

Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус
таълим вазирлиги

Наманган муҳандислик-педагогика институти

“Қурилиш” факультети

“Бино ва иншоотлар қурилиши” кафедраси

“Қурилиш конструкциялари” фанидан

Курс лойиҳаси

Бажарди:

27-ҚМБКИЧ-11 гуруҳ талабаси
А.Мамадалиев

Қабул қилди:

асс. Р.Мавлонов

Наманган 2014 йил

Кўп қаватли каркасли бинонинг ораёпма конструкцияларини ҳисоблаш

1. Лойиҳалаш учун умумий маълумотлар

Тўрт қаватли, устун тўри $5,4 \times 5,8$ м ва режадаги ўлчамлари $16,2 \times 58$ м бўлган каркасли бинонинг қаватлари баландлиги – $3,2$ м. Вақтинчалик юкламанинг меъёрий қиймати $v=6000$ $H/м^2$, шундан -1800 $H/м^2$ (яъни 30% и) қисқа муддатли юклама. Бинонинг тури бўйича ишончлилик коэффиценти $\gamma_n=0,95$. Қурилиш жойи Бухоро шаҳри қор юкламаси бўйича I районга мансуб.

2. Йиғма ораёпма конструктив схемасининг компоновкаси

Кўндаланг рама ригеллари уч сакрамли четки ва ўрта устунлар билан таянчда бикр бирлаштирилган. Саноат биноси бўлгани учун ораёпма плитаси қобурғали бўлиб олдиндан зўриктирилган (Жамоат биноларида кўп бўшлиқли ораёпмалар қўлланилади). Плитанинг энини 1400 мм қабул қиламиз; боғловчи плиталар устун қатори бўйича жойлашади; четки девор олди плиталари ригелга ва четки устунларга ўрнатилган махсус пўлат таянчларга тиралади.

Бўйлама йўналишда бинонинг бикрлигини устун қатор оралиғидан бирига ўрнатилган вертикал боғловчилар таъминлайди. Кўндаланг йўналишда ҳам бинонинг бикрлиги боғловчилар системаси ёрдамида таъминланади. Шамол юкламаси горизонтал бикр диск сингари ишлаётган ораёпма орқали, вертикал боғловчи диафрагма вазифасини бажарувчи четки деворларга узатилади.

3. Қобурғали плитани биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш **Ҳисобий сакрам ва юкламалар**

Плитанинг ҳисобий оралиғини аниқлаш учун ригелнинг кўндаланг кесим ўлчамларини олдиндан белгилаймиз:

$$h = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{20} \right) l = \frac{1}{11} \cdot 540 = 49,1 \approx 50 \text{ см},$$

$$b = (0,3 \div 0,5) h = 0,45 \cdot 50 = 22,5 \approx 20 \text{ см}$$

Плита ригел устига тиралгандаги ҳисобий оралик:

$$l_0 = l - \frac{b}{2} = 580 - \frac{20}{2} = 570 \text{ см} \approx 5,7 \text{ м}$$

Ораёпманинг 1 м^2 юзасига тўғри келадиган юкламалар ҳисоби 1-жадвалда келтирилган.

1 м² ораёпма учун меъерий ва ҳисобий юкламалар

| Юкламалар тури | Меъерий юклама Н/м ² | Юклама бўйича ишончилилик коэффициенти | Ҳисобий юклама Н/м ² |
|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| Доимий: Қобурғали плитадан | 2500 | 1,1 | 2750 |
| Цемент коришмали қатламдан δ=20 мм (ρ=2200 кг/м ³) | 440 | 1,3 | 570 |
| Сопол плиткалар δ=13 мм (ρ=1800 кг/м ³) | 240 | 1,1 | 264 |
| Ж а м и | 3180 | | 3584 |
| Вактинчалик: <i>шу жумладан:</i> | 6000 | 1,2 | 7200 |
| узоқ муддатли: | 4200 | 1,2 | 5040 |
| киска муддатли: | 1800 | 1,2 | 2160 |
| Тўла юклама: <i>шу жумладан:</i> | 9180 | | 10784 |
| доимий (3180) ва узоқ муддатли (4200) | 7380 | | - |
| киска муддатли (1800) | 1800 | | - |

Эни 1,4 м бўлган плитанинг 1 м узунлигига тушаётган ҳисобий юклама (бинонинг тури бўйича ишончилилик коэффициенти $\gamma_n=0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда)

$$\text{доимий} \quad g=3,584 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 4,76 \text{ кН/м}$$

$$\text{тўла} \quad g+v=10,784 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 14,34 \text{ кН/м}$$

1 м узунликка тўғри келган меъерий юклама:

$$\text{доимий} \quad g=3,18 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 4,23 \text{ кН/м}$$

$$\text{тўла} \quad g+v=9,18 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 12,2 \text{ кН/м}$$

Шу жумладан доимий ва узоқ муддатли юклама

$$7,38 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 9,82 \text{ кН/м}$$

Ҳисобий ва меъерий юкламалардан ҳосил бўлган зўриқишлар

Ҳисобий тўла юкламадан:

$$M = \frac{(g+v) \cdot l_0^2}{8} = \frac{14,34 \cdot 5,7^2}{8} = 58,2 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{(g+v) \cdot l_0}{2} = \frac{14,34 \cdot 5,7}{2} = 40,9 \text{ кН};$$

Меъерий тўла юкламадан:

$$M = \frac{12,2 \cdot 5,7^2}{8} = 49,5 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q = \frac{12,2 \cdot 5,7}{2} = 34,8 \text{ кН};$$

Меъерий доимий ва узоқ муддатли юкламалардан:

$$M = \frac{9,82 \cdot 5,7^2}{8} = 39,9 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Плита кесими ўлчамларини белгилаш

Олдиндан зўриктирилган плита кесими баландлиги

$$h = \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{30} \right) \cdot l_o = \frac{570}{20} = 28,5 \text{ см}, h=30 \text{ см қабул қиламиз.}$$

кесимнинг ишчи баландлиги: $h_o = h - a = 30 - 3 = 27 \text{ см}$

бўйлама қобурғаларнинг пастки эни - 7 см: юқори токчанинг эни 136 см.

Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаганда тавр кесим сиқилган токчасининг ҳисобий қалинлиги $h_f/h = 5/30 = 0,167 > 0,1$ у ҳолда токча энини тўла узунлиги ҳисобга киритилади. $b_f = 136 \text{ см}$; қобурғанинг ҳисобий эни $b = 2 \cdot 7 = 14 \text{ см}$.

Бетон ва арматураларнинг мустаҳкамлиги тавсифлари

Олдиндан зўриктирилган қобурғали плита **К-7** синфли юқори мустаҳкамликдаги арматура билан арматураланади. Арматурани стенд-механик усулда олдиндан зўриктирилган. Плита **В50** синфли оғир бетон танланган бўлиб, унинг призматик мустаҳкамлиги:

меъёрий $R_{bn} = R_{b,ser} = 36 \text{ МПа}$; ҳисобий $R_b = 27,5 \text{ МПа}$: Бетоннинг иш шароити коэффиценти $\gamma_{b2} = 0,9$: чўзилишга бўлган меъёрий қаршилиги $R_{btm} = R_{bt,ser} = 2,3 \text{ МПа}$; ҳисобий қаршилиги: $R_{bt} = 1,55 \text{ МПа}$: Бетоннинг бошланғич эластиклик модули $E_b = 35000 \text{ МПа}$.

Бетоннинг етуклик мустаҳкамлиги R_{bp} ни шундай белгилаш керакки, бунда сиқилишдаги кучланишлар нисбати $\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75$ шарт қаноатлантирилсин.

Бўйлама қобурғаларнинг арматураси $\varnothing 15 \text{ К-7}$, унинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари: $R_{sn} = 1290 \text{ МПа}$ ва $R_s = 1080 \text{ МПа}$, эластиклик модули $E_s = 180000 \text{ МПа}$

Арматурани тортишдаги дастлабки кучланиш: $\sigma_{sp} = 0,9 R_{sn} = 0,9 \cdot 1290 = 1100 \text{ МПа}$ ва куйидаги шарт бажарилишини текширамиз:

Механик усулда тортилганда:

$$\Delta \sigma_{sp} = 0,05 \sigma_{sp} = 0,05 \cdot 1100 = 55 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} + \Delta \sigma_{sp} = 1100 + 55 = 1155 \text{ МПа} < R_{sn} = 1290 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} - \Delta \sigma_{sp} = 1100 - 55 = 1045 \text{ МПа} > 0,3 R_{sn} = 0,3 \cdot 1100 = 330 \text{ МПа}$$

Дастлабки кучланишнинг чегаравий четлашишини ҳисоблаймиз

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5 \frac{\Delta \sigma_{sp}}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \cdot \frac{55}{1100} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 0,04 < 0,1$$

бу ерда: n_p – зўриктириладиган арматуралар сони (2 ёки 4 та олинади).

Механик усулда тортилганда $\Delta \gamma_{sp} = 0,1$ қабул қиламиз.

Дастлабки зўриқишни мустаҳкамликни оширишга қулай таъсир этгандаги тортилиш аниқлиги коэффиценти: $\gamma_{sp} = 1 - \Delta \gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$

Плитанинг юқори зонасида дарзлар ҳосил бўлишига ҳисоблаганда:

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta \gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$$

Тортиш аниқлигини ҳисобга олган ҳолдаги дастлабки зўриқиш:

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot 1100 = 990 \text{ МПа}$$

Плитани бўйлама ўққа (нормал) тик кесимлар бўйича мустаҳкамликка

ҳисоблаш

$M=58,2$ кН·м: токчаси юқори зонада жойлашган тавр кесимда

$$A_0 = \alpha_m = \frac{M}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{58,2 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 27,5 \cdot 136 \cdot 27^2 \cdot 100} = 0,024$$

2-иловадан $\xi=0,02$; $\eta=0,99$ ларни интерполяция қилиб танлаймиз.

$x=\xi h_0=0,02 \cdot 27=0,54$ см < 5 см демак нейтрал ўқ сиқилувчи токча ичидан ўтади.

Сиқилувчи зонанинг характеристикасини ҳисоблаймиз:

$$\omega=0,85-0,008 \gamma_{b2} \cdot R_b=0,85-0,008 \cdot 0,9 \cdot 27,5=0,65$$

Сиқилувчи зонанинг чегаравий баландлиги:

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right]} = \frac{0,65}{\left[1 + \frac{787}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,65}{1,1} \right) \right]} = 0,395$$

бу ерда: $\sigma_{sp}=R_s+400-\sigma_{sp}=1080+400-693=787$ МПа;

барча йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда дастлабки кучланишни қуйидагига тенг деб оламиз:

$$\sigma_{sp}=0,7 \cdot 990=693 \text{ МПа}$$

Олдиндан зўриқтирилган арматуранинг шартли оқувчанлик чегарасидан кейинги қаршилигини ҳисобга олувчи иш шароити коэффиценти:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(\frac{2\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(\frac{2 \cdot 0,02}{0,395} - 1 \right) = 1,21 > \eta = 1,15$$

бу ерда: $\eta=1,15$, К-7 синфли арматура учун $\gamma_{s6}=1,15$ – қабул қиламиз.

Чўзилувчи арматуранинг кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{M}{\gamma_{s6} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{58,2 \cdot 10^5}{1,15 \cdot 1080 \cdot 0,99 \cdot 27 \cdot 100} = 2,75 \text{ см}^2;$$

Юзаси $A_s=2,83$ см² бўлган 2Ø15 К-7 синфли арматуранинг қабул қиламиз.

Плита токчасининг маҳаллий сиқилишга ҳисоби

Қобурғанинг юқоридаги эни 9 см бўлганда ҳисобий оралик:

$$l_0=136-2 \cdot 9=118 \text{ см га тенг}$$

Токчанинг 1м² юзасига тўғри келган юклама

$$(g+v) \gamma_n=10,784 \cdot 0,95=10,24 \text{ кН/м}^2$$

эни 1 м бўлган ҳисобий кесим учун эгувчи момент токчани қобурғага қисман бириктирилганлигини ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

$$M = \frac{10,24 \cdot 1,18^2}{11} = 1,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кесимнинг ишчи баландлиги: $h_0=5-1,5=3,5$ см

Пайвандланган тўрлар учун Ø5 Вр-I синфли сим арматура қабул қиламиз, унинг ҳисобий қаршилиги: $R_s=360$ МПа

$$A_0 = \alpha_m = \frac{1,3 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 27,5 \cdot 100 \cdot 3,5^2 \cdot 100} = 0,04$$

2-иловадан $\eta=0,98$

$$A_s = \frac{1,3 \cdot 10^5}{360 \cdot 0,98 \cdot 3,5 \cdot 100} = 1,06 \text{ см}^2;$$

Қадами $S=150$ мм бўлган $6\text{Ø}5$ Вр-I ва унинг юзаси $A_s=1,18 \text{ см}^2$ кўндаланг ишчи арматурали тўрни қабул қиламиз.

Қобурғали плитанинг бўйлама ўқига қия кесимлар бўйича мустаҳкамликка ҳисоби

$Q=40,9$ кН; Ҳисобий қия кесимнинг бўйлама ўққа проекциясини ҳисоблаймиз. Сиқилган токчаларнинг осилиб туришини таъсири (қобурғалар 2 та бўлганда):

$$\varphi_f = 2 \cdot \frac{0,75 \cdot 3 \cdot h_f^I \cdot h_f}{b \cdot h_0} = 2 \cdot \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5}{14 \cdot 27} = 0,29 < 0,5$$

Бўйлама сиқувчи куч таъсири $P_{02}= 215,8$ кН

$$\varphi_n = \frac{0,1N}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0} = \frac{0,1 \cdot 215800}{1,55 \cdot 14 \cdot 27 \cdot 100} = 0,36 < 0,5$$

$$1 + \varphi_n + \varphi_f = 1 + 0,29 + 0,36 = 1,65 > 1,5$$

$1 + \varphi_n + \varphi_f = 1,5$ қабул қиламиз.

$$B = \varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f) R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,55 \cdot 14 \cdot 27^2 \cdot (100) = 4271211 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

Ҳисобий қия кесимда $Q_b = Q_{sw} = Q/2$ бундан келиб чиқиб:

$$C = \frac{B}{0,5Q} = \frac{4271211}{0,5 \cdot 40900} = 208 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 27 = 54 \text{ см}$$

$C=54$ см қабул қиламиз; бунда

$$Q_b = \frac{B}{C} = \frac{4271211}{54} = 79096 \text{ Н} > Q = 40900 \text{ Н}$$

Шундай экан, ҳисоб бўйича кўндаланг арматура талаб қилинмайди.

Узунлиги $l/4$ бўлган таянч олди қисмида конструктив шарт асосида $\text{Ø}4$ Вр-I синфли арматурани $S=h/2=30/2=15$ см қадамда ўрнатамиз. Сакрам ўрта қисмидаги арматура қадами $S=3h/4=3 \cdot 30/4=22,5$ см, $S=20$ см қабул қиламиз.

4. Қобурғали плитани иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоби

Келтирилган юзанинг геометрик характеристикалари

Бетон ва арматуранинг эластиклик модуллари нисбати:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{180000}{35000} = 5,14$$

Келтирилган кесим юзаси:

$$A_{red} = A_b + \alpha \cdot A_s = 136 \cdot 5 + 14 \cdot 25 + 5,14 \cdot 2,83 = 1045 \text{ см}^2$$

Келтирилган кесим юзасининг қуйи четига нисбатан олинган статик моменти:

$$S_{red} = 136 \cdot 5 \cdot 27,5 + 14 \cdot 25 \cdot 12,5 + 5,14 \cdot 2,83 \cdot 3 = 23118 \text{ см}^3$$

Қуйи четдан келтирилган кесимнинг оғирлик марказигача бўлган масофа:

$$y_{red} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{23118}{1045} = 22 \text{ см}$$

Келтирилган кесимнинг инерция моменти

$$I_{red} = \frac{136 \cdot 5^3}{12} + 136 \cdot 5 \cdot 5,5^2 + \frac{14 \cdot 25^3}{12} + 14 \cdot 25 \cdot 9,5^2 + 5,14 \cdot 2,83 \cdot 19^2 = 91196 \text{ см}^4;$$

Келтирилган кесимнинг қуйи зонаси бўйича қаршилик моменти:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_{red}} = \frac{91196}{22} = 4145 \text{ см}^3$$

Шу кесимнинг юқори зонаси бўйича қаршилик моменти:

$$W_{red}^I = \frac{I_{red}}{h - y_{red}} = \frac{91196}{30 - 22} = 11400 \text{ см}^3$$

Чўзилувчи зонадан энг узок ядровий нуктадан (юқорига) келтирилган кесимнинг оғирлик марказигача бўлган масофа:

$$r = \varphi_n \cdot \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \cdot \frac{4145}{1045} = 3,37 \text{ см}$$

худди шундаги, энг яқин масофа (пастки)

$$r_{inf} = 0,85 \cdot \frac{11400}{1045} = 9,26 \text{ см}$$

бу ерда: $\varphi_n = 1,6 - \sigma_b / R_{b,ser} = 1,6 - 0,75 = 0,85$

Бетондаги меъёрий юкламалардан ҳосил бўлган кучланишни бетоннинг хисобий қаршилигига нисбати иккинчи группа чегаравий ҳолатлар учун тахминан 0,75 га тенг деб оламиз.

Чўзилувчи зона бўйича эластик-пластик қаршилик моменти.

$$W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} = 1,75 \cdot 4145 = 7254 \text{ см}^3$$

бу ерда: $\gamma = 1,75$ токчаси сиқилувчи зонада бўлган тавр кесим учун.

Элементни тайёрлаш ва тортилган арматуранинг сиқилиш босқичдаги чўзилувчи зона бўйича эластик-пластик қаршилик моменти:

$$W'_{pl} = \gamma \cdot W'_{red} = 1,5 \cdot 11400 = 17100 \text{ см}^3$$

бу ерда $\gamma = 1,5$. $b_f/b > 2$ ва $h_f/h < 0,2$ бўлгандаги токчаси чўзилувчи зонада бўлган тавр кесим учун.

Арматурадаги дастлабки кучланишларнинг йўқолиши

Арматурани тортиш аниқлиги коэффиценти $\gamma_{sp} = 1$

Биринчи йўқотишлар:

1. Арматурадаги кучланишни деформация ўзгармаган ҳолдаги камайиши (1-йўқотишлар) - кучланишлар релаксацияси:

Механик усулда тарангланганда:

Сим ва арқонсимон арматура учун:

$$\sigma_I = 0,22 \cdot \left(\frac{\sigma_{sp}}{R_{sn}} - 1 \right) \cdot \sigma_{sp} = 0,22 \cdot \left(\frac{1100}{1290} - 1 \right) \cdot 1100 = 96,4 \text{ МПа};$$

Стерженли арматура учун:

$$\sigma_I = 0,1 \sigma_{sp} - 20$$

Электротермик ва электротермомеханик усулда тарангланганда:

Сим ва арқонсимон арматура учун:

$$\sigma_I = 0,05 \sigma_{sp}$$

Стерженли арматура учун:

$$\sigma_I = 0,03 \sigma_{sp}$$

2. Тарангланган арматура билан тортқич орасидаги температуралар фарқи Δt ҳам $B15...B40$ классли бетонни буғлаш ёки қиздириш жараёнида олдиндан уйғотилган кучланишни камайиши.

$$\sigma_2 = 1,25 \Delta t = 1,25 \cdot 65 = 81,25 \text{ МПа}$$

бу ерда: Δt нинг аниқ қиймати берилмаса 65°C га тенг қилиб олинади. Бетоннинг классли $B45$ ва ундан юқори бўлса $1,25$ коэффиценти $1,0$ га алмаштирилади.

Фақат *стенд механик* усулда тортилганда рўй беради. Қолган усулларда $\sigma_2 = 0$ олинади.

3. Тортувчи қурилмадаги анкерлар деформацияланиши натижасида дастлабки кучланишни камайиши:

Механик усулда таянчга тортилганда

$$\sigma_3 = \frac{\lambda}{l} E_s = \frac{2}{5800} \cdot 180000 = 52 \text{ МПа}$$

бу ерда

$\lambda = 2 \text{ мм}$ – қисилган шайбаларнинг сиқилиши;

$\lambda = 1,25 + 0,15d$ – инвентар қисқичларда арматуранинг силжиши;

d – стержень диаметри, мм;

l – тортилаётган арматуранинг узунлиги (қолип ёки стендн таянчининг ташқи таянчлари орасидаги масофа), мм.

Электротермик усулда тортилганда

$$\sigma_3 = 0$$

Бетонга тортилганда

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{l} E_s$$

бу ерда:

Δl_1 – бетон билан анкер орасига қўйиладиган шайба ёки қистирманнинг сиқилиши бўлиб, қиймати 1 мм га тенг;

Δl_2 – стакансимон анкернинг деформацияси, қиймати 1 мм га тенг; тиргакларга тираб тарангланганда $\Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l = 2 \text{ мм}$ деб олинади;

l – тарангланаётган стерженнинг узунлиги, мм.

4. Арматурани эгувчи қурилмаларига ишқаланиши натижасида рўй берадиган кучланишнинг йўқолиши:

$$\sigma_4 = \sigma_{sp} \cdot \left(1 - \frac{l}{e_{\text{ук}} + \delta} \right)$$

$$\sigma_4 = 0;$$

5. Арматураларни қолипга бир вақтда тортилмаслиги сабабли пўлат қолипнинг деформацияланиши натижасида рўй берадиган йўқотиш.

Стенд-механик усулда тортилганда

$$\sigma_5 = 0$$

Қолип-механик усулда тортилганда

$$\sigma_5 = \frac{n-1}{2n} \frac{\Delta l}{l} E_s$$

бу ерда:

Δl – қолипнинг бўйлама деформацияси;

l – тиргакларнинг ташқи қирралари орасидаги масофа;

n – бир вақтда тортиладиган стерженлар гуруҳи сони.

Қолип конструкцияси тўғрисидаги маълумотлар бўлмаса $\sigma_5=25$ МПа қабул қилинади.

Электротермик усулда тортилганда

$$\sigma_5 = 0$$

6. Тиргакларга таяниб тарангланган арматура бўшатиладигач, олдиндан уйғотилган кучланиш бетонни сиқа бошлайди. Бунда бетонда эластик деформациялар билан бир қаторда тезкор тоб ташлаш юз беради. Бу ҳол олдиндан уйғотилган кучланишларнинг маълум миқдорда йўқолишига (камайишига) олиб келади.

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq \alpha \quad \text{бўлганда} \quad \sigma_6 = \frac{40 \sigma_{bp}}{R_{bp}}$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} > \alpha \quad \text{бўлганда} \quad \sigma_6 = 40 \alpha + 85 \beta \left(\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - \alpha \right)$$

бу ерда σ_{bp} – арматуранинг сиқилишидан бетонда ҳосил бўлган кучланиш; $\alpha=0,25+0,025R_{bp}$ бўлиб 0,8 дан ортиқ олинмайди; $\beta=5,25-0,185R_{bp}$ бу коэффициентнинг қийматлари 1,1...2,5 оралиқда бўлади. Темирбетон элементга иссиқлик ишлови берилса 0,85 коэффициентга кўпайтирилади.

Сиқувчи куч:

$$P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5) = 2,83 \cdot (1100 - 96,4 - 81,25 - 52 - 0 - 0) \cdot 100 = 246309 \text{ Н}$$

Бу кучни келтирилган кесимнинг оғирлик марказига нисбатан эксцентриситети:

$$e_{op} = y_{red} - a = 22 - 3 = 19 \text{ см}$$

Бетоннинг сиқилишидаги кучланиши

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op} y_{red}}{I_{red}} = \frac{246309}{1045} + \frac{246309 \cdot 19 \cdot 22}{91196} = 1064 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} = 10,64 \text{ МПа} ;$$

$\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75$ шартдан бетоннинг узатиш мустаҳкамлигини аниқлаймиз

$$R_{bp} = 10,64/0,75 = 14,19 \text{ МПа} < 0,5 \cdot B50 = 25 \text{ МПа}$$

Шунинг учун $R_{bp} = 25$ МПа қабул қиламиз.

Бунда нисбат : $\sigma_{bp}/R_{bp} = 10,64/25 = 0,43$ га тенг

Плитанинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўлган эгувчи моментни:

$$M = \frac{2500 \cdot 1,4 \cdot 5,7^2 \cdot 100}{8} = 1421438 \text{ Н} \cdot \text{см} = 14,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

эканлигини ҳисобга олган ҳолда сиқувчи куч P_1 таъсиридан зўриқтирилган арматуранинг оғирлик марказида ҳосил бўлган бетондаги сиқувчи кучланишни ҳисоблаймиз:

Демак:

$$\sigma_{bp} = \frac{246309}{1045} + \frac{(246309 \cdot 19 - 1421400) \cdot 19}{91196} = 914 \frac{H}{см^2} = 9,14 \text{ МПа} ;$$

$\sigma_{bp}/R_{bp} = 9,14/25 = 0,36$ ва $\alpha = 0,25 + 0,025R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 25 = 0,31 < 0,8$ бўлганлиги учун $\alpha = 0,31 < 0,36$ шарт асосида қуйидагини оламиз.

$$\sigma_6 = 0,85 \cdot (40 \cdot 0,31 + 85 \cdot 0,63(0,36 - 0,31)) = 12,2 \text{ МПа}$$

$$\beta = 5,25 - 0,185R_{bp} = 5,25 - 0,185 \cdot 25 = 0,63$$

Биринчи йўқотишлар йиғиндис

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 96,4 + 81,25 + 52 + 0 + 0 + 12,2 = 241,85 \text{ МПа}$$

Биринчи йўқотишларни ҳисобга олган ҳолдаги кучланиш

$$\sigma_{bp} = \frac{242856}{1045} + \frac{(242856 \cdot 19 - 1421400) \cdot 19}{91196} = 896 \frac{H}{см^2} = 8,96 \text{ МПа} ;$$

$$P_2 = 2,83 \cdot (1100 - 241,85) \cdot 100 = 242856 \text{ Н}$$

Иккинчи йўқотишлар:

Нисбат: $\sigma_{bp}/R_{bp} = 8,96/25 = 0,36$

7. Бетонга тарангланганда – арматурада релаксация туфайли йўқотиш

$$\sigma_7 = \sigma_1$$

8. Бетоннинг киришишидан ҳосил бўлган кучланишларнинг йўқолиши.

Таянчга тортилганда

Иссиқлик билан ишлов берилганда:

В35 ва ундан кичик – 35 МПа

В40 – 40 МПа

В45 ва ундан катта – 50 МПа

Табиий шароитда қотганда:

В35 ва ундан кичик – 40 МПа

В40 – 50 МПа

В45 ва ундан катта – 60 МПа

Бетон синфи В50 бўлганда юқоридан $\sigma_8 = 50 \text{ МПа}$ ни қабул қиламиз.

9. Бетоннинг узоқ муддатли тоб ташлаши натижасида зўриқишларнинг берилишидан то эксплуатацион юкларнинг қўйилишигача бўлган вақт мобайнида йўқотилган кучланишлар.

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,75 \quad \text{бўлганда} \quad \sigma_9 = \frac{150 \sigma_{bp}}{R_{bp}}$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} > 0,75 \quad \text{бўлганда} \quad \sigma_9 = 300 \left(\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - 0,375 \right)$$

$\sigma_{bp}/R_{bp} = 0,36 < 0,75$ бўлганлиги учун

$$\sigma_9 = 0,85 \cdot \sigma_{bp}/R_{bp} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,36 = 45,9 \text{ МПа};$$

бу ерда: $\alpha = 0,85$ бетонга иссиқлик билан ишлов берилгани учун. Агар табиий шароитда қотган бетон бўлса, $\alpha = 1$ деб қабул қилинади.

Иккинчи йўқотишлар йиғиндис:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 50 + 45,9 = 95,9 \text{ МПа};$$

Жами йўқотишлар:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 241,85 + 95,9 = 337,75 \text{ МПа};$$

$\sigma_{los} = 337,75 > 100$ яъни ўзининг минимал қийматидан катта. Шунинг учун $\sigma_{los} = 337,75$ МПа қабул қиламиз. Барча йўқотишларни ҳисобга олгандаги сиқувчи зўриқиш

$$P_{02} = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 2,83 \cdot (1100 - 337,75) \cdot 100 = 215800 \text{ Н}.$$

Бўйлама ўққа тик дарзлар ҳосил бўлишига ҳисоб

Дарзбардошлик бўйича 3-тоифага мансуб элементлар учун юкламалар бўйича ишонччилик коэффициентини қийматини $\gamma_{sp} = 1$ қабул қиламиз. $M = 49,5 \text{ кН·м}$:

Дарзлар ҳосил бўлишидаги моментни ҳисоблаймиз

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = 2,3 \cdot (100) \cdot 7254 + 4344741 = 6013000 \text{ Н·см} = 60,13 \text{ кН·м}$$

бу ерда $\gamma_{sp} = 0,9$ бўлгандаги сиқувчи кучнинг ядровий моменти:

$$M_{rp} = \gamma_{sp} \cdot P_{02} \cdot (e_{op} + r) = 0,9 \cdot 215800 \cdot (19 + 3,37) = 4344741 \text{ Н·см};$$

$M = 49,5 \text{ кН·м} < M_{crc} = 60,13 \text{ кН·м}$ бўлганлиги учун чўзилувчи зонада дарзлар ҳосил бўлмайди. Демак, плитани дарзлар очилишига ҳисобланмайди.

Плита сиқилганда унинг юқори зонасида бошланғич дарзлар ҳосил бўлишини текшираамиз

Тортиш аниқлиги бўйича коэффициент $\gamma_{sp} = 1,1$

Плитанинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўлган момент: $M = 14,2 \text{ кН·м}$

Ҳисобий шарт

$$\gamma_{sp} \cdot P_1 (e_{op} - r_{inf}) - M \leq R_{btp} \cdot W'_{pl}$$

$$1,1 \cdot 246309 (19 - 9,26) - 1420000 = 1218954 \text{ Н·см}$$

$$1,6 \cdot 100 \cdot 17100 = 2736000 \text{ Н·см}$$

$1218954 \text{ Н·см} < 2736000 \text{ Н·см}$ шарт бажарилди, демак, бошланғич дарзлар ҳосил бўлмайди; бу ерда: $R_{btp} = 1,6 \text{ МПа}$, $R_{bp} = 25 \text{ МПа}$ бетоннинг етуклик мустаҳкамлигига тўғри келган чўзилишга ҳисобий қаршилик.

Бўйлама ўққа тик дарзлари бўлмаган кесимнинг солқилигини ҳисоблаш

Плита бўйлама ўқининг тўла эгрилиги:

$$(1/r)_{tot} = (1/r)_1 + (1/r)_2 - (1/r)_3 - (1/r)_4$$

1. Доимий ва узок муддатли юкламалар таъсиридан ҳосил бўлган эгрилик:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M}{0,85 \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{39,9 \cdot 10^5}{0,85 \cdot 35000 \cdot 91196 \cdot 100} = 1,47 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

2. Қиска муддатли юклама таъсиридан ҳосил бўлган эгрилик:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi M_1}{0,85 \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{2 \cdot 9,72 \cdot 10^5}{0,85 \cdot 35000 \cdot 91196 \cdot 100} = 0,35 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

бу ерда: $M_1 = \frac{1,8 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 5,7^2}{8} = 9,72 \text{ кН·м}$

3. Дастлабки зўриқиш таъсири натижасида давом этмайдиган юклама таъсиридан ҳосил бўлган қабариклик:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{02} \cdot e_{op}}{0,85 \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{215800 \cdot 19}{0,85 \cdot 35000 \cdot 91196 \cdot 100} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

4. Дастлабки зўриқиш таъсири натижасида бетоннинг киришиш ва сирпаниш деформациялари таъсирдан ҳосил бўлган ботиклик:

$$\left(\frac{l}{r}\right)_4 = \frac{\sigma_8 + \sigma_9}{h_0 \cdot E_s} = \frac{50 + 45,9}{180000 \cdot 27} = 1,96 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

Тўла эгрилик:

$$\left(\frac{l}{r}\right)_{tot} = \left(\frac{l}{r}\right)_1 + \left(\frac{l}{r}\right)_2 - \left(\frac{l}{r}\right)_3 - \left(\frac{l}{r}\right)_4 = (1,47 + 0,35 - 1,5 - 1,96) \cdot 10^{-5} = -1,64 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1} < 0$$

бўлгани учун салқиликни ҳисоблаш талаб қилинмайди.

7. *Кўндаланг рама ригелидаги зўриқишларни аниқлаш

Ҳисобий схема ва юкламалар

Кўп қаватли кўндаланг раманинг ҳисобий схемаси бир хил узунликдаги ригеллар ҳамда бир хил баландликдаги устунлардан ташкил топган. Қаватлар бўйича ригел ва устунлар кесимининг ўлчамлари ҳам бир хил. Бундай кўп қаватли рамани вертикал юкламаларга ҳисоблаш учун бир қаватли рамаларга, нолга тенг моментлар яъни шарнирлар ёрдамида бўламиз. Шарнирлар бир қаватли рама устунни учларида, яъни биринчи қаватдан ташқари барча қаватлар устунини ўртасида жойлашган деб ҳисобланади.

Ригел сакрамида плитанинг қобурғалари сони тўрттадан ортиқ бўлса қобурғали плитадан қабул қилинаётган юклама тенг тарқалган деб ҳисобланади. Ригел юк майдонининг эни кўндаланг рама қадамига тенг.

Ораёпманинг 1 м^2 юзасига тўғри келадиган юкламалар ҳисоби 3-жадвалда келтирилган*.

Ригелнинг 1 м узунлигига тўғри келадиган ҳисобий юкламани ҳисоблаймиз.

Доимий: ораёпмадан – $\gamma_n=0,95$ коэффицентни ҳисобга олган ҳолда: $3,584 \cdot 5,8 \cdot 0,95 = 19,75 \text{ кН/м}$; кўндаланг кесимлари $20 \times 50 \text{ см}$ бўлган ригелнинг оғирлигидан ($\gamma=25 \text{ кН/м}^3$) ишончилилик коэффицентини ҳисобга олган ҳолда $\gamma_f = 1,1$; ва $\gamma_n = 0,95$.

$$0,2 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 2,61 \text{ кН/м};$$

Жами: $g = 22,36 \text{ кН/м}$;

Вақтинчалик юклама $\gamma_n=0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда $v = 7,2 \cdot 5,8 \cdot 0,95 = 39,67 \text{ кН/м}$; Шу жумладан узоқ муддатли: $5,04 \cdot 5,8 \cdot 0,95 = 27,77 \text{ кН/м}$ ва қисқа муддатли: $2,16 \cdot 5,8 \cdot 0,95 = 11,9 \text{ кН/м}$;

Тўла юклама: $g + v = 62,03 \text{ кН/м}$;

Ригел ҳисобий кесимларидаги эгувчи моментларни ҳисоблаш

Ўрта ва четки таянчларда устунга бикр маҳкамланган тўсинлар учун таянч моментлари 11-илованинг 2-жадвали бўйича (1) $M = (\alpha \cdot g + \beta v) \cdot L^2$ формула ёрдамида ҳисоблаймиз.

Жадвалдаги α ва β коэффицентлар, ригелнинг юкланиш схемасига ва ригел билан устун бикрликлари нисбати k - коэффицентга боғлиқ. Ригелнинг кўндаланг кесими ўлчамлари $20 \times 50 \text{ см}$, устуннинг кўндаланг кесими $40 \times 40 \text{ см}$, устуннинг узунлиги $L_{col} = 3,2 \text{ м}$.

$$k = \frac{I_{bm} \cdot L_{col}}{I_{col} \cdot L_{bm}} = \frac{20 \cdot 50^3 \cdot 320}{40 \cdot 40^3 \cdot 540} = 0,58$$

Доимий ва вақтинчалик юкламаси турли сакрамларга қўйилган схемали, юкламалардан ҳосил бўлган таянчдаги эгувчи моментлар 3-жадвалда келтирилган

Ригелнинг сакрам моментлари

1) четки сакрамда 1+2-юкланиш схемаси бўйича таянчдаги моментлар $M_{12} = -133,95 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $M_{21} = -150,07 \text{ кН} \cdot \text{м}$; юклама $g + v = 62,03 \text{ кН/м}$;

Кўндаланг куч:

$$Q_1 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - \frac{M_{12} - M_{21}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} - \frac{-133,95 + 150,07}{5,4} = 167,49 - 2,86 = 164,63 \text{ кН}$$

* Ушбу ригелнинг ҳисоби қобирғали плитанинг давоми ҳисобланади

$$Q_2 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} + \frac{M_{12} - M_{21}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} + \frac{-133,95 + 150,07}{5,4} = 167,49 + 2,86 = 170,35 \text{ кН}$$

Максимал сакрам momenti:

$$M_1 = \frac{Q_1^2}{2 \cdot (g + v)} + M_{12} = \frac{164,63^2}{2 \cdot 62,03} - 133,95 = 84,52 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

3-жадвал

| Юкланиш схемаси | Таянч моментлари, кН·м | | | |
|--|---|---|---|--|
| | M ₁₂ | M ₂₁ | M ₂₃ | M ₃₂ |
| | -0.0706·22,36x x5,4 ² =-46,03 | -0.09·22,36x x5,4 ² =-58,68 | -0.083·22,36x x5,4 ² =-54,12 | -54,12 |
| | -0.076·39,67 x5,4 ² =-87,92 | -0.079·39,67x x5,4 ² =-91,39 | -0.006·39,67= 5,4 ² =-6,94 | -6,94 |
| | 0.005·39,67x x5,4 ² =5,78 | -0.011·39,67x x5,4 ² =-12,73 | -0.077·39,67x x5,4 ² =-89,07 | -89,07 |
| | -0.071·39,67x x5,4 ² =-82,13 | -0.092·39,67x x5,4 ² =-106,43 | -0.087·39,67x x5,4 ² =-100,64 | -0.072·39,67x x5,4 ² =-83,29 |
| Таянч моментлари учун хисобий схемалар | 1+2 -133,95 | 1+4 -165,11 | 1+4 -154,76 | 1+4 -137,41 |
| Сакрам моментлари учун хисобий схемалар | 1+2 -133,95 | 1+2 -150,07 | 1+3 -143,19 | -143,19 |

2) ўрта сакрамда 1+3 юкланиш схемаси бўйича таянчдаги моментлар $M_{23}=M_{32}=-143,19 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Сакрам моментининг максимал қиймати

$$M = \frac{(g + v) \cdot l^2}{8} + M_{23} = \frac{62,03 \cdot 5,4^2}{8} - 143,19 = 82,91 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Ригелда пластик шарнирлар ҳосил бўлиши таъсирида моментларнинг қайта тақсимланиши

1+4 юкланиш схемаси бўйича ригелнинг таянч моментлари M_{12} ва M_{23} 30% атрофида камаяди ва шунда таянчда пластик шарнирлар ҳосил бўлади.

1+4 юкланиш схемаси моментлар эпюрасига тенглаштирувчи моментлар эпюрасини шундай қўйиш керакки, бунда $M_{21} = M_{23}$ таянч моментлар тенглашсин ва ригелнинг таянч бирикмасини арматуралаш қулай бўлсин.

Тенглаштирувчи моментлар эпюрасининг ординатаси

$$\Delta M_{21} = 0,3 \cdot 165,11 = 49,54 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\Delta M_{23} = \Delta M_{21} - (M_{23} - M_{21}) = 49,54 - (-154,76 + 165,11) = 39,19 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\Delta M_{12} = -\frac{M_{21}}{3} = -\frac{49,54}{3} = -16,52 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\Delta M_{32} = -\frac{M_{23}}{3} = -\frac{39,19}{3} = -13,07 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Бирикмадаги тенглаштирувчи моментлар эпюраси орасидаги фарқ устунга узатилади. Тенглаштирилган моментлар эпюрасидаги таянч моментлари:

$$M_{12} = -46,03 - 82,13 - 16,52 = -144,68 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{21} = -165,11 + 49,54 = -115,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{23} = -154,76 + 39,19 = -115,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{32} = -54,12 - 83,29 - 13,07 = -150,48 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Тенглаштирилган моментлар эпюрасидаги сакрам моментларининг қиймати $I+2$ ва $I+3$ юкланишлар схемасидаги сакрам моментларидан катта бўлиши мумкин, бунда улар ҳисобий моментлар бўлиб қолади.

Ригелнинг устун четидаги таянч моментлари

Ўрта таянчларда $I+4$ юкланиш схемасидаги устун четидаги ригелнинг моментлари ҳамма вақт ҳам ҳисобий бўлмайди. (абсолют қиймати бўйича). Вақтинчалик юкламалар катта бўлганда ва устун бикрлиги нисбатан кичик бўлганда таянч моментлари $I+2$ ёки $I+3$ юкланиш схемаларида ҳисобий бўлиши мумкин.

Ўрта устуннинг чап томонидаги ригелнинг таянч моментлари $M_{(21),1}$ (абсолют қийматлар).

1) $I+4$ юкланиш схемаси ва тенглаштирилган моментлар эпюраси:

$$M_{12} = M_{21} - \frac{Q_2 \cdot h_{col}}{2} = 115,57 - \frac{172,9 \cdot 0,4}{2} = 80,99 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_2 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - \frac{M_{12} - M_{21}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} - \frac{-144,68 + 115,57}{5,4} = 167,5 + 5,4 = 172,9 \text{ кН}$$

$$Q_1 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} + \frac{M_{12} - M_{21}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} + \frac{-144,68 + 115,57}{5,4} = 167,5 - 5,4 = 162,1 \text{ кН}$$

2) $I+3$ юкланиш схемаси бўйича:

$$M_{(21),1} = 71,41 - \frac{66,2 \cdot 0,4}{2} = 59,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_2 = \frac{g \cdot l}{2} - \frac{M_{21} - M_{12}}{l} = \frac{22,36 \cdot 5,4}{2} - \frac{-71,41 + 40,25}{5,4} = 60,4 + 5,8 = 66,2 \text{ кН};$$

3) $I+2$ юкланиш схемаси бўйича:

$$M_{(21),1} = 150,07 - \frac{172,9 \cdot 0,4}{2} = 115,49 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Ўрта устуннинг ўнг томонидаги ригелнинг таянч momenti $M_{(23),1}$

1) $I+4$ юкланиш схемаси ва тенглаштирилган моментлар бўйича:

$$M_{(23),1} = M_{23} - \frac{Q \cdot h_{col}}{2} = 115,57 - \frac{161 \cdot 0,4}{2} = 83,37 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} - \frac{-115,57 + 150,48}{5,4} = 167,5 - 6,5 = 161 \text{ кН};$$

2) 1+2 юкланиш схемаси бўйича:

$$M_{(23),1} < M_{23} = -61,06 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Демак, ўрта таянч бўйича ригелдаги ҳисобий таянч моменти:

$$M = 115,49 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

1+4 юкланиш схемаси ва тенглаштирилган моментлар эпюраси бўйича четки устун ригелидаги таянч моменти:

$$M_{(21),1} = M_{12} - \frac{Q_1 \cdot h_{col}}{2} = 144,68 - \frac{162,1 \cdot 0,4}{2} = 112,26 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Ригелнинг кўндаланг кучлари

Четки таянчда: $Q_1 = 162,1 \text{ кН}$, 1+4 юкланиш схемаси ўрта таянчнинг чап томонида:

$$Q_1 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} + \frac{M_{21} - M_{12}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} + \frac{-165,11 + 128,16}{5,4} = 167,5 - 6,9 = 160,6 \text{ кН};$$

$$Q_2 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - \frac{M_{21} - M_{12}}{l} = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} - \frac{-165,11 + 128,16}{5,4} = 167,5 + 6,9 = 174,4 \text{ кН};$$

1+4 юкланиш схемаси ўрта таянчнинг ўнг томонида:

$$Q_2 = \frac{62,03 \cdot 5,4}{2} - \frac{-154,76 + 137,41}{5,4} = 167,5 + 3,2 = 170,7 \text{ кН};$$

8. Бўйлама ўққа нормал кесим бўйича ригелнинг мустаҳкамликка ҳисоби

Бетон ва арматураларнинг мустаҳкамлик характеристикалари В30 синфли оғир бетон учун: сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги: $R_b = 17 \text{ МПа}$; чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги: $R_{bt} = 1,2 \text{ МПа}$; бетоннинг иш шароити коэффициенти: $\gamma_{b2} = 0,9$; эластиклик модули: $E_b = 32500 \text{ МПа}$;

А-III синфли бўйлама арматуранинг ҳисобий қаршилиги $R_s = 365 \text{ МПа}$, унинг эластиклик модули $E_s = 200000 \text{ МПа}$;

Ригел кўндаланг кесимининг баландлигини аниқлаш

Таянчдаги момент пластик шарнир ҳосил бўлишини ҳисобга олган ҳолда аниқлангани учун кесим баландлигини, $\xi = 0,35$ деб қабул қиламиз ва таянч моменти орқали танлаймиз. Агар сакрам моменти таянч моментидан катта бўлса, қабул қилинган ригелнинг кесими сакрам моменти бўйича ҳам текширилади. 2-иловадан $\xi = 0,35$ бўлганда $A_o = 0,289$ бўлади.

Сиқилувчи зонанинг чегаравий баландлиги:

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right]} = \frac{0,73}{\left[1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right) \right]} = 0,58$$

бу ерда: $\omega = 0,85 - 0,008 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,73$

Кесимнинг ишчи баландлигини ҳисоблаймиз:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{A_0 R_b b}} = \sqrt{\frac{11549000}{0,289 \cdot 17 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot (100)}} = 36,2 \text{ см}$$

$h = h_0 + a = 36,2 + 4 = 40,2 \text{ см}$; $h = 45 \text{ см}$ қабул қиламиз,

$M = 84,52 \text{ кН}\cdot\text{м} < M_{(21)} = 115,49 \text{ кН}\cdot\text{м}$ бўлгани учун сакрам моменти бўйича текшириш шарт эмас.

Ригелнинг ҳисобий кесимларидаги арматура юзасини танлаймиз:

Биринчи сакрамдаги кесим: $M = 84,52 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $h_0 = 45 - 6 = 39 \text{ см}$

$$A_0 = \alpha_m = \frac{M}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{84,52 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 39^2 \cdot 100} = 0,182$$

2-иловадан $\eta = 0,899$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{84,52 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,899 \cdot 39 \cdot 100} = 6,61 \text{ см}^2$$

4-иловадан: $4\text{Ø}16 \text{ A-III}$ юзаси $A_s = 8,04 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Ўрта сакрамдаги кесим: $M = 82,91 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$A_0 = \alpha_m = \frac{82,91 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 39^2 \cdot 100} = 0,176$$

бўлганда 2-иловадан $\eta = 0,903$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{82,91 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,903 \cdot 39 \cdot 100} = 6,45 \text{ см}^2$$

4-иловадан: $4\text{Ø}16 \text{ A-III}$, $A_s = 8,04 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Ўрта таянчлардаги кесимда $M = 115,49 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

Арматура бир қатор жойлашган: $h_0 = 45 - 4 = 41 \text{ см}$;

$$A_0 = \alpha_m = \frac{115,49 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 41^2 \cdot 100} = 0,225$$

бўлганда 2-иловадан $\eta = 0,87$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{115,49 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,87 \cdot 41 \cdot 100} = 8,87 \text{ см}^2$$

4-иловадан: $2\text{Ø}25 \text{ A-III}$, $A_s = 9,82 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Четки таянчдаги кесим: $M = 112,26 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$A_0 = \alpha_m = \frac{112,26 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 41^2 \cdot 100} = 0,218$$

бўлганда 2-иловадан $\eta = 0,875$ эканлигини аниқлаймиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{112,26 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,875 \cdot 41 \cdot 100} = 8,58 \text{ см}^2$$

4-иловадан: $2\text{Ø}25 \text{ A-III}$, $A_s = 9,82 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Ригелнинг қия кесимлар бўйича мустаҳкамликка ҳисоби

Ўрта таянчдаги кўндаланг куч: $Q=174,4 \text{ кН}$;

Ҳисобий қия кесимнинг бўйлама ўққа проекцияси C ни ҳисоблаймиз.

$$B = \varphi_{b2} \cdot \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 20 \cdot 41^2 \cdot 100 = 5446440 \quad \text{Н} \cdot \text{см}$$

Ҳисобий қия кесимда $Q_b + Q_{sw} = Q/2$ бундан келиб чиқиб

$$C = \frac{B}{0,5 Q} = \frac{5446440}{0,5 \cdot 174400} = 62 \text{ см} < 2 h_0 = 2 \cdot 41 = 82 \text{ см}$$

шартни қаноатлантиради.

$$Q_{sw} = \frac{Q}{2} = \frac{174400}{2} = 87200 \text{ Н}; \quad q_{sw} = \frac{Q_{sw}}{C} = \frac{87200}{62} = 1407 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

$d_{sw}=8 \text{ мм}$ бўлган кўндаланг арматура диаметри $d=25 \text{ мм}$ диаметрли бўйлама арматура билан пайвандланиш шарти асосида танланади.

A -III бўлганда $R_{sw}=285 \text{ МПа}$, $d_{sw}/d=8/25 < 1/3$ бўлганлиги учун иш шароити коэффиценти $\gamma_{s2}=0,9$ ни ҳисобга оламиз у ҳолда $R_{sw}=0,9 \cdot 285=255 \text{ МПа}$ каркаслар сони 2та бўлгани учун $A_{sw}=2 \cdot 0,503=1,01 \text{ см}^2$ кўндаланг арматура қадами

$$S = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{255 \cdot 1,01 \cdot 100}{1407} = 18,3 \text{ см}$$

Кўндаланг арматураларнинг қадами конструктив шартлар асосида аниқланади: $S=h/3=45/3=15 \text{ см}$. Узунлиги $l/4$ бўлган барча таянч олди участкаларда арматуралар қадами $S=15 \text{ см}$; ўрта қисмда эса $S=3h/4=3 \cdot 45/4=30 \text{ см}$.

Қия дарзлар орасидаги сиқилувчи полосаларни мустаҳкамлигини текшираемиз:

$$\mu = \frac{A_{sw}}{b \cdot S} = \frac{1,01}{20 \cdot 15} = 0,0034; \quad \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{32500} = 6,15;$$

$$\varphi_{w1}=1+5 \cdot 6,15 \cdot 0,0034=1,104; \quad \varphi_{b1}=1-0,01 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b=1-0,01 \cdot 0,9 \cdot 17=0,847;$$

Шарт:

$$Q=174800 \text{ Н} < 0,3 \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0=0,3 \cdot 1,104 \cdot 0,847 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 41 \cdot 100=391050 \text{ Н}$$

қаноатлантирилди.

Ригелни арматуралаш

Ригелни устун билан бириктириш ваннали пайвандлаш усулида бажарилади. Бунда ригелнинг таянч усти арматуралари ва ҳар иккала элемент қоплама (закладной) деталларини пайвандланади. Ригел иккита пайвандланган каркаслар ёрдамида арматураланади. Уни арматуралашда бўйлама арматураларнинг бир қисми эгувчи моментлар эпюраси ва материаллар эпюраси асосида қисқартирилади. Қиркилган арматуралар назарий қирқиш нуқтасидан масофагача киритилади.

Арматура (материал)лар эпюраси куйидаги кетма-кетликда қурилади:

1) Танланган арматуралар юзаси бўйича ҳисобий кесимлар қабул қила оладиган эгувчи моментлар аниқланади;

2) График усул ёрдамида эгувчи момент эпюрасидан M ординатаси бўйича арматураларнинг назарий қирқиш нуқтаси аниқланади;

3) $W=Q/2 \cdot q_{sw} + 5 \cdot d$ формула ёрдамида арматураларнинг анкерлаш узунликларини ҳисобланади, бу ерда қирқувчи кучнинг қирқиш нуқтасига мос келган қиймати олинади.

Биринчи сакрамдаги кесимни кўриб чиқамиз. Ўрта таянчдаги арматура: $2 \varnothing 25$ A -III унинг юзаси $A_s=9,82 \text{ см}^2$;

$$\mu = \frac{A_{sw}}{b \cdot h_0} = \frac{9,82}{20 \cdot 41} = 0,012 ; \quad \xi = \frac{\mu R_s}{R_b} = \frac{0,012 \cdot 365}{17} = 0,258 ;$$

2-иловадан $\eta=0,847$;

$$M=365 \cdot 9,82 \cdot 0,847 \cdot 41 \cdot 100 \cdot 10^{-5} = 124,48 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

назарий қирқиш нуктасида қолган арматура $2\text{Ø}12 \text{ А-III}$, $A_s=2,26 \text{ см}^2$;

$$\mu = \frac{2,26}{20 \cdot 41} = 0,003 ; \quad \xi = \frac{0,003 \cdot 365}{17} = 0,064 ;$$

2-иловадан $\eta=0,967$;

$$M=365 \cdot 2,26 \cdot 0,967 \cdot 41 \cdot 100 \cdot 10^{-5} = 32,71 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Ушбу кесимдаги қирқувчи куч $Q=122,4 \text{ кН}$ арматурани назарий қирқиш нуктасида кўндаланг арматуралар диаметри 8 мм ва $S=15 \text{ см}$ қадам билан сақланиб қолади.

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{255 \cdot 1,01 \cdot 100}{15} = 1717 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

Анкерлаш узунлиги:

$$W = \frac{Q}{2 q_{sw}} + 5d = \frac{122,4 \cdot 1000}{2 \cdot 1717} + 5 \cdot 2,8 = 50 \text{ см} < 20d = 20 \cdot 2,8 = 56 \text{ см} ;$$

Демак, $W_1=56 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Ўрта сакрамдаги арматура $4\text{Ø}16 \text{ А-III}$, $A_s=8,04 \text{ см}^2$;

$$\mu = \frac{2,26}{20 \cdot 39} = 0,008 ; \quad \xi = \frac{0,008 \cdot 365}{17} = 0,172 ;$$

2-иловадан $\eta=0,905$;

$$M=365 \cdot 8,04 \cdot 0,905 \cdot 39 \cdot 100 \cdot 10^{-5} = 103,58 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Сакрамдаги арматураларни назарий қирқиш нуктасидаги қолган арматура $2\text{Ø}16 \text{ А-III}$, $A_s=4,02 \text{ см}^2$;

$$\mu = \frac{4,02}{20 \cdot 39} = 0,005 ; \quad \xi = \frac{0,005 \cdot 365}{17} = 0,107 ;$$

2-иловадан $\eta=0,943$;

$$M=365 \cdot 4,02 \cdot 0,943 \cdot 39 \cdot 100 \cdot 10^{-5} = 53,97 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Ушбу кесимдаги кесувчи куч: $Q=68,4 \text{ кН}$;

Анкерлаш узунлиги:

$$W = \frac{68,4 \cdot 1000}{2 \cdot 1717} + 5 \cdot 1,6 = 28 \text{ см} < 20d = 20 \cdot 1,6 = 32 \text{ см} ;$$

Демак, $W_2=32 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Сакрамдаги арматурани 2-четидаги назарий қирқиш нуктасига тўғри келган кесувчи куч: $Q=61,4 \text{ кН}$;

Анкерлаш узунлиги:

$$W = \frac{61,4 \cdot 1000}{2 \cdot 1717} + 5 \cdot 1,6 = 26 \text{ см} < 20d = 20 \cdot 1,6 = 32 \text{ см} ;$$

Демак, $W_3=32 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Четки таянчдаги арматура $2\text{Ø}25 \text{ А-III}$, $A_s=9,82 \text{ см}^2$;

$$\mu = \frac{9,82}{20 \cdot 41} = 0,012 ; \quad \xi = \frac{0,012 \cdot 365}{17} = 0,258 ;$$

2-иловадан $\eta=0,847$;

$$M=365 \cdot 9,82 \cdot 0,847 \cdot 41 \cdot 100 \cdot 10^{-5} = 124,48 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Шу кесимдаги кесувчи куч: $Q=121 \text{ кН}$;

Анкерлаш узунлиги:

$$W = \frac{121 \cdot 1000}{2 \cdot 1717} + 5 \cdot 2,5 = 48 \text{ см} < 20 d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ см};$$

Демак, $W_4=50 \text{ см}$ қабул қиламиз.

9. Ўрта устундаги зўриқишларни аниқлаш

Ҳисобий юкламалардан қабул қилинаётган бўйлама кучларни аниқлаш

Устунлар тўри $5,4 \times 5,8$ м бўлганда, ўрта устуннинг юк майдони $31,32$ м². Бинонинг тури бўйича ишончлилик коэффиценти $\gamma_n=0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда битта том ёпмадан $3,584 \cdot 31,32 \cdot 0,95=106,64$ кН. ригелдан $(2,61/5,4) \cdot 31,32=14,39$ кН; устундан $\gamma_f=1,1$ ва $\gamma_n=0,95$ ларни ҳисобга олган ҳолда $0,4 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95=13,38$ кН; қабул қилинаётган юкламаларнинг умумий қиймати $G=134,41$ кН.

Битта қават ораёпмасидан тушаётган вақтинчалик юклама $\gamma_n=0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда: $Q=7,2 \cdot 31,32 \cdot 0,95=214,23$ кН; шу жумладан доимий $Q=5,04 \cdot 31,32 \cdot 0,95=149,96$ кН; ва қисқа муддатли $Q=2,16 \cdot 31,32 \cdot 0,95=64,27$ кН.

Том ёпма ва унинг плитасини оғирлиги 5 кН/м бўлганда $5 \cdot 31,32 \cdot 0,95=148,77$ кН; ригелдан $14,39$ кН; устундан $13,38$ кН;

Жами: $G=176,54$ кН.

Қор юкласи бўйича қурилиш майдони 1-географик районга киради. Юклама бўйича ишончлилик коэффиценти $\gamma_f=1,4$ ва бинонинг тури бўйича ишончлилик коэффиценти $\gamma_n=0,95$ ни ҳисобга олган ҳолда қордан тушаётган вақтинчалик юклама: $Q=0,5 \cdot 31,32 \cdot 0,95 \cdot 1,4=21,29$ кН; Шу жумладан узоқ муддатли: $Q=0 \cdot 31,32 \cdot 0,95 \cdot 1,4=0$ кН; ва қисқа муддатли: $Q=0,5 \cdot 31,32 \cdot 0,95 \cdot 1,4=21,29$ кН юкламалар.

Раманинг биринчи қавати устунидаги узоқ муддатли:

$$N=176,54+(134,4+149,96) \cdot 3=1538,37 \text{ кН};$$

ва тўла юкламалардан:

$$N=1538,37+21,92+64,27 \cdot 3=1941,64 \text{ кН};$$

Бўйлама куч: Ертўла устунидаги, узоқ муддатли:

$$N=1538,37+134,4+149,96=1882,74 \text{ кН}$$

ва тўла юкламалардан:

$$N=1882,74+21,92+64,27 \cdot 4=2290,27 \text{ кН}$$

ҳосил бўлган бўйлама куч.

Ҳисобий юкламалар таъсиридан устундаги эгувчи моментларни аниқлаш.

Ертўла ораёпмаси ригелидаги таянч моментларини ҳисоблаймиз. Ригел ва устуннинг бикрликлари нисбати $k=1,2 \cdot 0,58=0,7$; Моментлар қайта тақсимланишини ҳисобга олмаган ҳолда 1+2 юкланиш схемаси бўйича устундаги энг катта момент миқдорини аниқлаймиз.

Узоқ муддатли юкламалар таъсир қилганда:

$$M_{21}=- (0,09 \cdot 22,36 + 0,077 \cdot 27,77) \cdot 5,4^2 = -121,03 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{23}=- (0,084 \cdot 22,36 + 0,008 \cdot 27,77) \cdot 5,4^2 = -61,25 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Тўла юкламалар таъсир қилганда:

$$M_{21}=-121,03 - 0,077 \cdot 11,9 \cdot 5,4^2 = -147,76 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{23}=-61,25 - 0,008 \cdot 11,9 \cdot 5,4^2 = -64,02 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Рама таянч моментларининг абсолют қийматлари орасидаги фарқ:

узоқ муддатли юкламаларда $\Delta M=121,03-61,25=59,79$ кН·м; ва тўла юкламаларда: $\Delta M=147,76-64,02=83,73$ кН·м;

Ертўла устунидаги эгувчи момент:

узоқ муддатли юкламаларда: $M=0,4 \cdot \Delta M=0,4 \cdot 59,79=23,91$ кН·м; ва тўла юкламаларда: $M=0,4 \cdot \Delta M=0,4 \cdot 83,73=33,49$ кН·м;

Бўйлама кучнинг энг катта миқдорига мос келган эгувчи моментларни ҳисоблаймиз: Бунинг учун ригел сакрами юкланишини 1-схемасидан фойдаланамиз. Узоқ муддатли юкламалардан:

$$M=(0,09-0,084) \cdot 50,13 \cdot 5,4^2=8,77 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Ертўладаги: $M=0,4 \cdot 8,77=3,51$ кН·м ва биринчи қаватдаги: $M=0,6 \cdot 8,77=5,26$ кН·м устундаги эгувчи моментлар қиймати. Тўла юкламалардан: $M=(0,09-0,084) \cdot 62,03 \cdot 5,42=10,85$ кН·м; Ертўладаги $M=0,4 \cdot 10,85=4,34$ кН·м; биринчи қават $M=0,6 \cdot 10,85=6,51$ кН·м устунларидаги эгувчи моментлар.

Ўрта устуннинг мустаҳкамликка ҳисоби

Бетон ва арматуранинг мустаҳкамлик тавсифлари: худди ригелда қўлланилган В30 синфли оғир бетон ва А-III синфли арматура қўлланилади.

Ҳисобий зўриқишлар тўплами (ертўла устун учун): $\max N=2290,27$ кН; Шу жумладан доимий юкламалардан: $N=1882,74$ кН ва шунга мос келувчи момент: $M=4,34$ кН·м; шу жумладан доимий юкламалардан: $M=3,51$ кН·м; $\max M=33,49$ кН·м, шу жумладан $M=23,91$ кН·м; ва 1+2 юкланиш схемасига мос келувчи бўйлама куч қиймати: $N=2290,27+214,23/2=2183,2$ кН; шу жумладан: $N=1882,7+149,96/2=1807,8$ кН;

Симметрик жойлашган арматураларнинг қўндаланг кесим юзасини танлаш

Аслида ҳар иккала зўриқишлар тўплами учун бажарилиши лозим эди. Лекин, кўпинча зўриқишлар қийматини солиштириб қиймати катта бўлган зўриқишлар тўплами бўйича ҳисоб олиб борилади.

Бу ерда иккинчи зўриқишлар тўплами бўйича ҳисоблаймиз, кесимнинг ишчи баландлиги $h_0=40-4=36$ см ва эни $b=40$ см куч эксцентриситети

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{33,49 \cdot 100}{2183,2} = 1,5 \text{ см};$$

Тасодифий эксцентриситет: $e_0=h/30=40/30=1,33$ см; $e_0=l/600=320/600=0,53$ см. Лекин e_0 нинг қиймати 1 см дан кичик бўлмаслиги керак.

Куч эксцентриситети: $e_0=1,5$ см; тасодифий эксцентриситет: $e_0=1,33$ см дан катта бўлганлиги учун уни статик ноаниқ системани ҳисоблаш учун қабул қиламиз. Кесимдаги моментлар қийматини камроқ сиқилган (чўзилувчи) арматуранинг оғирлик марказига нисбатан аниқлаймиз.

Узоқ муддатли юкламаларда:

$$M_{II} = M_I + N_I \cdot \left(\frac{h}{2} - a \right) = 23,91 + 1807,8 \cdot \left(\frac{0,4}{2} - 0,04 \right) = 313,16 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

тўла юкламада: $M_I=33,5+2183 \cdot 0,16=382,8$ кН·м;

Нисбат $l_0/r=320/11,6=27,7 > 14$ бўлганлиги учун устун салқилиги таъсирини ҳисобга олиш лозим, бу ерда $r=0,289h=0,289 \cdot 40=11,6$ см (кесим ядросининг радиуси).

Кўп қаватли бино устунининг ҳисобий узунлиги ригел билан устун бикр бирикканда қават баландлигига тенг деб олинади. Бизнинг ҳисобда $l_0=l=320$ см.

Оғир бетон учун $\varphi_I=1+M_{II}/M_I=1+313,16/382,8=1,82$;

$$\delta = \frac{e_0}{h} = \frac{1,5}{40} = 0,038 < \delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{320}{40} - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,27$$

$\delta=0,27$ қабул қиламиз. Бетон ва арматуранинг эластиклик модуллари нисбати:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{32500} = 6,15 ;$$

Арматуралаш коэффициентини олдиндан белгилаймиз $\mu=0,01$ ва критик кучни ҳисоблаймиз

$$N_{cr} = \frac{6,4 E_b A}{\ell^2} \left[\frac{r^2}{\varphi_{\ell_0}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha \mu \left(\frac{h}{2} - a \right)^2 \right] =$$

$$= \frac{6,4 \cdot 32500 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 100}{320^2} \left[\frac{11,6^2}{1,82} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,27} + 0,1 \right) + 6,15 \cdot 0,01 \left(\frac{40}{2} - 4 \right)^2 \right] = 14704886 \quad H$$

η коэффициентини ҳисоблаймиз.

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{2183,2}{14705}} = 1,17$$

e нинг қийматини ҳисоблаймиз:

$$e = e_0 \eta + \left(\frac{h}{2} - a \right) = 1,5 \cdot 1,17 + \left(\frac{40}{2} - 4 \right) = 17,76 \text{ см}$$

сиклувчи зонанинг нисбий чегаравий баландлигини аниқлаймиз.

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right]} = \frac{0,73}{\left[1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right) \right]} = 0,58$$

бу ерда: $\omega=0,85-0,008 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b=0,85-0,008 \cdot 0,9 \cdot 17=0,73$

α_s, α_n, ξ ларни ҳисоблаймиз.

$$\alpha_n = \frac{N}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{2183,2 \cdot 1000}{0,9 \cdot 17 \cdot 40 \cdot 36 \cdot (100)} = 0,99 > \xi_R = 0,58$$

$$\xi = \frac{\alpha_n (1 - \xi_R) + 2 \alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2 \alpha_s} = \frac{0,99 \cdot (1 - 0,58) + 2 \cdot (-0,022) \cdot 0,58}{1 - 0,58 + 2 \cdot (-0,022)} = 1,04 > \xi_R = 0,58$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_n \cdot \left(\frac{e}{h_0} - 1 + \frac{\alpha_n}{2} \right)}{1 - \delta'} = \frac{0,99 \cdot \left(\frac{17,76}{36} - 1 + \frac{0,99}{2} \right)}{1 - 0,111} = -0,013 < 0$$

$$\delta' = \frac{a}{h_0} = \frac{4}{36} = 0,111$$

Арматура юзасини аниқлаймиз. α_s ни қиймати нолдан кичик бўлганлиги учун арматура юзасини минимал арматуралаш фоизи асосида танлаймиз.

$$A_s = 0,002 \cdot b \cdot h_0 = 0,002 \cdot 40 \cdot 36 = 2,88 \text{ см}^2$$

4-иловадан: $2 \text{ } \varnothing 14 \text{ A-III}$, $A_s = 3,08 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Изоҳ: $\alpha_s > 0$ бўлган ҳолда арматура юзаси қуйидаги формулалар орқали

ҳисобланади:

$$\xi = \frac{\alpha_n (1 - \xi_R) + 2 \alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2 \alpha_s} > \xi_R$$

$$A_s = A'_s = \frac{N}{R_s} \cdot \frac{\frac{e}{h_0} - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{1 - \delta'} / \alpha_n$$

Устун токчасининг ҳисоби

Ригелдан таянчда тушаётган юклама $Q=174,4$ кН;

Ригелнинг эни $b=20$ см бўлганда таянч майдончаси узунлигини $l=20$ см қабул қиламиз ва қуйидаги шартни текширамиз.

$$R_{b,loc} = \frac{Q}{\psi \cdot l \cdot b_{bm}} = \frac{174400}{0,75 \cdot 20 \cdot 20} = 581 \frac{H}{см^2} = 5,81 \text{ МПа} < \gamma_{b2} \cdot R_b = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа}$$

Ўртадаги 5 см ли тирқишни ҳисобга олганда токча узунлиги $l_1=20+5=25$ см га тенг, бунда устун четидан куч қўйилган нуқтагача бўлган масофа $a=l_1-l/2=25-20/2=15$ см га тенг. Токчанинг устун четидаги баландлиги $h=(0,7 \div 0,8) \cdot h_{bm}=(0,7 \div 0,8) \cdot 45=40$ см га тенг. Токча сиқилувчи томонининг қиялик бурчаги $\alpha=45^\circ$ градус бўлганда токча сиқилувчи четидан баландлиги $h_1=40-20=20$ см, токча кесимининг ишчи баландлиги $h_o=40-3=37$ см; $l_1=25 \text{ см} < 0,9h_o=0,9 \cdot 37=33$ см; бўлганда токча қисқа токча деб ҳисобланади. Кесим баландлиги $h=40$ см $> 2,5a=2,5 \cdot 15=37,5$ см бўлган қисқа токчани горизонтал хомутлар ва букик стерженлар билан арматураланади.

Юк қўйилган нуқтадан токча остигача ўтказилган кесимнинг юқори қисмини кесиб ўтувчи букик стерженларнинг юзаси:

$$A_i=0,002b \cdot h_o=0,002 \cdot 40 \cdot 37=2,96 \text{ см}^2$$

$2\text{Ø}14$ А-III $A_s=3,08 \text{ см}^2$ юзали арматурани қабул қиламиз.

$d_i=14$ мм < 25 мм шарт бажарилади.

Горизонтал хомутни $\text{Ø}6$ мм ли А-I синфли арматурадан қўямиз. Унинг қадами - $S=40/4=10$ см < 15 см, $S=10$ см қабул қиламиз.

Токча кесимининг мустаҳкамлигини қуйидаги шарт асосида текширамиз:

$$Q = \frac{1,5 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2}{a} = \frac{1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 40 \cdot 37^2 \cdot 100}{15} = 591000 \text{ Н}$$

$$Q=2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o=2,5 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 100=399660 \text{ Н}$$

Демак: $174400 \text{ Н} < 399660 \text{ Н}$ токча мустаҳкамлиги етарли.

Устун четидаги токчадаги эгувчи момент

$$M=Q \cdot a=174,4 \cdot 0,15=26,16 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Бўйлама арматура кесим юзаси:

$$A_s = \frac{1,25M}{R_s \cdot \eta \cdot h_o} = \frac{1,25 \cdot 26,16 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,9 \cdot 37 \cdot 100} = 2,69 \text{ см}^2$$

4-иловадан $2\text{Ø}14$ А-III синфли юзаси $A_s=3,08 \text{ см}^2$ га тенг арматура қабул қиламиз.

Устунни арматуралаш

Устунлар текис, пайвандланган каркаслардан иборат фазовий каркас билан

арматураланади. Бинонинг ертўласи ва биринчи қаватидаги устуннинг бўйлама арматураси $\varnothing 14$ мм бўлганда пайвандланиш шарти асосида $\varnothing 4$ Вр-I синфли сим арматурани қадами $S=250$ мм (50 ммга қадамли) масофада ўрнатамиз. Кўндаланг арматура қадами устун эни $b=400$ мм дан ва $20d=20 \cdot 14=280$ ммдан кичик, демак шарт бажарилади.

10. Устун остидаги пойдевор ҳисоби

Устуннинг кесими 40×40 см устуннинг пойдевор билан бирикиш жойидаги зўриқишлар:

$$1) N=2290,3 \text{ кН}; M=4,3/2=2,15 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$\text{куч эксцентриситети: } e_0=215/2290,3=0,094 \text{ см};$$

$$2) N=2183,2 \text{ кН}; M=33,5/2=16,75 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$\text{куч эксцентриситети: } e_0=1675/2183,2=0,77 \text{ см};$$

Куч эксцентриситетининг қиймати нисбатан кичик бўлганлиги учун устун пойдеворини марказий сиқилувчи элемент деб ҳисоблаймиз.

Ҳисобий зўриқиш: $N=2290,3$ кН; юклама бўйича ишончлилик коэффициенти: $\gamma_n=1,15$; меъёрий зўриқиш: $N=2290,3/1,15=1991,6$ кН;

Замин - нами кам бўлган куқунсимон ўртача зичлиги $\gamma=1900$ кг/м³; Грунтнинг ҳисобий қаршилиги: $R_0=0,45$ МПа, бетон синфи В30, арматура синфи А-III. Пойдевор тўпиғидаги грунт ва бетоннинг ҳажм бирлигидаги оғирлиги: $\gamma=20$ кН/м³.

Пойдевор баландлигини дастлаб 90 см (30 см га карали), ўрнатиш чуқурлигини $H_1=1,05$ м белгилаб оламиз.

Пойдевор таглигининг ўлчамларини: кенглиги ва қўйилиш чуқурлиги бўйича R_0 га тузатиш киритмасдан қуйидаги формула асосида ҳисоблаймиз:

$$A = \frac{N}{R_0 - \gamma \cdot H_1} = \frac{1991,6}{0,45 \cdot 10^3 - 20 \cdot 1,05} = 5,25 \text{ м}^2$$

Квадрат таглик томонларининг ўлчами: $a = \sqrt{5,25} = 2,29$ м ва (0,3 м га карали) $a=2,4$ м деб қабул қиламиз.

Ҳисобий юкламадан заминга узатилаётган босим:

$$P = \frac{N}{a \cdot b} = \frac{2290,3}{2,4 \cdot 2,4} = 397,62 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Эзилиш шарти бўйича пойдеворнинг ишчи баландлиги:

$$h_0 = -\frac{h_{col} + b_{col}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N}{\gamma_{b2} \cdot R_{bt}} + P} = -\frac{0,4 + 0,4}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2290,30}{0,9 \cdot 1,05 \cdot 10^3} + 397,62} = 0,45 \text{ м};$$

Қуйидаги шартлар асосида пойдеворнинг тўла баландлигини белгилаймиз:

$$1) \text{ Эзилиш } H=45+4=49 \text{ см}$$

$$2) \text{ Устуннинг пойдеворга кириши } H=1,5h_{col}+25=1,5 \cdot 40+25=85 \text{ см}$$

$$3) \text{ Устун сиқилувчи арматураси } \varnothing 14 \text{ А-III, анкерлаш } H=24d+25=24 \cdot 1,4+25=59 \text{ см}.$$

Юқоридагиларга асосан пойдевор баландлигини $H=90$ см белгилаймиз, ишчи баландлиги $h_0=h-a=90-4=86$ см – уч поғонали. Стакан остининг қалинлиги $20+5=25$ см.

III-III кесимдан бошланадиган пойдевор қуйи поғонасининг ишчи баландлиги қия кесим бўйича, кўндаланг арматурасининг мустаҳкамлик шарти бажарилишини текшираемиз. Ушбу кесимнинг бирлик эни учун ($b=100$ см)

$$Q = 0,5 \cdot (2,4 - 0,4 - 2 \cdot 0,86) \cdot 397,62 = 55,7 \text{ кН} = 55700 \text{ Н}$$

$$Q=0,6 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot h_0 \cdot b = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 26 \cdot 100 \cdot (100) = 126360 \text{ Н}$$

мустаҳкамлик шартини қаноатлантиради.

I-I ва *II-II* кесимдаги ҳисобий эғувчи моментлар:

$$M_I = 0,125 P(a-h_{col})^2 b = 0,125 \cdot 397,62 \cdot (2,4-0,4)^2 \cdot 2,4 = 477,1 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_{II} = 0,125 P(a-a_1)^2 b = 0,125 \cdot 397,62 \cdot (2,4-1,2)^2 \cdot 2,4 = 171,8 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Арматуранинг кесим юзаси:

$$A_{sI} = \frac{M_I}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{477,1 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 86 \cdot 365 \cdot 100} = 16,9 \text{ см}^2;$$

$$A_{sII} = \frac{M_{II}}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{171,8 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 56 \cdot 365 \cdot 100} = 9,34 \text{ см}^2;$$

Ҳар иккала йўналишдаги ишчи арматураси $15\varnothing 12$ А-III; $A_s=16,96 \text{ см}^2$ стержендан иборат бўлган ностандарт пайвандланган тўрни 4-иловадан қабул қиламиз.

Ҳисобий кесимларнинг арматуралаш фоизи:

$$\mu_I = \frac{A_{sI} \cdot 100}{b_I \cdot h_0} = \frac{16,96 \cdot 100}{120 \cdot 86} = 0,16 \text{ \%};$$

$$\mu_{II} = \frac{A_{sII} \cdot 100}{b_{II} \cdot h_0} = \frac{16,96 \cdot 100}{180 \cdot 56} = 0,17 \text{ \%};$$

$\mu=0,05\%$ дан катта.

Битта элемент учун арматуралар қайдномаси

| Позиция рақами | Элемент номи | Каркас ёки тўр | Арматура диаметри | Арматура синфи | Узунлиги, мм | Сони, дона | 1м узунлиги оғирлиги, кг | Умумий оғирлиги, кг |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|--------------|------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Қобурғали плита | | 15 | К-7 | 5750 | 2 | 1,578 | 18,15 |
| 2 | | К-1 | 8 | А-I | 5750 | 4 | 0,395 | 9,09 |
| 3 | | К-1 | 4 | Вр-I | 280 | 68 | 0,092 | 1,75 |
| 4 | | К-2 | 8 | А-I | 1320 | 4 | 0,395 | 2,09 |
| 5 | | К-2 | 4 | Вр-I | 180 | 28 | 0,092 | 0,46 |
| 6 | | С-1 | 5 | Вр-I | 1250 | 39 | 0,144 | 7,02 |
| 7 | | С-1 | 4 | Вр-I | 5725 | 7 | 0,092 | 3,69 |
| 8 | | С-2 | 4 | Вр-I | 500 | 39 | 0,092 | 1,79 |
| 9 | | С-2 | 4 | Вр-I | 5725 | 6 | 0,092 | 3,16 |
| 10 | | С-3 | 4 | Вр-I | 520 | 24 | 0,092 | 1,15 |
| 11 | | С-3 | 4 | Вр-I | 520 | 24 | 0,092 | 1,15 |
| 12 | | И-1 | 10 | А-I | 1410 | 4 | 0,617 | 3,48 |
| 13 | Ригел | К-3 | 16 | А-III | 4850 | 2 | 1,578 | 15,31 |
| 14 | | К-3 | 16 | А-III | 2710 | 2 | 1,578 | 8,55 |
| 15 | | К-3 | 25 | А-III | 890 | 2 | 3,853 | 6,86 |
| 16 | | К-3 | 28 | А-III | 1130 | 2 | 4,834 | 10,92 |
| 17 | | К-3 | 12 | А-III | 2840 | 2 | 0,888 | 5,04 |
| 18 | | К-3 | 8 | А-III | 420 | 50 | 0,395 | 8,30 |
| 19 | | И-2 | 10 | А-I | 1430 | 2 | 0,617 | 1,76 |
| 20 | Устун | КФ-1 | 14 | А-III | 8550 | 4 | 1,208 | 41,31 |
| 21 | | КФ-1 | 5 | Вр-I | 380 | 92 | 0,144 | 5,03 |
| 22 | | КФ-1 | 14 | А-III | 1920 | 4 | 1,208 | 9,28 |
| 23 | | КФ-1 | 14 | А-III | 330 | 8 | 1,208 | 3,19 |
| 24 | | КФ-1 | 6 | А-I | 860 | 4 | 0,222 | 0,76 |
| 25 | | КФ-1 | 6 | А-I | 820 | 4 | 0,222 | 0,73 |
| 26 | | КФ-1 | 6 | А-I | 560 | 4 | 0,222 | 0,50 |
| 27 | | КФ-1 | 6 | А-I | 360 | 4 | 0,222 | 0,32 |
| 28 | | С-4 | 4 | Вр-I | 380 | 40 | 0,092 | 1,68 |
| 29 | Пойдевор | С-5 | 12 | А-III | 2350 | 15 | 0,888 | 31,30 |
| 30 | | С-5 | 12 | А-III | 2350 | 15 | 0,888 | 31,30 |

Битта элемент учун пўлат сарфи

| Элемент номи | Зўриктирилган арматура синфи | | | Зўриктирилмаган арматура синфи | | | | | | | | | | | | | | Умумий оғирлиги, кг | | |
|--------------|------------------------------|-------|-------------|--------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|----|-------|------|-------|------|---------------------|-------|-------|
| | К-7 | | Хаммаси, кг | Вр-I | | | А-I | | | | А-III | | | | | | | | | |
| | 15 | Жами | | 4 | 5 | Жами | 6 | 8 | 10 | Жами | 8 | 12 | 14 | 16 | 25 | 28 | Жами | | | |
| Плита | 18,15 | 18,15 | 18,15 | 13,15 | 7,02 | 20,17 | | 11,18 | 3,48 | 14,66 | | | | | | | | | 52,98 | |
| Ригел | | | | | | | | | 1,76 | 1,76 | 8,30 | 5,84 | | 23,86 | 6,86 | 10,92 | | 54,98 | 56,74 | |
| Устун | | | | 1,68 | 5,04 | 6,72 | 2,31 | | | 2,31 | | | | 53,78 | | | | | 53,78 | 62,81 |
| Пойдевор | | | | | | | | | | | | 62,60 | | | | | | | 62,60 | 62,60 |

Тавсия этиладиган адабиётлар рўйхати

1. В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов “Железобетонные конструкции” М. Стройиздат-1991
2. Б.А.Асқаров «Қурилиш конструкциялари» Т.:Ўзбекистон, 1995 йил
3. ҚМҚ 2. 03. 01-96 «Бетон ва темирбетон конструкциялар» Т. 1996й
4. А. А. Ашрабов Ю. В. Зайцев «Қурилиш конструкциялари» Тошкент «Фан» комитети -1998 й.
5. ҚМҚ 2.03.07-98 «Ғишт ва армоғишт конструкциялар» Т. 1998й.
6. Ўзбекистон республикаси стандарти. Конструкторлик хужжатларини ягона тизими. Масштаблар. УзРСТ 2.302-97, расмий нашр.