



2-rasm - Suvga to‘yingan tuproqning suyuqlanishi natijasida to‘g‘onning buzilishi.

G‘ovaklik koeffitsiyenti $e > 0,9$ bo‘lgan changli gil tuproqlar (shu jumladan, cho‘kish) - gil va qumloqlar uchun va $e > 0,7$ - qumloqlar uchun, agar ularning deformatsiya modulining standart qiymati $e > 15$ bo‘lsa, seysmik xususiyatlar bo‘yicha II toifaga kirishi mumkin. MPa va ob‘ektlarni ishlatish jarayonida poydevor tuproqlarini suv bosmaslik uchun sharoitlar ta‘minlanadi.

Mikrorayonda loyihalashtirilgan inshootlar bazasida yaxshiroq tuproqlar paydo bo‘lgan taqdirda, seysmik ta‘sir ko‘rsatkichini bittaga kamaytirish tavsiya etiladi (qoida tariqasida, bu masala loyihalash tashkiloti bilan kelishilgan holda hal qilinadi va bu holda katta yoki ekologik xavfli inshootni qurish va tegishli organlar bilan).

Adabiyotlar ro‘yxati

1. R.D. Xamroqulov. S.SH.Sarimsoqov. .Noyob va baland binolarning zilzilabardoshligi.
2. Мартемьянов А.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений, возводимых в сельской местности.М.: Стройиз - дат, 1982.176с.
3. КМК 2.01.03–19. «Строительство в сейсмических районах.», Ташкент, 2019.

UO‘K: 624.012.46

TEMIRBETON RIGELLARNI KUCHAYTIRISH

Dotsent Saydazimov M.R. (TAQU)

Annotatsiya: Bino va inshootlarni rekonstruksiya qilish va kuchaytirish yaqin kelajakdagi qurilishning asosiy yo‘nalishlaridan biridir. Bugungi kunga kelib, turli xil temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirishda katta tajriba allaqachon to‘plangan. Kuchaytirishni loyihalashda ikkita yondashuv amalga oshiriladi - mavjud konstruksiyalar yukini tushirish (ya‘ni yukni qisman yoki to‘liq kuchaytirish konstruksiyasiga o‘tkazish) va mavjud konstruksiyaning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish.

Аннотация: Реконструкция и усиление зданий и сооружений являются одним из основных направлений в строительстве на ближайшее будущее. К настоящему времени уже накоплен значительный опыт усиления различных железобетонных конструкций. Реализуется два подхода при проектировании усиления разгрузка существующей конструкции (т.е. частичная или полная передача нагрузки на конструкцию усиления) и увеличение несущей способности существующей конструкции.

Annotation: Reconstruction and strengthening of buildings and structures is one of the main directions in construction for the near future. To date, considerable experience has already been accumulated various reinforced concrete structures. There are two approaches for reinforcement design - unloading the existing structure (i.e. partial or complete transfer of the load to the reinforcement structure) and increase in the bearing capacity of the existing structure.

Kalit so‘zlar: kuchaytirish, mustahkamlik, konstruksiya, ekspluatatsiya, yuk, kesim, beton, armatura, koeffitsient, rigel.

Ключевые слова: усиления, прочность, конструкция, эксплуатация, нагрузка, сечение, бетон, армирование, коэффициент, ригель.

Keywords: reinforcements, strength, design, operation, load, section, concrete, reinforcement, coefficient, crossbar.

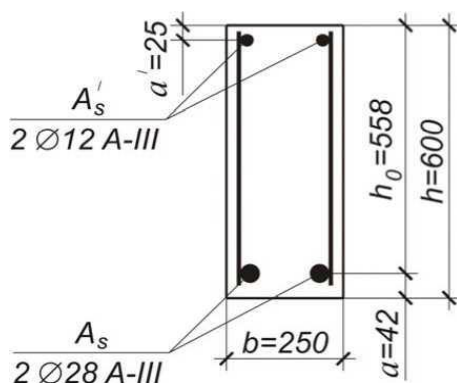
Kirish. Yangi konstruksiyaga qaraganda, kuchaytirishni loyihalash amaliy jihatdan har doim qiyinroq.

Qoida tariqasida, har bir alohida holatda ma'lum individual xususiyatlarni hisobga olish kerak, xususan: kuchaytirilayotgan konstruksiyaga zarar yetkazish darajasi; qo'shni konstruktarning holati; yuklashning xarakteri; kuchaytirish ishlarini bajarishni cheklash; kuchaytirishni amalga oshiruvchi tashkilotning texnik imkoniyatlari.

Yuk ko'taruvchi temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi: hisobiy sxemasini va kuchlanish holatini o'zgartirmasdan; hisoblash sxemasini o'zgartirish bilan; kuchlanish holatini o'zgartirish bilan.

Loyihalarni ishlab chiqishda kuchaytirilgan konstruksiyaning yaxlitligini maksimal darajada saqlashga intilish zarur va optimal kuchaytirish usulini tanlashda konstruksiya ishining haqiqiy xarakterini va haqiqiy yuklarni belgilash muhimdir. Shungdek, kuchaytirish loyihasini ishlab chiqishda yuklarni oshirish istiqbollarni hisobga olish kerak [4].

Asosiy qism. Vaqtinchalik yukning ortishi tufayli temirbeton orayopmali rigelni kuchaytirish talab qilinadi (1-rasm).



1- rasm. Mavjud temirbeton rigelning kesimi

Dastlabki ma'lumotlar. Rigelning bo'linish oralig'i $l = 6.0$ m, kesimi $b \times h = 250 \times 600$ mm. Issiqlik bilan ishlov berilgan og'ir beton, sinfi B20 ($R_b = 11,5$ MPa; $R_{bt} = 0,9$ MPa; $R_{b\ ser} = 15,0$ MPa; $R_{bt\ ser} = 1,40$ MPa; $E_b = 24 \cdot 10^3$ MPa, qaralsin. [4, jadval. 13, 12, 18]); pastki ishchi bo'ylama sterjenli armatura $2\text{Ø}28\text{A-III}$ ($R_s = 365$ MPa; $A_s = 1232$ mm²); yuqorgi ishchi bo'ylama sterjenli armatura $2\text{Ø}12\text{A-III}$ ($R_{sc} = 365$ MPa; $A_s' = 226$ mm²).

Biz rigelni mustahkamlash zarurligini aniqlaymiz.

1 m rigel uzunligi uchun hisobiy yukni aniqlaymiz. Yuklash teng taqsimlangan deb hisoblanadi. Yuklash maydonining kengligi uzunlamasına yo'nalishdagi ustunlar qadami (plitalar oralig'i) $B = l_1 = 6$ m.g'a teng. 1m² orayopmaga yuklarni hisoblash g'ovakli plitani kuchaytirish misolida keltirilgan [1].

Hisobiy yuk:

Doimiy orayopmadan

$$g_{o.yop.} = g \cdot B = 4.26 \cdot 6.0 = 25.56 \text{ kN/m};$$

vaqtinchalik

$$V_{o.yop.} = v \cdot B = 15.0 \cdot 6.0 = 90.0 \text{ kN/m};$$

Rigel og'irligidan

$$g_{rig.} = \gamma_f \cdot \rho \cdot b \cdot h = 1.1 \cdot 25 \cdot 0.25 \cdot 0.6 = 4.125 \text{ kN/m};$$

To'liq yuk

$$q_1 = g_{o.yop.} + V_{o.yop.} + g_{rig.} = 25.56 + 90.0 + 4.125 = 119.68 \text{ kN/m.}$$

O'rta oraliqdagi rigelning hisobiy oralig'i

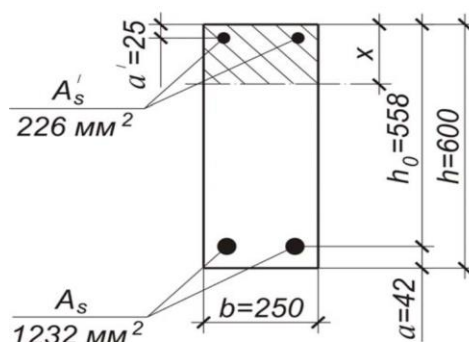
$$l_0 = l - h_y - \frac{c}{2} = 6.0 - 0.3 - \frac{0.15}{2} = 5.625 \text{ m,}$$

bu yerda - $h_y = 300 \text{ mm}$ ustun kesimi o'lchami (topshiriq bo'yicha); $c = 150 \text{ mm}$ - yashirin konsoldan chiqish.

- Rigelga to'liq yukning ta'siridan maksimal egilish momentini hisoblaymiz:

$$M_1 = \frac{q_1 \cdot l_0^2}{8} = \frac{119.68 \cdot 5.625^2}{8} = 473.34 \text{ kN} \cdot \text{m.}$$

- Chegara kuchini hisoblash orqali oraliqda rigelning yuk ko'tarish qobiliyatini topamiz (2-rasm).



2- rasm. Oraliqda rigelning hisobiy normal kesimi

Rigel kesimining ishchi balandligi

$$h_0 = 600 - 42 = 558 \text{ mm,}$$

$$\text{bu yerda } a = a_{z.min} + \frac{a_s}{2} = 28 + \frac{28}{2} = 42 \text{ mm,}$$

Kesimning siqilgan zonasining balandligi

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = \frac{365 \cdot 1232 - 365 \cdot 226}{11.5 \cdot 0.9 \cdot 250} = 141.9 \text{ mm.}$$

Kesimning siqilgan zonasining nisbiy balandligi

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{141.9}{558} = 0.254.$$

$$\xi_R = \frac{0.8}{1 + \frac{R_s}{700}} = \frac{0.8}{1 + \frac{365}{700}} = 0.526 > \xi = 0.254.$$

Normal kesimning yuk ko'tarish qobiliyati

$$\begin{aligned} M &= R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = \\ &= 11.5 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 0.25 \cdot 0.142 \cdot (0.558 - 0.5 \cdot 0.1419) + 365 \cdot 10^3 \\ &\cdot 226 \cdot 10^{-6} \cdot (0.558 - 0.025) = 222.93 \text{ kN} \cdot \text{m.} \end{aligned}$$

- Sharttni tekshiramiz

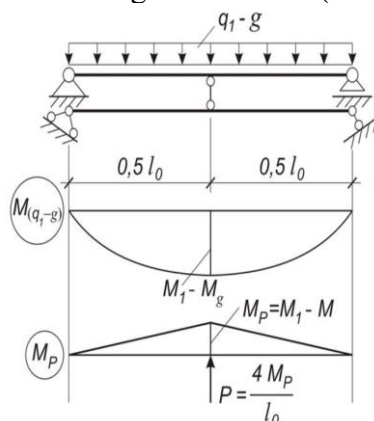
$$M \geq M_1; 222.93 \text{ kN} \cdot \text{m} \leq 473.34 \text{ kN} \cdot \text{m.}$$

Shart bajarilmaydi; shuning uchun oraliqda rigelni kuchaytirish kerak. Talab qilingan kuchaytirish koeffitsenti

$$k = \frac{M_1}{M} = \frac{473.34}{222.93} = 2.123.$$

Elastik tayanchni qo'shish orqali rigelni kuchaytirish

Elastik tayanchni qo'shimcha qo'shish orqali rigelni (metall rigel asosida elastik tayanch yaratilgan) kuchaytirishni hisoblashni amalga oshiramiz. (3 - rasm).



3 – rasm. Kuchaytirishdan keyingi rigelning hisoblash sxemasi.

Mavjud temirbeton rigelda egilish momentlarining epyuralari

Rigelni kuchaytirish bo'yicha ishlarni bajarishdan oldin iloji boricha yuk kamaytiriladi.

1. Mavjud konstruksiyani kuchaytirilgandan so'ng unga qo'llaniladigan hisoblangan hisobiy yukning qiymatini aniqlaymiz:

$$q_1 - g = 119.68 - 29.68 = 90 \text{ kN/m},$$

bu erda g - kuchaytirish ishlarini bajarishdagi hisobiy yuk.

Agar rigelda to'liq yuk kamaytirilsa, orayopma konstruksiyalaridan faqat doimiy yuk qoldirilsa, biz quyidagilarni olamiz:

$$g = g_{o.yop.} + g_{rig.} = 25.56 + 4.125 = 29.68 \text{ kN/m}.$$

2. Rigelning xarakterli kesimda (elastik tayanchda joylashgan) yuklar kamaytirilgandan keyin hisobiy egilish momentini hisoblaymiz:

$$M_g = \frac{g \cdot l_0^2}{8} = \frac{29.68 \cdot 5.625^2}{8} = 117.39 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

3. To'liq yuk q_1 ta'siridan chegaraviy momentdan qabul qilingan normal kesimda, oshirilgan eguvchi hisobiy momentni aniqlaymiz:

$$M_p = M_1 - M = 473.84 - 222.93 = 250.41 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

4. Elastik tayanchning kerakli reaksiyasini topamiz:

$$P = \frac{4 \cdot M_p}{l_0} = \frac{4 \cdot 250.41}{5.625} = 178.07 \text{ kN}.$$

5. Temirbeton rigelning egrilini (q_1-g) yukdan, ya'ni kuchaytirilgandan keyin, yoriqlar bilan rigelning ishlashini hisobga olgan holda aniqlaymiz.

Quyidagi parametrlarni hisoblaymiz.

- Cho'zilgan betonning elastik deformatsiyalarini hisobga olmagan holda yoriqlar hosil bo'lish momenti

$$M_{crc} = R_{bt.ser} \cdot W = R_{bt.ser} \cdot \frac{I_{red} \cdot 2}{h} = 1.4 \cdot 10^3 \cdot \frac{0.00533 \cdot 2}{0.6} = 24.87 \text{ kN} \cdot \text{m},$$

bu yerda

$$\begin{aligned} I_{red} &= \frac{b \cdot h^3}{12} + \alpha \cdot A_s \cdot (0.5h - a)^2 + \alpha \cdot A'_s \cdot (0.5h - a')^2 = \\ &= \frac{0.25 \cdot 0.6^3}{12} + 8.33 \cdot 1232 \cdot 10^{-6} \cdot (0.5 \cdot 0.6 - 0.042)^2 + 8.33 \cdot 226 \cdot 10^{-6} \cdot (0.5 \cdot 0.6 - 0.025)^2 = 0.00533 \text{ m}^4; \end{aligned}$$

Yoriqlar orasidagi cho'zilgan betonning ta'sirini e'tiborga olgan holda, keltirilgan armaturaning cho'zilishgagi deformatsiya moduli

$$E_{s,red} = \frac{E_s}{\Psi_s} = \frac{20 \cdot 10^4}{0.944} = 21.19 \cdot 10^4 \text{ MPa},$$

bu yerda

$$\Psi_s = 1 - 0.8 \cdot \frac{M_{crc}}{(M_1 - M_g)} = 1 - 0.8 \cdot \frac{24.87}{(473.34 - 117.39)} = 0.944.$$

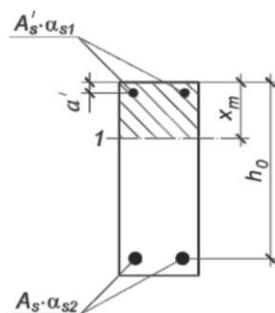
Siqilgan betonning deformatsiyalanish modulining kamayishi

$$E_{s,red} = \frac{R_{b,ser}}{\varepsilon_{b1,red}} = \frac{15.0}{2.8 \cdot 10^{-3}} = 5357.1 \text{ MPa},$$

bu yerda $\varepsilon_{b1,red} = 2.8 \cdot 10^{-3}$ – uzluksiz yuk ostida betonning nisbiy deformatsiyasi va atrofmuhit havosining nisbiy namligi $W = 40-75\%$ [2].

Rigelning ko'ndalang kesimini, ya'ni uning og'irlik markaziga nisbatan inertsiya momentini aniqlaymiz (4-rasm):

$$I_{red} = I_b + I_s \cdot \alpha_{s2} + I'_s \cdot \alpha_{s1}.$$



4 – rasm. Rigelning keltirilgan ko'ndalang kesimi: 1 - betonning cho'zilish zonasini hisobga olmagan holda, kesimning og'irlik markazining darajasi

Oldindan, betonga armatura kiritish koeffitsientlarining qiymatlarini topamiz:

- siqilgan armatura uchun

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}} = \frac{20 \cdot 10^4}{5357.1} = 37.33 ;$$

- cho'zilgan armatura uchun [2].

$$\alpha_{s2} = \frac{E_{s,red}}{E_{b,red}} = \frac{21.19 \cdot 10^4}{5357.1} = 39.55 ;$$

Ko'ndalang kesmaning siqilgan zonadagi balandligini hisoblaymiz:

$$x_m = h_0 \cdot \left[\sqrt{(\mu_s \cdot \alpha_{s2} + \mu'_s \cdot \alpha_{s1})^2 + 2 \cdot \left(\mu_s \cdot \alpha_{s2} + \mu'_s \cdot \alpha_{s1} \cdot \frac{a'}{h_0} \right) - (\mu_s \cdot \alpha_{s2} + \mu'_s \cdot \alpha_{s1})} \right] =$$

$$= 558 \cdot \left[\sqrt{\left(0,00883 \cdot 39,55 + 0,00162 \cdot 37,33 \right)^2 + 2 \cdot \left(0,00883 \cdot 39,55 + 0,00162 \cdot 37,33 \cdot \frac{25}{558} \right) - \right.$$

$$\left. - (0,00883 \cdot 39,55 + 0,00162 \cdot 37,33) \right] = 292,5 \text{ mm},$$

bu yerda

$$\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{1232}{250 \cdot 558} = 0,00883;$$

$$\mu'_s = \frac{A'_s}{b \cdot h_0} = \frac{226}{250 \cdot 558} = 0,00162.$$

$$I_{red} = \left[\frac{0.25 \cdot 0.2925}{12} + 0.25 \cdot 0.2925 \cdot \left(\frac{0.2925}{2} \right)^2 \right] + 39.55 \cdot 1232 \cdot 10^{-6} \cdot (0.558 - 0.2925)^2 + 37.33 \cdot 226 \cdot 10^{-6} \cdot (0.2925 - 0.025)^2 = 0.006124 \text{ m}^4.$$

Temirbeton rigelning (q_1 -g) yuk ta'siridan egriligi formula bilan aniqlanadi.

$$\left(\frac{1}{r} \right) = \frac{(M_1 - M_g)}{D} = \frac{473.34 - 117.39}{32806.88} = 0.010850 \text{ 1/m},$$

bu erda D – berilgan elementning ko'ndalang kesimining egilish qattiqligi,

$$D = E_{b,red} \cdot I_{red} = 5357.1 \cdot 10^3 \cdot 0.006124 = 32806.88 \text{ kN} \cdot \text{m}^2.$$

6. Rigelning yoriqlarsiz ishlashini hisobga olgan holda, P elastik reaksiyadan temirbeton rigelning egriligini aniqlaymiz

$$\left(\frac{1}{r} \right) = -\frac{M_p}{D} = -\frac{250.41}{33633.16} = -0.007439 \text{ 1/m},$$

bu yerda

$$D = E_{b1,red} \cdot I_{red} = 6315.79 \cdot 10^3 \cdot 0.00533 = 33633.16 \text{ kN} \cdot \text{m}^2.$$

$I_{red} = 0.00533 \cdot 10 \text{ m}^4$ (ilova 5); E_{b1} - siqilgan betonning deformatsiya moduli,

yukning uzoq muddatli ta'siri ostida, teng qabul qilinadi

$$E_{b1} = E_{b\tau} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} = \frac{24 \cdot 10^3}{1 + 2.8} = 6315.39 \text{ MPa},$$

bu yerda $\varphi_{b,cr} = 2.8 \cdot 10^3$ – sinfi B20 bo'lgan betonning oquvchanlik koeffitsienti va atrof-muhit havosining nisbiy namligi $W = 40-70 \%$ [2].

7. Temirbeton rigelning ($q_1 - g$) yukning birgalikdagi harakati va P elastik tayanchning reaksiyasidan xarakterli kesimdagi solqiligini hisoblaymi:

$$f = \left(\frac{1}{r} \right) \cdot \frac{5}{48} \cdot l_0^2 + \left(\frac{1}{r} \right) \cdot \frac{1}{12} \cdot l_0^2 == (0.01085) \cdot \frac{5}{48} \cdot 5.625^2 + (-0.007439) \cdot \frac{1}{2} \cdot 5.625^2 \\ = 0.016 \text{ m} \ll f_{min} = \frac{1}{200} \cdot l = 0.03 \text{ m}.$$

8. Temirbeton va metall rigelning tenglik shartidan solqiliklarini, xarakterli kesimdagi rigelni kuchaytirish inertsiya momentini aniqlaymiz.

Kuchaytiruvchi rigelni (qo'llab-quvvatlovchi rigel) po'latdan yasalgan profil C245

($E_{s1} = 2.06 \cdot 10^5 \text{ MPa}$) bajaramiz.

$$I_{x1} = \frac{M_p \cdot l_0^2}{12} \cdot \frac{1}{E_{s1} \cdot f} = \frac{250.41 \cdot 5.625^2}{12} \cdot \frac{1}{2.06 \cdot 10^5 \cdot 10^3 \cdot 0.016} == 0.00020032 \text{ m}^3 \\ = 20032 \text{ sm}^4.$$

• Qo'shimcha elastik tayanchni qo'shish orqali rigelni kuchaytirish bo'yicha ishlar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

- armatura konstruktsiyasi uchun tayanchlar o'rnatiladi (metall rigel) po'latga payvandlangan alohida tokchalar yoki konsollar shaklida bog'lovchi ustunlar;
- shpalni mustahkamlash zonasida shiftni maksimal tushirish;
- dizayn holatiga o'rnatiladi va struktura mustahkamlanadi

kuchaytirish;

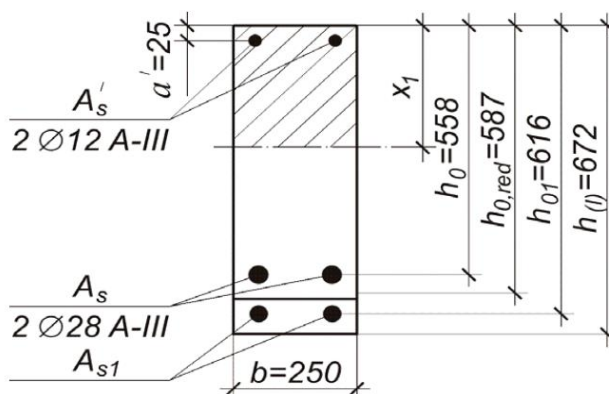
- armatura konstruktsiyasi po'latni haydash orqali ishga tushiriladi shpalga qarama-qarshi bo'lgan takozlar (qirrali sirtli plitalar) [1].

Qo'shimcha sterjenlarni payvandlash orqali rigelni kuchaytirish

Rigelning yuk ko'tarish qobiliyati ($M = 222,93 \text{ kH}\cdot\text{M}$) va maksimal to'liq hisobiy yukining ta'siridan rigeldagi egilish momenti ($M_1 = 473,34 \text{ kH}\cdot\text{M}$) – qism boshida aniqlangan. Kuchaytirishning talab qilingan ko'effitsienti

$$k = \frac{M_1}{M} = \frac{473.34}{222.93} = 2.123.$$

Qo'shimcha armaturalash orqali rigelni kuchaytirish hisobini bajaramiz (5 – rasm).



5 – rasm. Qo'shimcha armaturalash orqali kuchaytirilgan rigelning hisobiy kesimi kuchaytirilgan kesimning ishchi balandligi

$$h_{0,red} = \frac{h_0 + h_{01}}{2} = \frac{558 + 616}{2} = 587 \text{ mm},$$

bu yerda $h_{01} = h + 0.5 \cdot d_{s1} = 600 + \frac{32}{2} = 616 \text{ mm}.$

α_m = ko'effitsientini aniqlaymiz:

$$\alpha_m = \frac{M_1}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot h_{0,red}^2} = \frac{473.34}{11.5 \cdot 10^3 \cdot 0.25 \cdot 0.587^2} = 0.531.$$

$\alpha \leq \alpha_R$ shartni tekshiramiz:

$$\alpha_m = 0.531 \geq \alpha_R \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi_R) = 0.526 \cdot (1 - 0.5 \cdot 0.526) = 0.387.$$

Shart bajarilmaydi; shuning uchun kesimlarda tarbiyadan foydalanish oraliq rigelning mustahkamligini etarli darajada oshirishga imkon bermaydi

• Bizning holatimizda mumkin bo'lgan qo'shimcha armaturalar maksimal yuzasini aniqlaymiz. Buning uchun $\alpha = \alpha_R = 0.87$ ni qiymatini qabul qilamiz. 3.1 – jadval 3 - ilovadan $\eta = 0,738$ ni topamiz [2].

Talab qilingan armaturalar yig'indisi kesim yuzasini hisoblaymiz (mavjud va qo'shimcha):

$$A_{s,tot} = \frac{M_1}{R_s \cdot h_{0,red} \cdot \eta} = \frac{473.34}{365 \cdot 10^3 \cdot 0.587 \cdot 0.738} \cdot 10^6 = 2993.5 \text{ mm}^2$$

1. Kuchaytirishni A400 sinfli ($R_{s1} = 350 \text{ MPa}$) armaturadan bajaramiz. Talab qilingan qo'shimcha armaturalar kesim yuzasini belgilaymiz:

$$A_{s1} = (A_{s,tot} - m_1 \cdot A_s) \cdot \frac{R_s}{R_{s1} \cdot m} = (2993.5 - 0.75 \cdot 12320) \cdot \frac{365}{350 \cdot 0.85} = 2539.1 \text{ mm}^2$$

Bu yerda - $m_1 = 0,75$ – qo'shimchani payvandlashda mavjud bo'ylama armaturaga etkazilgan zararni hisobga oladigan ko'effitsient;

$m = 0,85$ – oldindan kuchlanishli qo'shimcha armaturaning ish sharoitlari ko'effitsienti.

Ushbu sinf uchun mumkin bo'lgan eng katta diametrli armaturadan foydalanamiz 2Ø40A400 ($A_{s1,f} = 2513 \text{ mm}^2 < A_{s1} = 2539.1 \text{ mm}^2$)[3].

2. Kuchlanishni armatura sinfi A600 ($R_{s1} = 520 \text{ MPa}$) dan tayyorlanadi .
3. sinfi 2Ø40A400.

$$A_{s1} = (A_{s,tot} - m_1 \cdot A_s) \cdot \frac{R_s}{R_{s1} \cdot m} = (2993.5 - 0.75 \cdot 12320) \cdot \frac{365}{520 \cdot 0.85} == 1709.0 \text{ mm}^2.$$

2Ø36A600 dan foydalanamiz ($A_{s1,f} = 2036 \text{ mm}^2 > A_{s1} = 1709.0 \text{ mm}^2$).

- Kuchaytirilgan rigelning haqiqiy yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlaymiz:
✓2Ø40A400 bilan kuchaytirilganda [3].

Kuchaytirilgan kesimning siqilish zonasining balandligi

$$x_1 = \frac{R_s \cdot A_s \cdot m_1 + R_{s1} \cdot A_{s1,f} \cdot m}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = \frac{365 \cdot 1232 \cdot 0.75 + 350 \cdot 2513 \cdot 0.85}{11.5 \cdot 0.9 \cdot 250} = 419.3 \text{ mm}.$$

Kesimning ishchi balandligi

$$h_{0,red}^{(f)} = \frac{A_s \cdot m_1 \cdot h_0 + A_{s1,f} \cdot h_{01}^{(f)}}{A_s \cdot m_1 + A_{s1,f}} = \frac{1232 \cdot 0.75 \cdot 558 + 2513 \cdot 620}{1232 \cdot 0.75 + 2513} == 603.3 \text{ mm},$$

bu yerda $h_{01}^{(f)} = h + 0.5d_{s1,f} = 600 + \frac{40}{2} = 620 \text{ mm}$.

Rigel kesimini kuchaytirishda qabul qilinadigan haqiqiy egilish momenti:

$$\begin{aligned} M_f &= R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot x_1 \cdot \left(h_{0,red}^{(f)} - 0.5 \cdot x_1 \right) = \\ &= 11.5 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 0.25 \cdot 0.4193 \cdot (0.6033 - 0.5 \cdot 0.4193) == 427.09 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ &< M_1 = 473.34 \text{ kN} \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

Yuk quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{M_1 - M_f}{M_f} \cdot 100\% = \frac{473.34 - 427.09}{427.09} \cdot 100\% = 10.83\%;$$

2Ø36A600 dan foydalanishda

$$x_1 = \frac{R_s \cdot A_s \cdot m_1 + R_{s1} \cdot A_{s1,f} \cdot m}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = \frac{365 \cdot 1232 \cdot 0.75 + 520 \cdot 2036 \cdot 0.85}{11.5 \cdot 0.9 \cdot 250} = 478.1 \text{ mm};$$

$$h_{0,red}^{(f)} = \frac{A_s \cdot m_1 \cdot h_0 + A_{s1,f} \cdot h_{01}^{(f)}}{A_s \cdot m_1 + A_{s1,f}} = \frac{1232 \cdot 0.75 \cdot 558 + 2036 \cdot 618}{1232 \cdot 0.75 + 2036} == 599.3 \text{ mm},$$

Bu yerda $h_{01}^{(f)} = h + 0.5d_{s1,f} = 600 + \frac{36}{2} = 618 \text{ mm}$.

Rigel kesimini kuchaytirishda qabul qilinadigan haqiqiy egilish momenti:

$$\begin{aligned} M_f &= R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot x_1 \cdot \left(h_{0,red}^{(f)} - 0.5 \cdot x_1 \right) = \\ &= 11.5 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 0.25 \cdot 0.4193 \cdot (0.5993 - 0.5 \cdot 0.4193) == 445.66 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ &< M_1 = 473.34 \text{ kN} \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

Yuk quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{M_1 - M_f}{M_f} \cdot 100\% = \frac{473.34 - 445.66}{445.66} \cdot 100\% = 6.21\%.$$

Armatura yordamida kuchaytiruvchi armatura miqdorini oshiramiz,

ushbu sinf uchun maksimal mumkin bo'lgan diametri 2Ø40A600 ($A_{s1,f} = 2513 \text{ mm}^2$) bo'lgan armaturadan foydalanamiz va yana kuchaytirilgan rigelning haqiqiy yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlaymiz.

$$x_1 = \frac{R_s \cdot A_s \cdot m_1 + R_{s1} \cdot A_{s1,f} \cdot m}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = \frac{365 \cdot 1232 \cdot 0.75 + 520 \cdot 2513 \cdot 0.85}{11.5 \cdot 0.9 \cdot 250} = 559.6 \text{ mm};$$

$$h_{0,red}^{(f)} = \frac{A_s \cdot m_1 \cdot h_0 + A_{s1,f} \cdot h_{01}^{(f)}}{A_s \cdot m_1 + A_{s1,f}} = \frac{1232 \cdot 0.75 \cdot 558 + 2513 \cdot 620}{1232 \cdot 0.75 + 2513} == 603.3 \text{ mm},$$

Bu yerda $h_{01}^{(f)} = h + 0.5d_{s1,f} = 600 + \frac{40}{2} = 620 \text{ mm}$.

Rigel kesimini kuchaytirishda qabul qilinadigan haqiqiy egilish momenti:

$$M_f = R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot x_1 \cdot (h_0^{(f)} - 0.5 \cdot x_1) = \\ = 11.5 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 0.25 \cdot 0.5596 \cdot (0.5993 - 0.5 \cdot 0.5596) = 468.42 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ < M_1 = 473.34 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

Yuk quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{M_1 - M_f}{M_f} \cdot 100\% = \frac{473.34 - 468.42}{468.42} \cdot 100\% = 1.05 \%$$

• **Qo'shimcha sterjenlarni payvandlash orqali rigelni kuchaytirish bo'yicha ishlar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:**

rigelni kuchaytirish zonasida ora yopmani maksimal tushirish;

- himoya qatlami olib tashlanadi, tayanchlarda va armatura payvandlangan joylarda balandlikda kuchaytirilgan rigel ishchi bo'ylama armatura diametri 0.5 dan kam emas ochiladi va korroziyadan tozalanadi (ochilish qismlari 500 ... 800 mm qadam bilan amalga oshiriladi);

- rigelni pastki beton chetida 5 ... 10 mm chuqurlikdagi tirqish qilinadi;
- birlashtiruvchi elementlar, ularning kesimi ishchi armatura diametriga va beton himoya qatlamining qalinligiga qarab belgilanadi) rigelning bo'ylama armaturasiga payvandlanadi;
- armaturani kuchaytiruvchi vaqtinchalik ilmoqlar yordamida loyihaviy (qat'iy gorizontal) holatida osiladi;

- armatura sterjen birinchi navbatda bir uchi bilan birlashtiruvchi elementga payvandlanadi va yuqori chastotali oqim bilan qizdirilgandan so'ng talab qilinadigan darajaga (taxminan 150°C) qadar harorat - boshqalar;

- rigelning oralig'idagi birlashtiruvchi elementlar, kuchaytirilgan armaturaning boshqa payvandlangan bo'g'inlarini bajariladi;

- monolit (kerakli beton himoya qoplama qalinligi bilan) kuchaytiruvchi armature [1].

Xulosa. Hisoblash natijalari bir nechta usullar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Elastik tayanchni qo'shish orqali rigelni kuchaytirish natijalari uchun sortamentdan №45 ($I_{xl} = 27696 \text{ sm}^4$) yoki 2ta №36 ($I_{xl} = 27696 \text{ sm}^4$) dvutavr qabul qilinsa, rigelni mustahkamlash samaradorligi sezilarli darajada oshishi mumkin.

Qo'shimcha sterjenlarni payvandlash orqali rigelni kuchaytirish uchun 2Ø40A600 dan foydalanish ko'proq mos keladi. Biroq rigelni qo'shimcha armatura bilan kuchaytirilganidan keyin ora yopmadan foydalanish uchun yangi vaqtinchalik yukning qiymatini kamaytirish kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. В.И. Муленкова, Д.В. Артюшин «Расчет и конструирование усиления железобетонных и каменных конструкций»: учебные пособие. Пенза: ПГУАС, 2014. – 118 с.
2. Asqarov B.A., Nizomov Sh.R. Temirbeton va tosh-g'isht konstruksiyalari. Darslik. - Toshkent.: Iqtisod-moliya, 2008 yil.
3. QMQ 2.03.01- 96. Beton va temirbeton konstruksiyalari. DAQQ - Toshkent shahri, 1996 yil.
4. Saydazimov, M. R. (2023). BIRINCHI QAVAT TEMIRBETON USTUNLARINI TEMIRBETON HALQA BILAN KUCYAYTIRISH. GOLDEN BRAIN, 1(18), 68–75. Retrieved from <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/4161>