни 20 фоизга камайтириш мумкин. Бунинг натижасида арматура сарфини 20 фоизга камайтиришга рухсат этилади. Яъни $A_s=1,99-0,8=1,592 \text{ см}^2$; Ўрта қатор таянчларни ва ўрта ораликларни арматуралаш учун эғувчи момент камайтганини ҳисобга олиб $\frac{4 B p - I - 150}{5 B p - I - 110}$ маркали С-3 ва С-4 тўрларни танлаш мумкин. Унинг юзаси: $A_s=1,76 \text{ см}^2$; У ҳолда четки ораликларда $A_s=2,75 \text{ см}^2$ ва иккинчи таянч устида $A_s=2,94 \text{ см}^2$ бўлган ҳолда С-5, С-6 тўрларни танлаймиз $\frac{5 B p - I - 60}{5 B p - I - 100}$. Уларнинг ишчи арматуралари 5 мм дан ва кўндаланг кесим юзаси: $A_s=2,94 \text{ см}^2$ ни ташкил этади;

Плитани узлуксиз тўрлар билан арматуралаш варианты

Бўйлама арматура танлаш. Ўрта қатор таянчларда ва ўрта ораликларда:

$$h_0=h-a=8-1,2=6,8 \text{ см}$$

$$A_0 = \frac{4714 \cdot 4 \cdot 0,95 \cdot (100)}{17 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 6,8^2 \cdot (100)} = 0,063 ;$$

2-иловадан $\eta=0,968$ ни аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{4714 \cdot 4 \cdot 0,95 \cdot (100)}{360 \cdot (100) \cdot 0,968 \cdot 6,8} = 1,89 \text{ см}^2$$

Жадвалдан 10Ø5 Вр-I. $A_s=1,96 \text{ см}^2$ ни танлаймиз. Тўрнинг маркаси:

$$\frac{5 B p - I - 100}{5 B p - I - 150} ;$$

Биринчи оралик таянчда: $h_0=6,8 \text{ см}$; $A_s=1,55 \text{ см}^2$; Жадвалдан бир хил маркали 2 та тўр танлаймиз: асосий ва қўшимча, уларнинг умумий сони: 10Ø5 Вр-I, $A_s=3,92 \text{ см}^2$;

Изоҳ: Мисолда плитани 2 ҳил арматуралаш кўрсатилади. Талаба ўзига тегишлисини (V 2) га асосланиб танлаб олади.

2-расм. Монолит плитани арматуралаш: а – ҳисобий схема ва момент эпюраси; б – ўрамли тўрлар билан арматуралаш; в – текис тўрлар билан арматуралаш;

3. Иккинчи даражали тўсин ҳисоби

Иккинчи даражали тўсиннинг ҳисобий схемаси тенг тақсимланган юкламаларни қабул қилувчи кўп оралиқли узлуксиз тўсин каби бўлади.

Тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамлари 50х20 см (плитанинг ҳисобига қаралсин).

Ҳисобий оралиқни топиш учун бош тўсиннинг кўндаланг кесими ўлчамларини аниқлаб оламиз:

$$h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{15} \right) l = \frac{1}{10} \cdot 620 \approx 60 \text{ см} ;$$

$$b=(0,4 \div 0,5) h=0,5 \cdot 60=30 \text{ см}$$

Иккинчи даражали тўсиннинг ҳисобий оралиқлари:

ўрта оралиқлар: $l_{02}=l_2-b=6,8-0,3=6,5 \text{ см}$;

четки оралиқлар: $l_{01} = l_2 - a - \frac{b}{2} + \frac{B}{2} = 6,8 - 0,2 - \frac{0,3}{2} + \frac{0,25}{2} = 6,575 \text{ м} ;$

бу ерда: В - бош тўсиннинг деворга кирган қисми, $B=250 \text{ мм}$;

Юкламаларни ҳисоблаш

Иккинчи даражали тўсиннинг 1м узунлигига таъсир қиладиган юкламалар:

Доимий юкламалар:

Плита ва полнинг оғирлиги: $q = g \cdot \frac{l_1}{3} = (1440 + 2000 \cdot 1,1) \cdot \frac{6,2}{3} = 7522 \text{ Н/м}$; Кўндаланг кесими $42 \times 20 \text{ см}$ бўлган плитасиз тўсиннинг оғирлиги: $0,42 \cdot 0,2 \cdot 25000 \cdot 1,1 \text{ Н/м}$

Жами: 9832 Н/м

Бинонинг турига боғлиқ бўлган ишончилилик коэффицентини ҳисобга олсак:

$$g = 9832 \cdot 0,95 = 9340 \text{ Н/м};$$

Вақтинчалик юкламалар $\gamma_n = 0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда:

$$v = 18000 \cdot 2,07 \cdot 0,95 = 35340 \text{ Н/м};$$

Умумий юкламанинг миқдори: $g + v = 9340 + 35340 = 44680 \text{ Н/м}$;

Эгувчи моментларни кўп оралиқли тўсинларда зўриқишларни қайта тақсимлашни ҳисобга олган ҳолда аниқлаймиз.

Четки оралиқларда:

$$M = \frac{(g + v) l_{01}^2}{11} = \frac{44680 \cdot 6,575^2}{11} = 175595 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Ўрта оралиқ ва ўрта қатордаги таянч устиларида:

$$M_2 = M_0 = \frac{44680 \cdot 6,5^2}{16} = 117983 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Четдан иккинчи таянчда:

$$M_b = \frac{44680 \cdot 6,5^2}{11} = 171612 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Ўрта оралиқлардаги манфий моментлар вақтинчалик ва доимий юкламаларнинг нисбатига боғлиқ бўлади. Ҳисобий кесимда таянч усти арматурасини узиш жойида манфий момент $v/g \leq 3$ бўлса, биринчи оралиқ таянчдаги моментнинг 40% ига тенг қабул қилиш мумкин. Демак, ўрта оралиқдаги манфий момент

$$M = 0,4 \cdot M_2$$

бизнинг вариантда $\frac{v}{g} = \frac{35340}{9340} = 3,8$ яъни 3 дан катта бўлганлиги сабабли

$$M = 117983 \text{ Н} \cdot \text{м} \text{ бўлади.}$$

Кўндаланг кучлар:

Четки таянчда:

$$Q = 0,4(g + v)l_{02} = 0,4 \cdot 44680 \cdot 6,5 = 116168 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Биринчи оралиқ таянчнинг чап томонида:

$$Q = 0,6(g + v)l_{02} = 0,6 \cdot 44680 \cdot 6,5 = 174252 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Биринчи оралиқ таянчнинг ўнг томонида:

$$Q = 0,5(g + v)l_{01} = 0,5 \cdot 44680 \cdot 6,575 = 146886 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Бетон ва арматуранинг мустаҳкамлик характеристикалари

Плитадаги каби тўсинга ҳам $B30$ классдаги бетон қўллаймиз. Бўйлама арматура сифатида $A-III$ классдаги ($R_s = 365 \text{ МПа}$) пўлат стерженлар қўллаймиз. Кўндаланг арматура диаметрини пайвандланиш шартига мувофиқ аниқлаймиз.

Тўсиннинг кўндаланг кесим баландлигини аниқлаш.

Тўсин кесимининг баландлиги таянч моменти орқали аниқланади. Бунинг учун $\xi = 0,35$ деб қабул қилиниб 2-иловадан $A_0 = 0,289$ ни топамиз.

Таянчда момент манфий булганлиги учун тавр кесимининг токчаси чўзилувчи зонада бўлади. У ҳолда кесим қобурғанинг энини $b=20$ см бўлган тўғри бурчакли кесим каби ишлайди деб оламиз.

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{A_o \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{175595 \cdot (100)}{0,289 \cdot 17 \cdot 20 \cdot (100)}} = 42,3 \text{ см}$$

$h_0 = 42,3 + 3,5 = 45,8$ см карралиликка асосланиб, $h = 45$ см қабул қиламиз. У ҳолда $h_0 = 45 - 3,5 = 41,5$ см, $b = 20$ см. Ораликда кесим тавр шаклида бўлиб, сиқилувчи зона токчасининг ўзидан ўтган. Токчанинг ҳисобий эни агар $\frac{h'_f}{h} = \frac{8}{45} = 0,18 > 0,1$ бўлса, $b'_f = \frac{l_1}{3} = \frac{620}{3} = 207$ см деб олинади.

Иккинчи далажали тўсинни нормал кесимлар бўйича ҳисоблаш

Биринчи ораликда: $M = 175595$ Н·м;

$$A_o = \frac{M \cdot \gamma_n}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{175595 \cdot 0,95 \cdot (100)}{17 \cdot 207 \cdot 41,5^2 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,031$$

2-иловадан $\eta = 0,985$, $\xi = 0,031$ эканлигини аниқлаймиз.

У ҳолда $x = \xi \cdot h_0 = 0,031 \cdot 41,5 = 1,29$ см $< h'_f = 8$ см

демак, нейтрал ўқ токчанинг ўзидан ўтади.

$$A_s = \frac{175595 \cdot 0,95 \cdot (100)}{365 \cdot (100) \cdot 0,985 \cdot 41,5} = 11,18 \text{ см}^2$$

Иккита каркас учун 4-иловадан 2Ø28 А-III арматура қабул қиламиз. Уларнинг юзаси $A_s=12,32 \text{ см}^2$;

Ўрта оралиқларда: $M = 117983$ Н·м;

$$A_o = \frac{117983 \cdot 0,95 \cdot (100)}{17 \cdot 207 \cdot 41,5^2 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,021 ;$$

2-иловадан $\eta = 0,99$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{117983 \cdot 0,95 \cdot (100)}{365 \cdot (100) \cdot 0,99 \cdot 41,5} = 7,47 \text{ см}^2 ;$$

Иккита каркас учун 4-иловадан 2Ø22 А-III $A_s=7,60 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Иккита таянчда: $M_b = 171612$ Н·м;

$$A_o = \frac{171612 \cdot 0,95 \cdot (100)}{20 \cdot 41,5^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,309 ;$$

2-иловадан $\eta = 0,81$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{171612 \cdot 0,95 \cdot (100)}{365 \cdot (100) \cdot 0,81 \cdot 41,5} = 13,29 \text{ см}^2 ;$$

Иккинчи даражали тўсинларнинг таянч устидаги чўзилувчи арматура сифатида шу тўсинлар ўқлари орасида жойлашган таянч усти тўрларининг ишчи стерженлари хизмат қилади. Шунинг учун иккита кўндаланг ишчи арматурали С-7

тўрлари қабул қиламиз. Уларнинг юзаси: $A_s = \frac{13,29}{2 \cdot 2,07} = 3,22 \text{ см}^2 ;$

Тўрнинг маркаси: $\frac{5 B_p - I - 100}{5 B_p - I - 50} ; A_s = 3,332 \text{ см}^2 ;$

Ўрта қатор таянчлари устида: $M_0 = 117983 \quad H \cdot m$;

$$A_0 = \frac{117983 \cdot 0,95 \cdot (100)}{20 \cdot 41,5^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,213 ;$$

2-иловадан $\eta = 0,879$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{117983 \cdot 0,95 \cdot (100)}{365 \cdot (100) \cdot 0,879 \cdot 41,5} = 8,42 \quad cm^2$$

Кўндаланг ишчи арматураси бўлган иккита С-8 ўрамли тўр танлаймиз.

Уларнинг юзаси: $A_s = \frac{8,42}{2 \cdot 2,07} = 2,04 \quad cm^2$; Тўрнинг маркаси $\frac{4 Bp - I - 150}{5 Bp - I - 90}$, $A_s = 2,16 \quad cm^2$

Иккинчи даражали тўсиннинг қия кесимлар бўйича мустаҳкамлигини ҳисоблаш

Q=174252 Н;

Кўндаланг арматуранинг диаметри бўйлама арматураларга пайвандлана олиш шартига асосан танланади. Бўйлама арматура $d=28 \text{ мм}$ бўлгани учун, пайвандланиш шартига асосан кўндаланг арматурани $d_{sw}=8 \text{ мм}$ қабул қитламиз. 3-иловадан $R_{sw}=285 \text{ МПа}$ ва 4-иловадан Ø8 лик арматуранинг юзаси $A_{sw}=0,503 \text{ см}^2$ ларни танлаймиз. Каркасларнинг сони иккита бўлганлиги сабабли уларнинг умумий юзаси: $A_{sw}=2 \cdot 0,503=1,01 \text{ см}^2$;

Кўндаланг арматураларнинг қадами конструктив шартлар орқали аниқланади. $S = \frac{h}{2} = \frac{45}{2} = 22,5 \text{ см}$. Лекин 15 см дан ошмаслиги керак. Шунинг учун барча таянч яқинидаги участкаларда $S=15 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. Конструктив талабларга биноан тўсинларда $h>450 \text{ мм}$ бўлганда кўндаланг арматуралар $\frac{h}{3} \geq S \leq 500$ қадам билан таянчдан энг яқин тўпланган кучга қўйилади.

Ўрта қисмида эса: $S = (\frac{3}{4})h = \frac{3}{4} \cdot 45 = 37,5 \text{ см}$; Кўндаланг арматураларни зўриқишини

аниқлаймиз: $q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 1,01 \cdot (100)}{15} = 1919 \quad H / cm$;

Сиқилувчи кесим токчасининг таъсири:

$$\varphi_f = \frac{0,75 \cdot (3h' f) \cdot h' f}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 8}{20 \cdot 41,5} = 0,17 < 0,5 ;$$

$$Q_{b \min} = \varphi_{b_3} (1 + \varphi_f) R_{bt} \cdot \gamma_{b_2} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot (1 + 0,17) \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 41,5 \cdot (100) = 62927 \quad H ;$$

$$q_{sw} = 1919 \quad H / cm > \frac{Q_{b \min}}{2 h_0} = \frac{62927}{2 \cdot 41,5} = 758 \quad H / cm ;$$

шарт қаноатлантирилди.

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b_4} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b_2} \cdot b \cdot h_0^2}{Q_{\max}} = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 41,5^2 \cdot (100)}{174252} = 32 \quad cm > S = 15 \quad cm$$

Мустаҳкамликни ҳисоблаш учун қуйидаги параметрларни аниқлаймиз:

$$M_b = \varphi_{b_2} (1 + \varphi_f) R_{bt} \cdot \gamma_{b_2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot (1 + 0,17) \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 41,5^2 \cdot (100) = 8704940 \quad H \cdot cm ;$$

$$q_1 = g + \frac{v}{2} = 9,340 + \frac{35,340}{2} = 27,01 \quad kH / m = 270,1 \quad H / cm < 0,56 q_{sw} = 0,56 \cdot 1919 = 1075 \quad H / cm$$

бўлганлиги сабабли * С масофани қуйидаги формула билан ҳисоблаймиз:

$$C = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{8704940}{270,1}} = 179,5 \text{ см} > 3,33 h_0 = 3,33 \cdot 41,5 = 138,2 \text{ см} ;$$

$C = 138,2 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. У ҳолда:

$$* \quad q_1 > 0,56 q_{sw} \text{ бўлса, } C = \sqrt{\frac{M_b}{q_1 + q_{sw}}} \text{ деб олинади}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{C} = \frac{8704940}{138,2} = 62990 \text{ Н} > Q_{b \min} = 62927 \text{ Н} ;$$

Агарда ушбу шарт бажарилмаса кўндаланг арматуралар сонини ёки диаметрини шунингдек бетон классини ошириш ҳам мумкин.

Қия кесимнинг устки қисмидаги кўндаланг куч:

$$Q = Q_{\max} - q_1 C = 174252 - 270,1 \cdot 138,2 = 136924 \text{ Н} ;$$

Ҳисобий қия кесим проекциясининг узунлиги:

$$C_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{8704940}{1919}} = 67,4 \text{ см} > 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 41,5 = 83 \text{ см} ;$$

$$C_0 = 67,4 \text{ см қабул қиламиз. } Q_{sw} = q_{sw} \cdot C_0 = 1919 \cdot 67,4 = 129341 \text{ Н}$$

Мустаҳкамлик шarti: $Q_b + Q_{sw} = 62990 + 129341 = 192331 \text{ Н} > 136924 \text{ Н}$; таъминланди.

Сиқилувчи қия йўл бўйича текшириш:

$$\mu = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{1,01}{20 \cdot 15} = 0,0034 ; \quad \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{29000} = 6,93 ;$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha \cdot \mu = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,0034 = 1,12 ;$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,847 ;$$

$$Q = 174252 \text{ Н} < 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h = 0,3 \cdot 1,12 \cdot 0,847 \cdot 17 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 41,5 \cdot (100) = 361403 \text{ Н} ;$$

шарт қаноатлантирилди.

3-расм

4. Бош тўсин ҳисоби

Бош тўсиннинг ҳисобий схемаси уч оралиқли, иккинчи даражали тўсин орқали юкламаларни тўпланган юклама сифатида қабул қиладиган узлуксиз тўсиндан иборат бўлиб, унинг юк майдони $l_2 \times l_1 / 3 = 6,8 \times 2,07 = 14,1 \text{ м}^2$ га тенг.

Бош тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамлари $60 \times 30 \text{ см}$ (иккинчи даражали тўсиннинг ҳисобига қаралсин).

Юкламаларни ҳисоблаш

Доимий юкламалар:

$$G = G_{nl} + G_{udm} + G_{bm} = (1440 + 1,1 \cdot 2000) \cdot 6,8 \cdot 2,07 + 0,37 \cdot 0,2 \cdot 25000 \cdot 1,1 \cdot 6,8 +$$

$$+ 0,52 \cdot 0,3 \cdot 25000 \cdot 1,1 = 69266 \text{ Н} = 69,27 \text{ кН}$$

бу ерда:

G_{nl} – плита ва полнинг оғирлиги, Н;

G_{udm} – иккинчи даражали тўсиннинг оғирлигидан ҳосил бўлган таянч реакцияси, Н;
 $G_{от}$ – бош тўсиннинг 2,07 м масофадаги (иккинчи даражали тўсинлар орасидаги масофа) оғирлиги, Н;

Вақтинчалик юклама:

$$v = 18000 \cdot 6,8 \cdot 2,07 = 252960 \text{ Н} = 252,96 \text{ кН};$$

Тўсин кесимларидаги зўриқишларни аниқлаш

Эгувчи моментлар:

Биринчи ораликда $x=0,33l$ -масофада 1-юкланиш схемаси бўйича

$$M_{1 \max} = (0,244 \cdot 69,27 + 0,289 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = 558,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Шу ораликда 2-схема бўйича

$$M_{1 \min} = (0,244 \cdot 69,27 - 0,044 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = 35,78 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Иккинчи ораликда $x=1,33 l$ масофада ва 2-юкланиш схемаси бўйича

$$M_{2 \max} = (0,067 \cdot 69,27 + 0,2 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = 342,45 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Шу ораликда 1-юкланиш схемаси бўйича

$$M_{2 \min} = (0,067 \cdot 69,27 - 0,133 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = -179,82 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Иккинчи таянч устида $x = l$ бўлганда ва 3-юкланиш схемаси бўйича

$$M_{b \max} = (-0,267 \cdot 69,27 - 0,311 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = -602,43 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Шу таянчда 1 ва 2 юкланиш схемалари бўйича:

$$M_b = (-0,267 \cdot 69,27 - 0,133 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = -323,26 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Шу таянчда 4-юкланиш схемаси бўйича

$$M_{b \min} = (-0,267 \cdot 69,27 + 0,44 \cdot 252,96) \cdot 6,2 = -575,41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Кўндаланг кучлар:

1-юкланиш схемаси бўйича

$$Q_{A \max} = 0,733 \cdot 69,27 + 0,866 \cdot 252,96 = 269,84 \text{ кН}$$

$$Q_{b_1} = -1,267 \cdot 69,27 - 1,33 \cdot 252,96 = -424,2 \text{ кН}$$

$$Q_{b_2} = 69,27 \text{ кН}$$

2-юкланиш схемаси бўйича:

$$Q_A = 0,733 \cdot 69,27 - 0,133 \cdot 252,96 = 17,13 \text{ кН}$$

$$Q_{b_1} = -1,267 \cdot 69,27 - 0,133 \cdot 252,96 = -121,41 \text{ кН}$$

$$Q_{b_2} = 69,27 + 252,96 = 322,23 \text{ кН}$$

бу ерда: Q_{b_1} -таянчнинг чап томонида; Q_{b_2} -таянчнинг ўнг томонида;

3-юкланиш схемаси бўйича:

$$Q_A = 0,733 \cdot 69,27 + 0,689 \cdot 252,96 = 225,07 \text{ кН}$$

$$Q_{b_1} = -1,267 \cdot 69,27 - 1,311 \cdot 252,96 = -419,4 \text{ кН}$$

$$Q_{b_2} = 1 \cdot 69,27 + 1,22 \cdot 252,96 = 377,88 \text{ кН}$$

Бош тўсинни ҳисоблашда пластик деформацияларнинг ривожланиши натижасида вужудга келадиган моментларнинг қайта тақсимланишини ҳисобга оламиз. Тенглаштирилган момент эпюраси сифатида 1 ва 2 юкламалар схемаси бўйича қурилган момент эпюраларини қабул қиламиз. Ушбу эпюраларда 1 ва 2 ораликда максимал моментлар $M_{1 \max}$ ва $M_{2 \max}$ ҳосил бўлади.

Таянчдаги ҳисобий момент деб устун четидаги моментни қабул қиламиз. (устуннинг кўндаланг кесим эни $b_c=40$ см) ва уни қуйидагича аниқлаймиз.

$$M_b^1 = M_{sc} = M_{on} - Q \frac{b_c}{2} = -323,26 + \frac{69,27 \cdot 0,4}{2} = -309,41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Тўсинни 3-юкланиш схемаси бўйича ҳисобланганда устун четидаги В таянчдаги ҳисобий момент:

$$M_b^1 = -602,43 + \frac{377,88 \cdot 0,4}{2} = -526,85 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Моментларни тенглаштиришда таянч четидаги моментларнинг камайиши:

$$\left[\frac{(223,8 - 148,8)}{223,8} \right] \cdot 100 = 41,3 \%$$

ни ташкил қилади. Бу эса тавсия қилинган 30 % дан кўпдир. Шунинг учун устун четидаги таянч моменти $M_b^1 = -526,85 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ни 30% га камайитириб (агар 30 % дан кичик бўлса 0,7 коэффиценти 1 га тенг деб олинади), яъни $M_b = -0,7 \cdot 526,85 = -368,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ни таянч моменти сифатида қабул қиламиз. Оралик моменти эса $M_{1\max} = 558,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ва $M_{2\max} = 342,45 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Тўсинни нормал кесимлар бўйича ҳисоби

Бош тўсинга бўйлама арматура сифатида А-III ($R_s=365 \text{ МПа}$) кўндаланг арматура сифатида А-I ($R_{sw}=175 \text{ МПа}$) классдаги пўлатларни қабул қиламиз. Бош тўсинга ҳам иккинчи даражали тўсиндаги каби В30 классдаги бетон қўлланилади.

Таянч моменти $M_b=-368,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$ орқали бош тўсиннинг кўндаланг кесими ўлчамларини текшираемиз. Бунинг учун иккинчи даражали тўсиндагидек $\xi=0,35$, $r_o=1,8$ деб қабул қиламиз.

$$h_0 \geq 1,8 \sqrt{\frac{M \cdot \gamma_n}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b}} = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{0,95 \cdot 368,8 \cdot 10^5}{17 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 30}} = 49,7 \text{ см};$$

Бу миқдор аввалги қабул қилинган $h_0 = 60 - 6 = 54 \text{ см}$ дан кам бўлгани учун шартни қаноатлантиради. Ораликдаги арматураларни тавр кесимлари учун қўлланиладиган формулалардан фойдаланиб ҳисоблаймиз. Таянчлардагини эса тўғри тўртбурчакли кесимлар каби ҳисобланади. η ва ξ каби параметрлар 2-иловадан қабул қилинади.

Четки ораликларда $M_1=558,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$ тавр кесими токчасининг эни:

$b_f' = \left(\frac{680}{6}\right) \cdot 2 + 30 = 257 \text{ см}; h_o=60-4,5=55,5 \text{ см}$ арматура икки қатор қўйилади. Энди сиқилувчи зона чегарасини аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} M \cdot \gamma_n &\leq \gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f' \cdot h_f' (h_0 - 0,5 \cdot h_f') \\ 55805000 \cdot 0,95 &\leq 0,9 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 257 \cdot 8 \cdot (55,5 - 0,5 \cdot 8) \\ 53014750 \text{ Н} \cdot \text{см} &< 162002520 \text{ Н} \cdot \text{см} \end{aligned}$$

Шарт қаноатлантирилди, демак сиқилувчи зонанинг чегараси тавр кесимининг токчасидан ўтади. Шунинг учун кесимни тўғри тўртбурчак кесим каби ҳисоблаймиз.

$$A_0 = \frac{55805000 \cdot 0,95}{257 \cdot 55,5^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,043;$$

2-иловадан $\eta=0,978$, $\xi=0,044$ ни топамиз ва чўзилувчи арматуранинг кўндаланг кесими юзасини ҳисоблаймиз:

$$A_s = \frac{55805000 \cdot 0,95}{365 \cdot (100) \cdot 0,978 \cdot 55,5} = 26,76 \text{ см}^2$$

4-иловадан 4Ø22 А-III ва 2Ø28 А-III, уларнинг юзаси $A_s=15,20+12,32=27,52 \text{ см}^2$ (К-3 ва К-4 каркаслар)ни танлаймиз.

Ўрта қатор оралиқда: $M_2=342,45 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

$$A_0 = \frac{34245000 \cdot 0,95}{257 \cdot 55,5^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,027$$

2-иловадан $\eta=0,987$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{34245000 \cdot 0,95}{365 \cdot (100) \cdot 0,987 \cdot 55,5} = 16,27 \text{ см}^2 ;$$

Унификация шартларини ҳисобга олиб, иккита (К-5) каркас танлаймиз. Уларнинг ҳар бирида 2Ø25 А-III ҳаммаси бўлиб 4Ø25 А-III унинг юзаси $A_s=19,63 \text{ см}^2$.

Тўсиннинг юқори қисмидаги арматурани $M_{2 \min} = 179,82 \text{ кН} \cdot \text{м}$ бўйича аниқлаймиз.

$$A_0 = \frac{17982000 \cdot 0,95}{30 \cdot 55,5^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,014$$

2-иловадан $\eta=0,993$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{17982000 \cdot 0,95}{365 \cdot (100) \cdot 0,993 \cdot 55,5} = 8,49 \text{ см}^2$$

4-иловадан 2Ø25 А-III унинг юзаси $A_s=9,82 \text{ см}^2$ (К-5 каркас учун) ни танлаймиз. В таянчга арматура танлаймиз. $M_b = -368,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Кесим тўғри тўртбурчак шаклида ўлчамлари $60 \times 30 \text{ см}$, $h_0=60-6=54 \text{ см}$.

$$A_0 = \frac{36880000 \cdot 0,95}{30 \cdot 54^2 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9} = 0,262$$

2-иловадан $\eta=0,845$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{36880000 \cdot 0,95}{365 \cdot (100) \cdot 0,845 \cdot 54} = 21,04 \text{ см}^2$$

4-иловадан 2Ø32 А-III ва 2Ø18 А-III унинг юзаси $A_s=16,08+5,09=21,17 \text{ см}^2$ (К-6 ва К-7 каркаслар учун)

Бош тўсиннинг қия кесимлар бўйича мустаҳкамлигини ҳисоблаш

А таянчдаги кўндаланг куч $Q_A=269,84 \text{ кН}$

Кўндаланг арматуранинг диаметри бўйлама арматураларга пайвандлана олиш шартига асосан танланади. Бўйлама арматура $d=32 \text{ мм}$ бўлгани учун, пайвандланиш шартига асосан кўндаланг арматурани $d_{sw}=8 \text{ мм}$ қабул қитлаимиз. 3-иловадан $R_{sw}=285 \text{ МПа}$ ва 4-иловадан Ø8 лик арматуранинг юзаси $A_{sw}=0,503 \text{ см}^2$ ларни танлаймиз. Каркасларнинг сони тўртта бўлганлиги сабабли уларнинг умумий юзаси: $A_{sw}=4 \cdot 0,503=2,02 \text{ см}^2$.

Кўндаланг арматураларнинг қадами конструктив шартлар орқали аниқланади. Конструктив шартларга кўра $S \leq \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ см}$ ва $S \leq 50 \text{ см}$.

Конструктив талабларга биноан тўсинларда $h > 450 \text{ мм}$ бўлганда кўндаланг арматуралар $\frac{h}{3} \geq S \leq 500$ қадам билан таянчдан энг яқин тўпланган кучга қўйилади.

Бизнинг мисолимизда тўпланган кучлар нисбатан кўпроқ (яъни ҳар 2,07 метрда)

бўлгани учун каркасининг бутун узунлиги бўйлаб ўзгармас қадам $S=20$ см деб қабул қиламиз. Пайвандланган тўрларда таянч моментини қабул қилиш учун худди шундай $d_{sw}=8$ мм ли арматурани $S=20$ см қадам билан ўрнатамиз. Кўндаланг арматуралардаги зўриқишни аниқлаймиз:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 2,02 \cdot (100)}{20} = 2878,5 \text{ Н / см} ;$$

Сиқилувчи кесим токчасининг таъсири:

$$\varphi_f = \frac{0,75 \cdot (3h_f') \cdot h_f'}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 8}{30 \cdot 55,5} = 0,086 < 0,5$$

$$Q_{b \min} = \varphi_{b_3} (1 + \varphi_f) R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot (1 + 0,086) \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 55,5 \cdot (100) = 78113 \text{ Н} ;$$

$$q_{sw} = 2878,5 \text{ Н / см} > \frac{Q_{b \min}}{2 h_0} = \frac{78113}{2 \cdot 55,5} = 704 \text{ Н / см} ;$$

шарт қаноатлантирилди.

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b_4} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2}{Q_{\max}} = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 55,5^2 \cdot (100)}{269840} = 37 \text{ см} > S = 20 \text{ см}$$

Мустаҳкамликни ҳисоблаш учун қуйидаги параметрларни аниқлаймиз:

$$M_b = \varphi_{b_2} (1 + \varphi_f) R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot (1 + 0,086) \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 55,5^2 \cdot (100) = 14451054 \text{ Н} \cdot \text{см} ;$$

$$q_1 = g + \frac{v}{2} = 69,27 + \frac{18 \cdot 6,8}{2} = 130,47 \text{ кН / м} = 1304,7 \text{ Н / см} < 0,56 q_{sw} = 0,56 \cdot 2878,5 = 1611,96 \text{ Н / см}$$

бўлганлиги сабабли *C масофани қуйидаги формула билан ҳисоблаймиз:

$$C = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{14451054}{1304,7}} = 105,2 \text{ см} < 3,33 h_0 = 3,33 \cdot 55,5 = 184,8 \text{ см} ;$$

$C = 105,2$ см деб қабул қиламиз. У ҳолда:

$$* \quad q_1 > 0,56 q_{sw} \text{ бўлса, } C = \sqrt{\frac{M_b}{q_1 + q_{sw}}} \text{ деб олинади}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{C} = \frac{14451054}{105,2} = 137367 \text{ Н} > Q_{b \min} = 78113 \text{ Н} ;$$

Қия кесимнинг устки қисмидаги кўндаланг куч:

$$Q = Q_{\max} - q_1 C = 269840 - 1304,7 \cdot 105,2 = 132586 \text{ Н} ;$$

Ҳисобий қия кесим проекциясининг узунлиги:

$$C_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{14451054}{2878,5}} = 70,9 \text{ см} > 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 55,5 = 111 \text{ см} ;$$

$$C_0 = 70,9 \text{ см қабул қиламиз. } Q_{sw} = q_{sw} \cdot C_0 = 2875,5 \cdot 70,9 = 203954 \text{ Н}$$

А таянч учун мустаҳкамлик шarti:

$$Q_b + Q_{sw} = 137367 + 203954 = 341321 \text{ Н} > Q = 132586 \text{ Н}$$

таъминланди.

В таянч учун кўндаланг куч $Q_b=419,4$ кН. В таянчда токча чўзиловчи зонада жойлашган, шунинг учун $\varphi_f = 0$ ва $\varphi_n = 0$. У ҳолда:

$$M_b = 2 R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,2 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 54^2 = 18895680 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

$$C = \frac{18895680}{0,5 \cdot 419400} = 90,1 \text{ см} > 2 \cdot h_0 = 108 \text{ см}; C=90,1 \text{ см қабул қиламиз.}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{C} = \frac{18895680}{90,1} = 209719 \text{ Н}$$

Кўндаланг арматуралар қабул қиладиган кўндаланг куч:

$$Q_{sw} = Q - Q_b = 419,4 - 209,72 = 209,68 \text{ кН}$$

$$q_{sw} = \frac{Q_{sw}}{C} = \frac{209680}{108} = 2327,2 \text{ Н / см}$$

Диаметри 8 мм бўлган А-I классдаги кўндаланг арматура танлаймиз: $A_s=0,503 \text{ см}^2$.

Каркаслар сони тўртта, шунинг учун: $A_{sw}=4 \cdot A_s=4 \cdot 0,503=2,012 \text{ см}^2$;

Кўндаланг стерженлар қадами: $s = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{175 \cdot (100) \cdot 2,012}{2327,2} = 15,2 \text{ см} < \frac{h}{3} = 20 \text{ см};$

Шунинг учун $S=15 \text{ см}$ танлаймиз. Қия дарзлар ораликдаги сиқилувчи кесимни текширамыз. Кўндаланг арматуралаш коэффициенти: $\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot S} = \frac{2,012}{30 \cdot 15} = 0,0045$;

Қуйидаги коэффициентларни ҳисоблаймиз:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{2,9 \cdot 10^4} = 6,9$$

$$\varphi_{w_1} = 1 + 5\alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,0045 = 1,15$$

$$\varphi_{b_1} = 1 - \beta \cdot R_b \cdot \gamma_{b_2} = 1 - 0,01 \cdot 17 \cdot 0,9 = 0,847$$

$$Q = 419400 \text{ Н} < 0,3 \cdot \varphi_{w_1} \cdot \varphi_{b_1} \cdot R_b \cdot \gamma_{b_2} \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot (1 + 0,15) \cdot 0,847 \cdot 17 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 54 = 724284 \text{ Н}$$

шарт қаноатлантирилди.

5. Таянч каркасларнинг узилиш жойлари.

Момент эпюрасига асосан арматураларнинг ҳисоб бўйича нокерак қисмлари узиб ташланади. Бунинг учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$W \geq \frac{Q}{2q_{sw}} + 5d \geq 20d;$$

В таянчда момент бўйича танланган арматуралар: 2Ø32 А-III ва 2Ø18 А-III $A_s=16,08+5,09=21,17 \text{ см}^2$;

Момент эпюрасига асосан таянч усти арматурасини ораликдаги узилиш жойини топамиз. Ораликнинг иккита участкасида 2 тадан 2Ø18 А-III, $A_s=5,09 \text{ см}^2$. Иккита 2Ø18 А-III арматурани узилгандан кейин сиқилувчи зонанинг баландлиги:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{\gamma_{b_2} \cdot R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 5,09}{0,9 \cdot 17 \cdot 30} = 4,05 \text{ см};$$

қолган 2Ø32 А-III, $A_s=16,08 \text{ см}^2$ арматурали кесимнинг қабул қиладиган моменти:

$$M = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x) = 365 \cdot (100) \cdot 16,08 \cdot (54 - 0,5 \cdot 4,05) = 30505167 \text{ Н} \cdot \text{см} = 305,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Таянч устидаги қолган 2Ø32 А-III арматурани узишда биринчи ораликнинг юқори қисмида 2Ø12 А-III, $A_s=2,26 \text{ см}^2$ арматура қолди, ваҳоланки бу арматура ҳам манфий моментни қабул қилиши мумкин:

$$M = 365 \cdot (100) \cdot 2,26 \cdot (55,5 - 0,5 \cdot 4,05) = 4411153 \text{ Н} \cdot \text{см} = 44,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Биринчи каркас (К-6) нинг узилишини аниқлаймиз:

$$W_1 = \frac{Q \cdot \gamma_n}{2 \cdot q_{sw}} + 5d = \frac{419400 \cdot 0,95}{2 \cdot 2327,2} + 5 \cdot 3,2 = 101,6 \text{ см}$$

Конструктив талабларга биноан: $W \geq 20d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}$; $W=101,6 \text{ см}$ бўлгани учун К-6 ва К-7 каркасларда $S = 100 \text{ мм}$ қабул қиламиз. У ҳолда:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = 175 \cdot (100) \cdot \frac{2 \cdot 0,503}{10} = 1760 \text{ Н / см}$$

Таянчда яна иккита К-3, К-6 ва К-7 каркас бор.

К-3 да: $S=15 \text{ см}$;

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = 175 \cdot (100) \cdot \frac{2 \cdot 0,503}{15} = 1174 \text{ Н / см}$$

К-6 да К-7 да: $q_{sw} = 1760 \text{ Н / см}$; Ҳаммаси бўлиб: $q_{sw} = 1760 + 1174 = 2934 \text{ Н / см}$; К-6 каркас учун:

$$W_1 = \frac{419400 \cdot 0,95}{2 \cdot 2934} + 5 \cdot 3,2 = 84 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}$$

$W_1=84 \text{ см}$ қабул қиламиз.

В таянчдан чапдаги иккинчи К-7 каркасининг узилиши: $q_{sw} = 1174 + 880 = 2054 \text{ Н / см}$;

$$W_2 = \frac{419400 \cdot 0,95}{2 \cdot 2054} + 5 \cdot 1,8 = 106 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 1,8 = 36 \text{ см}$$

$W_2=106 \text{ см}$ қабул қиламиз.

К-7 каркасининг В таянчдан ўнг томондаги узилиши:

$$W_3 = \frac{377880 \cdot 0,95}{2 \cdot 2934} + 5 \cdot 1,8 = 70 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 1,8 = 36 \text{ см};$$

Демак, $W_3=70 \text{ см}$ қабул қиламиз.

В таянчдан ўнг томондаги иккинчи К-6 каркасининг узилиш масофаси:

$$W_4 = \frac{377880 \cdot 0,95}{2 \cdot 2054} + 5 \cdot 3,2 = 103 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}$$

$W_4=103 \text{ см}$ қабул қиламиз.

А таянчнинг ўнг томонидаги оралиқдаги К-4 каркасни узиш жойида иккита К-3 каркас бор:

К-3 да: $S=15 \text{ см}$, ($q_{sw}=1174 \text{ Н/см}$);

$$W_5 = \frac{269840 \cdot 0,95}{2 \cdot 1761} + 5 \cdot 2,2 = 84 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 2,2 = 44 \text{ см}$$

$W_5=84 \text{ см}$ қабул қиламиз.

К-4 каркасни оралиқнинг ўнг томонида узилиш жойини аниқлаймиз. Оралиқда иккита К-3 ва битта К-7 каркас бор:

$$W_6 = \frac{424200 \cdot 0,95}{2 \cdot 2934} + 5 \cdot 2,2 = 80 \text{ см} > 20d = 20 \cdot 2,2 = 44 \text{ см}$$

$W_6=80 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Энди иккинчи даражали тўсин бириккан жойлардаги арматура тўрларини кесим юзасини топамиз. Иккинчи даражали тўсиннинг таянч реакциялари

$$P=G+v=69,27+252,96=322,23 \text{ кН};$$

Вертикал А-I классдаги стерженларнинг кўндаланг кесим юзаси:

$$A_s = \frac{P}{R_s} = \frac{322230 \cdot 0,95}{225 \cdot (100)} = 13,61 \text{ см}^2$$

Вертикал арматуранинг ишини ҳисобга оладиган зонанинг узунлиги:

$$S = 2h_1 + 3b = 2 \cdot 15 + 3 \cdot 20 = 90 \text{ см} ;$$

бу ерда: $h_1 = h_{\text{б.м.}} - h_{\text{удм}} = 60 - 45 = 15 \text{ см}$; Бу зонада $10\emptyset 10 \text{ А-I}$ $A_s = 7,85 \text{ см}^2$ арматура жойлаштирилган. Тўрттадан стерженга эга бўлган С-9 маркали иккита тўр танлаймиз.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Э. Железобетонные конструкции. Общий курс.
2. Курилиш меъёрлари ва қоидалари (ҚМҚ 2.03.01-96) «Бетон ва темир бетон конструкциялар»
3. А.П.Мандриков. "Примеры расчёта железобетонных конструкций". М.Стройиздат. 1989.
4. «Бетон ва арматура ишлари» Умрзаков Э. Фаргона «Техника» 2002й