

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таҳлим вазирлиги

Фарғона политехника институти

«Бино ва саноат иншоотлари қурилиши» кафедраси

«Темирбетон конструкциялари» фанидан В.580200 «Бино ва саноат иншоотлари қурилиши» йўналиши ва 5А-580201 «Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар» мутахассислиги талабалари учун амалий машғулотларни бажаришга оид

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

ФАРҒОНА – 2009 й.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таҳлим вазирлиги

Фарғона политехника институти

«Бино ва саноат иншоотлари қурилиши» кафедраси

«Темирбетон конструкциялари» фанидан 580200 «Бино ва саноат иншоотлари қурилиши», 140900 «Касб таҳлими(БИҚ)» йўналишлари ва 5А-580201 «Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар» мутахассислиги талабалари учун амалий машғулотларни бажаришга оид

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

Фарғона политехника институти
Услубий кенгашининг 2009 йил
_____ ойининг
«_____» кунидаги мажлисида
тасдиқланган №____ сонли баённома

Муаллиф: доц. Мирзааҳмедов А.Т.

Такризчи: доц. Турсунов С.Т.

ФАРҒОНА – 2009 й.

Мундарижа:

Сўз боши.....	5
1-боб. Темирбетон тузилмаларини лойиҳалаш	
асослари ҳақида умумий тушунча.....	6
1.1. Темирбетон тузилмаларини чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш.....	6
1.2. Юклар ва таъсирлар.....	11
1.3. Темирбетон тузилмалари ёрикбардошлиги бўйича қўйиладиган талабларнинг уч тоифаси.....	23
1.4. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон элементларидаги кучланишларни йўқотилиши.....	25
II-боб. Эгилишга, сиқилишга ва чўзилишга ишловчи	
элементларни ҳисоблашга доир мисоллар.....	32
2.1. Эгилишга ишловчи элементларни нормал кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш.....	32
2.1.1. Эгилишга ишловчи бир томонлама арматураланган тўғри тўртбурчак кесимли темирбетон элементларни лойиҳалаш.....	32
2.1.2. Қўш арматурали кесимлар.....	37
2.1.3. Тавр шаклли кесимлар.....	38
2.2. Эгилишга ишловчи элементларни қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш.....	40
2.3. Сиқилишга ва чўзилишга ишловчи элементларни ҳисоблаш.....	43
2.3.1. Сиқилишга ишловчи элементлар.....	43
2.3.2. Чўзилишга ишловчи элементлар.....	48
2.4. Мустақил ишлаш учун мисоллар.....	49
Адабиётлар.....	53

СЎЗ БОШИ

«Темирбетон конструкциялари» фанидан ўтиладиган амалий машғулотлар 5А-580201 «Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар» мутахассислиги, 5.580200 «Бино ва саноат иншоотлари қурилиши» йўналиши бўйича таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган бўлиб, ушбу фаннинг Давлат таълим стандарти томонидан белгиланган фаннинг мазмунига қўйилган малакавий талаблар ва фаннинг намунавий дастури асосида тузилган.

Услубий қўлланмада «Темирбетон конструкциялари» фанидан бажариладиган амалий машғулотлар-темирбетон конструкциялари-эгилувчи, сиқилувчи ва чўзилувчи элементларини чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш ва лойиҳалаш асослари ҳақида умумий тушунча, таъсир этувчи юклар, ёриқбардошлик бўйича қўйиладиган талаблар, олдиндан зўриқтирилган элементлардаги кучланишларни йўқотилиши ва мустақил ишлаш учун мисоллар келтирилган.

Услубий кўрсатма «БСИҚ»
кафедраси услубий семинарида
мажлис баёни № 1 « 3 » 09 2009 й. ва
қурилиш факултети услубий кенгашида
мажлис баёни № 1 « 5 » 09. 2009 й.
кўриб чиқилган ва тасдиқланган

I-боб. Темирбетон тузилмаларни лойиҳалаш асослари ҳақида умумий тушунча

I.I. Тузилмаларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

Бино ва иншоотларнинг юк кўтарувчи тузилмалари уларга олдиндан қўйилган юк кўтариш қобилияти, бикрлик, дарзбардошлик, конструктив тузилмалари эса фазовий бикрлик талабларига жавоб бериши керак.

Ҳисоблашнинг асосий мақсади темирбетон тузилмалари юк остида ишлаганда уларни энг тежамли ўлчамларини танлаш ва шу билан бирга хавфсизлик, иншончилилик ва узоққачидамлилиқ талабларига жавоб беришига эришишдир.

Ҳисоблашнинг асосий вазифасига ташқи юк таъсиридан тузилма элементларида ҳосил бўладиган зўриқишларни аниқлаш, талаб этилган арматуралар миқдорини ва бириктирувчи қисмларини белгилаш ҳамда тузилма ишчи чизмаларини тайёрлашдаги бошқа зарур маълумотларни аниқлаш киради.

Тузилмаларни ҳисоблашнинг энг самарали ва кенг қўлланаётган усули бу чегаравий ҳолатлар услубидир.

Тузилмаларни чегаравий ҳолати деганда шундай ҳолат тушиниладики, бу ҳолатда тузилмалар уларга қўйилган талабларга ёки ишлаб чиқариш талабларига жавоб бермай қолади ва улардан фойдаланиб бўлмай қолади.

Чекли ҳолатлар бўйича ҳисоблашнинг асосий мақсади, тузилмаларни тайёрлашда ёки улардан фойдаланишда чекли ҳолатлар намоён бўлишига йўл қўймасликдир.

Бетон ва темирбетон тузилмаларини ҳисоблашда икки гуруҳ чегаравий ҳолатлар мавжуд: биринчи гуруҳ юк кўтариш қобилияти бўйича; ва иккинчи гуруҳ хавфсиз (меоёрий) ҳолатда фойдаланишга лойиқлиги бўйича.

Биринчи гуруҳ чекли ҳолатига умумий ёки қисман устворликни йўқотилиши, бузилишнинг ҳамма турлари, геометрик ўзгарувчан тизимга

ўтиши, шаклини (кўринишини) ўзгариши, ҳамда материаллар хоссасини ўзгариши натижасида тузилмадан фойдаланиб бўлмай қолиши ва брикмалардаги силжишлар, судралиш ёки ёриқларни ортиқча очилиши киради.

Иккинчи гуруҳ чекли ҳолатига тузилмаларни эгилиши, чўкиши, буралиш бурчаги, тебраниши, ҳолатини ўзгариши, ёриқлар ҳосил бўлиши ва уларни кенгайиши натижасидаги рухсат этилмайдиган даражада деформацияланиши киради.

Чекли ҳолатлар бўйича ҳисоблаш юқорида келтирилган омилларни юз беришини ҳамма босқичларда яони тайёрлашда, ташишда, ўрнатишда ва улардан фойдаланишда олдини олиш учун бажарилади.

Биринчи гуруҳ чекли ҳолат бўйича ҳисоблаш шарти: умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга

$$N_{\text{кат}}(q) \leq \Phi_{\text{кич}}(A, R_v, \gamma_{si}, R_s, \gamma_{si}) \text{ ёки } N_{\text{кат}}(q) \leq \Phi_{\text{кич}}(A, R, \gamma_i) \quad (1.1)$$

бу ерда $N_{\text{кат}}$ - темирбетон тузилмалар элементларида ташқи кучни энг ноқулай (нормувофик) ҳолатида ҳосил бўладиган зўриқиш (бу ташқи ҳисобий куч (q) га боғлиқ бўлади); $\Phi_{\text{кич}}$ – ҳисобий ҳолат учун элемент қабул қилиши мумкин бўлган чегаравий зўриқиш бўлиб, элемент кесим юзаси (A) га ва материаллар ҳисобий қаршилиги (R)га ҳамда ишлаш шароити коэффицентлари (γ_i) га боғлиқ катталик.

Иккинчи гуруҳ чекли ҳолатлар бўйича бетон ва темирбетон тузилмалари аксарият ҳолларда ёриқлар пайдо бўлиши ва уларни очилиши (ва ёпилиши) га ҳамда деформацияланиши (салқиланиши) га ҳисобланади. Тузилмаларни бўйлама ўққа тик кесимларида ёриқлар пайдо бўлишига бардошлиги бўйича қуйидаги шарт бажарилиши керак

$$N_{\text{мах}}^n \leq N_T \text{ ёки } M_{\text{мах}}^n \leq M_T \quad (1.2)$$

яони меоёрий куч таъсиридан ҳосил бўладиган энг катта меоёрий зўриқиш $N_{\text{мах}}^n$ ёки эгувчи момент $M_{\text{мах}}^n$ ёриқ пайдо қилувчи зўриқиш кучи N_T ёки эгувчи момент M_T дан катта бўлмаслиги керак.

Ёриқлар очилишига ҳисоблашда, элементларнинг чўзилувчи арматура сатҳида пайдо бўладиган ёриқлар кенглиги a_{ti} ёриқбардошлилик тоифаларига мос ҳолда белгиланган ёриқлар кенглигининг чекланган миқдори a_{crc} дан ортиб кетмаслиги керак

$$a_{ti} \leq [a_{crc}], \quad (1.3)$$

бу ерда $[a_{crc}]$ -ёриқлар кенглигининг чекланган миқдори.

Тузилмаларни силжишига ҳисоблашда уларда ташқи юкдан ҳосил бўладиган салқиланиш f , унинг чекланган миқдори f_{ger} дан ортиб кетмаслиги таъминланиши зарур,

$$f \leq f_{ger} \quad (1.4)$$

Салқиланишнинг чекланган миқдори f_{ger} 1.1- жадвалда келтирилган.

Бетон ва темирбетон тузилмаларини чекли ҳолатлар бўйича ҳисоблашда уларни ишончлилик даражасини орттириш учун қуйидаги омиллар ҳисобга олиниши зарур:

- юклар ва таъсирларни ўртача миқдорларини ўзгарувчанлиги ёки доимий ва вақтли юкларни ноқулай вазиятларда уйғунлашиб таъсир этиши;
- бетон ва арматуралар механик тавсифини (вақтли қаршилиги, оқиш чегараси), бу тавсифларни ўзгарувчанлиги, материаллар ишлаш шароити;
- тузилмаларни умумий ишлаш шароити, тайёрланиш шароити, агрессив муҳит ва ш.ў.

Юқорида келтирилган омилларни ҳисобга олиш учун бир қатор коэффициентлар тизимидан фойдаланилади.

Темирбетон элементларда чекланган салқилик миқдори.

1.1-жадвал

Т/р	Тузилма элементлари	Йўл қўйиладиган чекланган салқилик	Ҳисобга олинадиган юклар
1	Кран ости тўсинлари: А) дастаки кранларда Б) электр юритмали кранларда	$\frac{\ell}{500}$ $\frac{\ell}{600}$	Доимий, узок ва қисқа муддатли
2	Ясси шифтли ораёпмалар ва том ёпмаси элементлари, оралик узунлиги ℓ , м: А) $\ell < 6$ бўлганда Б) $\ell \leq 1 \leq 7,5$ бўлганда В) $\ell > 7,5$ бўлганда	$\ell / 200$ 3 см $\ell / 250$	Доимий ва узок муддатли
3	Қовирғали шифтли ораёпмалар ва зинапоя элементлари, оралик узунлиги ℓ , м: А) $\ell < 5$ Б) $5 \leq \ell \leq 10$ В) $\ell > 10$	$\ell / 300$ 2,5 см $\ell / 400$	Доимий ва узок муддатли
4	Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариш бинолари том ёпма элементлари, оралик узунлиги l , м: А) $\ell < 6$ Б) $6 \leq \ell \leq 7,5$ В) $\ell > 7,5$	$\ell / 150$ 4 см $\ell / 250$	Доимий ва узок муддатли
5	Айвон девор панеллари (текисликдан ҳисобланганда), оралик узунлиги ℓ , м: А) $\ell < 6$ Б) $6 \leq \ell \leq 7,5$ В) $\ell > 7,5$	$\ell / 200$ 3 см $\ell / 250$	Доимий, узок ва қисқа муддатли

Изоҳ: ℓ — элементлар оралик узунлиги, м да, консолр учун унинг узунлигини иккиланган миқдори олинади.

Юклар меоёрий миқдорини ўзгариши ҳисоблаш ифодаларида юкланиш бўйича ишончлилик коэффицентлари γ_f , материаллар механик тавсифини ўзгарувчанлиги — бетонни ишончлилик коэффиценти γ_s ва арматурани ишончлилик коэффиценти γ_{bi} , γ_{si} , ҳамда тузилмаларни қандай мақсадларда (биноларни халқ хўжалигидаги

аҳамиятига қараб) фойдаланилишига қараб ишончилилик коэффиценти γ_n (1.2 жадвал) орқали ҳисобга олинади.

Юқорида келтирилган коэффицентлар тизимини қўлланилиши тузилмаларни, уларга энг ноқулай вазиятларда юklar таъсир этганда ҳам, материаллар мустаҳкамлиги қиймати жуда кичик бўлганда ҳам ва тузилмалар кескин чегара ҳолатга дуч келганда ҳам ишончилигини таъминлай олади.

Бино ва иншоотларни муҳимлилик даражаси бўйича тузилмаларни ишончилилик коэффиценти γ_n

1.2-жадвал

Муҳимлилик даражаси синфлари	Бино ва иншоотлар	γ_n
I	Халқ хўжалигида ғоят муҳим ва ижтимоий аҳамиятга эга: ЭС ва АЭС лар бош бинолари; телевидение минораси; саноат трубалари баландлиги 200 м дан кўп бўлганда; нефт маҳсулотлари сақлайдиган, сифими 10 минг м ³ дан ортик идишлар; трибунали спорт иншоотлари; театр бинолари; кинотеатр, цирк, бозор, ўқув муассасалари, музейлар ва ш.ў.	1
II	Халқ хўжалигида муҳим ва ижтимоий аҳамиятга молик: саноат, қишлоқ хўжалиги, фуқаро-яшаш бинолари ва алоқа ҳамда I ва III синфга кирмайдиган бино ва иншоотлар.	0,95
III	Халқ хўжалик ва ижтимоий муҳимлиги чекланган бино ва иншоотлар: танлов ва жойлаш жараёнлари бўлмаган омборлар, бир қаватли яшаш бинолари; хизмат муддати 5 йилдан кўп бўлган вақтинчали бино ва иншоотлар ва ш.ў. Хизмат муддати 5 йилгача бўлган вақтинчали бино ва иншоотлар учун.	0,9 0,8

1.2. Юklar ва таъсирлар

Тузилмаларни тайёрлаш, ташиш, ўрнатиш ва улардан фойдаланиш жараёнларида ҳар хил юklar таъсир этиши мумкин. Таъсир этиш даврига қараб юklar доимий ва вақтинчалик юklarга тоифаланади.

Ўз навбатида вақтинчалик юklar узоқ муддатли, қисқа муддатли ва махсус юklarга бўлинади.

Доимий юklarга бино ва иншоотлар қисмларининг ўз хусусий оғирлигидан, шунингдек юк кўтарувчи ва ўраб турувчи элементлардан,

тупроқларни оғирлиги ва босимидан тушаётган юклар ҳамда тузилмалардаги олдиндан берилган зўриқишлар таъсири киради.

Узоқ муддатли таъсир этувчи юкларга эса қўйидаги юклар киради:

- қўзғалмас асбоб-ускуналар, жиҳозлар, сиғимли идишлар, трубопроводлар, ҳамда уларнинг элементлари ва копламалари массаси;
- сиғимли идиш ва трубопроводлар ичидаги газ, суюқлик ва сичилувчан материаллар массаси;
- турар жой ва жамоат бинолари техник қаватлари ораёпмаларидаги материаллар ва жиҳозлар массаси;
- омборхона, совуқхона (совутгичхоналари), кутубхона, архив (ҳужжатлар сақланадиган хона), театр ва бошқа шунга ўхшаш бино ва хоналарни ораёпмаларига тушаётган юклар;
- қўзғолмас ускуналарга ҳарорат таъсирлари;
- ишлаб чиқаришдан тўпланган чанглар оғирлиги, агар уларни чиқариб юбориш тадбирлари қўрилмаган бўлса;
- сув тўлдирилган текис том ёпмаларидаги сувнинг оғирлиги;
- бино ораёпмаларига тушаётган қисқа муддатли юкларни бир қисми (1.2-жадвал); турар жой бинолари хонадонлари, болалар муассасалари ётоқхоналари ва касалхоналарда – 300 Н/м^2 миқдорда, жамоат бинолари хизмат хоналарида, синф хоналарида, кутубхона, лаборатория, ўқув заллари, қахвахона, савдо ва кўرғазма заллари ва ш.ў. – меоёрланган қисқа муддатли юкни 30 % миқдори;
- баози ноҳиялар учун қор қопламини бир қисми;
- битта осма ёки кўприксимон крандан тушаётган юкнинг, коэффициентлар (иш режими 4-6 бўлганда – 0,5; 7 бўлганда – 0,6; 8_к бўлганда – 0,7) га кўпайтирилган қисми;
- иқлим ҳарорати таъсири.

Қисқа муддатли таъсир этувчи юкларга:

- қўзғолдиган кўтариб-туширувчи жихозлар; хизмат кўрсатиш ва жихозларни таъмирлаш минтақасидаги одамлар; деталлар, таъмирлаш материаллари массасидан тушадиган юклар; қурилиш тузилмаларини ташишдаги ва ўрнатишдаги юклар; вақтинча тахлаб қўйилган тузилмалар ва материаллар массаси; қор массасидан, шамол таъсиридан ва турар жой ҳамда жамоат бинолари ораёпмаларига тушадиган юклар киради.

Махсус юкларга: зилзила ва портлаш натижасида ҳосил бўлаётган юклар, ускуналар ва жихозларни вақтинчали носозлиги ёки синиши туфайли технологик жараёни бузилиши натижасида ҳосил бўлган юклар; тупрок тузилишини тубдан ўзгариши (музлаган тупроқларни эриши, чўкувчан тупроқларни сувланиши ва тоғ жинсларини қайта ишлаш) натижасида асосларни нотекис деформацияланишидан ҳосил бўлган юклар киради.

Тузилмаларни ҳисоблашда юклар меоёрий ва ҳисобий юкларга ажратилади.

Тузилмалар нормал шароитда фойдаланилганда уларга тушаётган ҳақиқий юкларнинг энг катта қиймати (миқдори) меоёрий юк дейилади.

Доимий юкларнинг қурилиш тузилмалари массасидан ҳосил бўладиган миқдори, тузилманинг лойиҳа ўлчамлари ва ҳажмий зичлигининг ўртача қийматига кўпайтириш орқали аниқланади, бунда тузилма тайёрланган муассасалар маолумотларига ёки бу тузилмалар учун стандартларда белгиланган ҳақиқий оғирлик ҳисобга олинади.

Вақтинчали юкларнинг меоёрий миқдорлари – ораёпмалар учун 1.3-жадвалда, қор ва шамол таъсири учун 1.4- ва 1.5-жадвалларда келтирилган.

Ораёпмалар ва заналарга тушадиган вақтинчали меоёрий юклар ва юкланиш бўйича ишончилилик коэффициентлари

1.3-жадвал

Т/р	Бино ва хоналар	Вақтинчали меоёрий юклар, Н/м ²		Коэф-фицие нт γ _f
		Умумий миқдори	Бундан узоқ муддатлиси	
1	Турар жой бино хонадонлари, мактаб интернат, болалар ва мактабгача болалар муассалари ётоқхоналари ва дам олиш уйлари, пансионатларни яшаш хоналари, шифохона ва санаториялар палаталари	1500	300	1,3
2	Маомурий, мухандислик-тех-ик, илмий ходимлар, маориф муассасалари ва ташкилотлари хизмат хоналари; жамоат бино ва иншоотлари хоналари	2000	700	1,2
3	Соғлиқни сақлаш муасса-алари, маориф, фан каби-етлари ва лабораториялари, санаш-хисоблаш маркази, жа-оат бинолари ошхоналари, техник қаватлар ва ертўла хоналари ва бошқалар	Ҳақиқий қиймати ва 2000 дан кам бўлмаган	≥1000	1,2
4	Заллар: а) ўқув б) овқатланиш (қахвахона, ресторан, ошхона) в) мажлис ва йиғин, кутиш, тамоша, концерт, спорт г) савдо, кўргазма, экспозиция	2000 3000 4000 ҳақиқий қиймати ва ≥4000	700 1000 1400 ≥1400	1,2
5	Китоб сақлаш, архивлар, тамошахона сахналари	Ҳақиқий қиймати ва ≥ 5000	≥ 1800	1,2
6	Минбарлар (трибуна): а) маҳкамланган ўриндикли б) тик туриб томоша қилинадиган	Ҳақиқийси ва ≥ 4000 Ҳақиқийси ва ≥ 5000	1400 1800	1,2
7	Чердак хоналари (материаллар ва жиҳозлар оғирлигига қўшимча)	700	-	1,3
8	Айвон ва том ёпмалари: а) дам олиш учун фойда-аниладиган жойларда б) ишлаб чиқариш хоналаридан, заллардан, аудиториялардан чиқиш жойларида одамлар тўпланиб қолиши мумкин бўлган жойларда в) бошқалари	1500 4000 500	500 1400 -	1,3 1,2 1,3

9	Балконлар, пешайвонлар:			
	а) тўсиқлари бўйлаб 0,8 м энликда тенг тарқалган юклар	4000	1400	1,2
	б) балконни ҳамма юзаси бўйлаб тенг тарқалган ёппа юклар	2000	700	
10	Ишлаб чиқариш ва омборлар хоналарини жиҳозларни таъмирлаш ва уларга хизмат кўрсатиш жойлари	≥ 1500	-	1,3
11	Вестибюлр, фойе, коридор ва зиналарни бино ва хоналарга ўтишда туташган жойлар:			1,2
	а) жадвални 1, 2 ва 3 моддалари бўйича	3000	1000	
	б) жадвални 4, 5 ва 10 моддалари бўйича	4000	1400	
	в) жадвални 6 моддалари бўйича	5000	1800	
12	Вокзал перронлари ва метрополитен бекатлари	4000	1400	1,2
13	Қишлоқ хўжалик чорвалари учун хоналар:			1,2
	а) майда б) йирик	≥ 2000 ≥ 5000	700 1800	

Юклар миқдорини меоёрийсидан фарқ қириш эҳтимоли юкланиш бўйича ишончлилик коэффиценти γ_f орқали ҳисобга олинади, яъни меоёрий юклар миқдорида γ_f ни кўпайтириш билан ҳисобий юк қиймати аниқланади. Бу коэффицентнинг миқдори аксарият ҳолларда бирдан катта бўлади, лекин, юкларни камайитирилиши тузилмалар ишида ноқулай вазият вужудга келтирадиган бўлса, у ҳолда γ_f бирдан кичик қабул қилинади ($\gamma_f=0,8\div 0,9$).

Қурилиш тузилмалари ва тупроқларни массасидан тушаётган ҳисобий юкларни аниқлаш учун юкланиш бўйича ишончлилик коэффиценти γ_f 1.6-жадвалда, қор учун 1.7-жадвалда келтирилган.

МДХ ноҳияларининг баози бир шаҳарлари учун ернинг 1 м² горизонтал юзасига қор массасидан тушадиган юк.

1.4-жадвал

МДХ ноҳиялари	Айрим шаҳарлар	Қор катламидан тушадиган юк, Н/м ²	
		Қисқа муддатли	Узоқ муддатли
II	Тошкент, Самарқанд, Ашхабод, Фарғона, Термез	500	-
	Ростов-Дон, Одесса, Киев, Харрков, Минск, Баку, Рига, Тбилиси, Алма-Ата, Иркутск, Владивосток	700	-
III	Москва, Санкт-Петербург, Челябинск, Екатеринбург	700	300
IV	Новосибирск. Казан, Уфа, Архангелрск	750	750
V	Пермр, Сахалин области	800	1200
VI	Петропавловск-Камчатка	1000	1500

Жадвалда келтирилмаган шаҳарларни қайси гуруҳдаги ноҳияга кириши ҚМҚ 2.01.07-96 «Юклар ва таъсирлар» бўйича махсус харитадан аниқланади.
Шамолнинг 10 м баландликдаги тезлик босими W_0

1.5-жадвал

МДХ ноҳиялари	Айрим шаҳарлар	W_0 , Н/м ²
I	Москва, Минск, Верхоянск, Мирнқй.	230
II	Киев, Харрков, Кишинев, Челябинск, Екатеринбург, Рига, Андижон, Ош.	300
III	Тбилиси, Тошкент, Алма-Ата, Новосибирск, Иркутск, Ростов-на Дону, Фарғона	380
IV	Владивосток, Караганда, Термез	480
V	Находка, Николаевск на-Амуре, Магадан	600
VI	Оха, Советская Гаванр	730
VII	Южно-Сахалинск, Анадкрғ, Петропавловск-Камчатка	850

Жадвалда келтирилмаган шаҳарларни қайси ноҳияга кириши ҚМҚ 2.01.07-96 «Юклар ва таъсирлар» бўйича махсус харитадан аниқланади.

Курилиш тузилмалари, тупроқлар ва жиҳозлар оғирлигидан тушаётган статик юклар учун юкланиш бўйича ишонччилик коэффиценти.

1.6-жадвал

Тартиб рақами	Тузилмалар, тупроқлар ва жиҳозлар	Коэффициент γ_f
1.	Металл тузилмалар	1,05
2.	Бетон, темирбетон, тош, арматош ва ёғоч тузилмалари	1,1
3.	Зичлиги $\rho \leq 1600 \text{ кг/м}^3$ бўлган бетон, изоляция, пардозлаш ва текислаш қатламлари (тўкмалар, сувоқ, ўрама материаллар, плиталар ва ш.ў.): завод шароитида тайёрланган қурилиш майдонида тайёрланган	1,2 1,3
4.	Табиий ҳолда жойлашган грунтлар (тупроқлар)	1,1
5.	Тўкма тупроқлар	1,15
6.	Кўчмас қурилмалар	1,05
7.	Кўчмас қурилмалар изоляциялари	1,2
8.	Трубопроводлар, сиғимли идишлар ва жиҳозларни тўлдирувчилари: суюқлик сочилувчан материаллар	1,0 1,1
9.	Юклагичлар ва каралар	1,2
10.	Кўприксимон ва осма кранлар	1,1

Изоҳ: Юкларни камайтиришда юкланиш бўйича ишонччилик

коэффициенти 1-5 моддалар учун $\gamma_f=0,9$ қабул қилинади.

Бинолардан фойдаланиш даврида юкларни юқорида таърифланган турлари ўзаро боғланган ҳолда биргаликда таъсир этади.

Тузилмаларни ҳисоблашда юкларни табиий равишда биргаликда таъсири мумкин бўлган энг номувофиқ ҳолни назарда тутиш керак. Юкларни биргаликда таъсирини икки тури меоёрларда жорий қилинган:

асосий биргалик – доимий, узоқ муддатли ва қисқа муддатли юклар.

махсус биргалик – доимий, узоқ муддатли ва қисқа муддатли ҳамда махсус юклардан бири.

Тузилмаларни юкларнинг асосий биргаликда таъсирларига ҳисоблашда, битта қисқа муддатли юк олинган бўлса, унинг қиймати ёки ундан ҳосил бўладиган зўриқиш қиймати тўлиқ олинади, агар икки ва ундан ортиқ қисқа муддатли юк олинган бўлса, у ҳолда қисқа муддатли юк ҳисобий қиймати ёки ундан ҳосил бўладиган зўриқиш қиймати кўшилиш коэффицентиға кўпайтириб олинади, узоқ муддатли юк учун кўшилиш

коэффициенти $\psi_1=0,95$, қисқа муддатли юк учун $\psi_2=0,9$. Тузилмаларни юкларнинг махсус биргаликдаги таъсирига ҳисоблашда

Қор массасидан тушаётган юклар учун юкланиш бўйича ишончилилик
коэффициенти γ_f

1.7-жадвал

q_h/S_0	1 ва ундан катта	0,8	0,6	0,4 ва ундан кичик
γ_f	1,4	1,5	1,55	1,6

Изоҳ: q_h – том ёпмаси хусусий оғирлигини меоёрий миқдори; S_0 –
қор массасининг меоёрий миқдори.

эса узоқ муддатли юк учун қўшилиш коэффициенти $\psi_2=0,95$, қисқа муддатли юк учун $\psi_2=0,8$.

Юк кўтарувчи кранлардан тушаётган юкларни ҳисоблашда, агар битта кран ҳисобга олинган бўлса ундан тушаётган юк қиймати тўлиқ қабул қилинади, агар иккита кран ҳисобга олинган бўлса 1-6 режимда ишловчи кранлар учун қўшилиш коэффициенти $\psi_2=0,85$ ва 7-8 режимда ишловчилар учун $\psi_2=0,95$, агар тўртта крандан тушаётган юк ҳисобга олинаётган бўлса мос ҳолда $\psi_2=0,7$ ва $\psi_2=0,8$ қабул қилинади.

Бундан ташқари кўп қаватли биноларнинг ораёпмаларига тушаётган вақтинчали юкларни ҳам камайтириш меоёрларда рухсат этилади.

Қордан тушаётган юк қурилиш ноҳиясининг географик жойлашишига, қор қатламининг баландлигига ва том қиёфасига мос ҳолда қабул қилиниб, 1 м^2 горизонтал юзага тушадиган қиймати S_0 МДХ шаҳарлари учун 500-2500 Н/м² (2.2-жадвал) бўлиши мумкин.

Ҳисобий юк қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$S = S_n \cdot \gamma_f = S_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f,$$

бу ерда μ - қор қатламининг ер юзасига тушаётган оғирлигидан том

ёпма юзасига таъсиридаги оғирлигига ўтиш коэффициенти.

γ_f – қор қопламаси учун юкланиш бўйича ишонччилик
коэффициенти (1.8-жадвал).

Жойнинг типига ва бино баландлигига кўра шамол тезлик босимини ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент k

1.8-жадвал

Жойнинг тури	Ер юзасидан баландлиги, м						
	10	20	40	60	100	200	350 ва ундан баланд.
А	1	1,25	1,55	1,75	2,1	2,6	3,1
Б	0,65	0,9	1,2	1,45	1,8	2,45	3,1

Изоҳ: А типдаги жойлар очик жойлар (дашт, чўл, денгиз, кўлларнинг очик қирғоқлари ва ш.ў); Б типдаги жойлар – шаҳар ва унинг чеккалари, баландлиги 10 м дан ортиқ бўлган тўсиқлар билан қопланган жойлар. Баландликнинг оралик миқдорлари учун k нинг қиймати интерполяция қилиб олинади.

Коэффициент μ нинг қиймати томнинг қиёфасига (турига) боғлиқ бўлиб, қиялик бурчаги $\alpha \leq 25^\circ$ бўлганда $\mu=1$, $\alpha \geq 60^\circ$ бўлганда $\mu=0$ олинади, α нинг оралик қийматлари учун μ нинг миқдори интерполяция йўли билан аниқланади.

Қордан тушадиган юк учун ишонччилик коэффициенти γ_f нинг қиймати ёпма хусусий оғирлигининг меоёрий миқдори q_n ва қорнинг меоёрий миқдори S_n нисбатига боғлиқ ҳолда қабул қилинади (2.5 жадвал).

Шамолнинг таъсиридан ҳосил бўлаётган юк статик ва динамик ташкил этувчилардан иборат бўлади.

Шамолни белгиланган тезлик босимига тегишли статик ташкил этувчи қисми барча ҳолатларда ҳисобга олиниши зарур. Тезлик босимини ўзгариб туришидан юзага келадиган динамик ташкил этувчи қисми эса хусусий тебраниш даврийлиги 0,25 с кўп бўлган иншоотларни ҳисоблашда эотиборга

олинади (мачта, минора, тутун чиқиш қувурлари, электрузатгич линиялари таянчи, устунсимон аппаратлар ва ш.ў); баландлиги 40 м дан юқори кўп қаватли бинолар; бир қаватли бир ораликли ишлаб чиқариш биноларининг кўндаланг ромлари баландлиги 36 м дан ортиқ бўлиб, баландлигини оралик узунлигига нисбати 1,5 дан кўп бўлса.

Шамол таъсиридан тушадиган юкнинг статик ташкил этувчи қисми меоёрий миқдори W_n қуйидаги ифода билан аниқланади:

$W_n = W_0 \cdot k \cdot c$, бу ерда W_0 – шамолнинг тезлик босими, МДХ шаҳарлари учун ер сатҳидан 10 м баландликдаги қиймати 1.5 – жадвалдан қабул

қилинади.

k – шамолнинг тўлиқ босимини баландлик бўйича ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффицент бўлиб жойнинг типига боғлиқ ҳолда 1.8 – жадвалдан қабул қилинади.

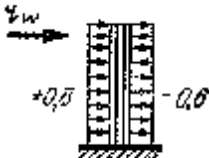
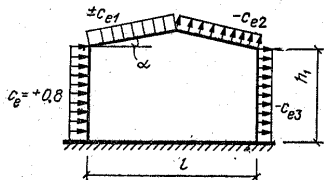
c – аэродинамик коэффицент, бино ва иншоотлар турига кўра 1.9 – жадвалдан қабул қилинади.

Шамол таъсиридан тушаётган юклар учун юкланиш бўйича ишончлилиқ коэффиценти $\gamma_f = 1,2$, агар шамол таъсири ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлса (минора, мачта ва ш.ў) $\gamma_f = 1,3$ қабул қилинади.

Темирбетон тузилмалари йиғма элементларини кўтариш, ташиш ва монтаж қилишдаги юкларга ҳисоблашда, элементларни хусусий массасидан тушаётган юкларни динамиклик коэффиценти киритиб аниқланади. Унинг миқдори ташишда – 1,6; кўтариш ва монтаж қилишда – 1,4. қабул қилинади. Бу динамиклик коэффицентлари

Ёпмаларнинг ҳар хил кўриниши учун аэродинамик коэффицент C_e (ҚМҚ 2.01.07 – 96 дан)

камайтириб олиниши ҳам мумкин. Камайтириш миқдори аниқ тажрибаларга асосланган ҳолда бўлиб 1,25 дан кам қабул қилинмайди.

Тизим-лар тартиб рақами	Бино ва иншоотлар кўриниши ва шамол юкининг тизими	C _e коэффициентлари миқдори					
1	Тик юзалар (девор, тўсиқ ва ш.ў) 	Коэффициент йиғиндиси C _e =1,4					
2	Қўш нишобли ёпмалар 	Коэффициентлар C _{e1} ва C _{e2}					
		коэффициент	X ₀	h ₁ /l да коэффициентлари миқдори			
				0	0,5	1	≥2
		C _{e1}	0	0	-0,6	-0,7	-0,8
			20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8
			40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4
			60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8
		C _{e2}	≤60	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8
		Коэффициент C _{e3}					
		b/l	h ₁ /l да				
			≤ 0,5	1		≥ 2	
		≤1	-0,4	-0,5		-0,6	
		≥2	-0,5	-0,6		-0,6	

1.3. Темирбетон тузилмаларида ёриқбардошлилик талабларининг уч тоифаси

Тузилмаларга уларнинг ишлатилиш шароити ва арматураларнинг турига кўра ёриқбардошлилик талабларининг уч тоифасидан бири қўйилади:

а) 1-тоифа талабларига кўра тузилмаларда ҳар қандай ёриқларни пайдо бўлишига йўл қўйилмайди. Бундай тузилмалар ёриқ пайдо бўлиши бўйича ҳисобий юклар таъсирига ҳисобланади;

б) 2-тоифа талабларига кўра тузилмаларда пайдо бўлган ёриқларни эни a_{crc1} кейинчалик ишончли даражада ёпилиши шарти билан чекланган қисқа муддатли бўлишига йўл қўйилади; 2-тоифа талаблари қўйиладиган тузилмалар ёриқлар кенгайиши бўйича тўла меоёрий юк таъсирига ва уларни ёпилиши бўйича узоқ муддатли меоёрий юк таъсирига ҳисобланади;

в) 3-тоифа талабларига кўра тузилмаларда эни чекланган қисқа муддатли a_{crc1} ва узоқ муддатли a_{crc2} ёриқлар пайдо бўлишига йўл қўйилади. Бундай тузилмалар ёриқлар кенгайиши бўйича тўла ва узоқ муддатли меоёрий юклар таъсирига ҳисобланади.

Ёриқлар кенглигининг миқдори a_{crc1} ва a_{crc2} арматуралар тури ва синфига ҳамда тузилмаларни ишлаш шароитига кўра 1.10 жадвалда келтирилган.

Темирбетон тузилмаларини ишлаш шароитига ва арматуралари турларига кўра ёриқбардошлилик талаблари туркумлари.

1.10-жадвал

Тузилмаларнинг иш шароитлари	Узоқ давом этмайдиган a_{crc1} ва узоқ давом этадиган ёриқлар энининг йўл қўйиладиган чегаравий очилиши мм да		
	Стерженсимон А-I, А-II, А-III, А-III _в , А-IV синфга оид; Симсимон В-I, В _р -I синфга оид	Стерженсимон А-V, А-VI синфга оид; Симсимон В-II, В _р -II синфга оид; Симларининг ташқи диаметри 3,5 ва ундан кўп- К-7, К-19 синфга оид пўлат арқонлар	Симсимон В-II В _р -II синфга оид; ташқи симларининг диаметри 3 мм ва ундан кам бўлган К-7 синфга оид пўлат арқонлар
Ёпиқ хоналарда	Учинчи тоифа	Учинчи тоифа	Учинчи тоифа
Очиқ ҳавода ҳамда	$a_{crc1}=0,4$	$a_{crc1}=0,3$	$a_{crc1}=0,2$
тупроқ сувлари	$a_{crc2}=0,3$	$a_{crc2}=0,2$	$a_{crc2}=0,1$
сатҳидан	Учинчи тоифа	Учинчи тоифа	Учинчи тоифа
баланддаги ёки	$a_{crc1}=0,4$	$a_{crc1}=0,2$	$a_{crc1}=0,2$
пастдаги тупроқ-ларда	$a_{crc2}=0,3$	$a_{crc2}=0,1$	
Тупроқ сувлари	Учинчи тоифа	Иккинчи тоифа	Иккинчи тоифа
сатҳи ўзгарувчан	$a_{crc1}=0,3$	$a_{crc1}=0,2$	$a_{crc1}=0,1$
бўлган тупроқ-ларда	$a_{crc2}=0,2$		

Тузилмаларни ёриқ ҳосил бўлишига, очилишига ва ёпилишига ҳисоблашда уларга тушадиган юкларни ҳисобга олиш тартиби 1.11 жадвалда келтирилган.

Олдиндан зўриктирилмаган темирбетон тузилмалари фақат учинчи тоифа ёриқбардошлилик талабларини қониқтириши мумкин.

Кўриб ўтилган ёриқбардошлилик талаби тоифалари элементлар бўйлама ўқига тик ва қия ёриқларга тааллуқлидир.

Бўйлама ёриқларни пайдо бўлиши ҳар қандай элементларда ҳам йўл қўйилмайди.

Тузилмаларни ёриқбардошлиikka ҳисоблашда юкларни ҳисобга олиш тартиби

1.11-жадвал

Темирбетон тузилмаларни ёриқбардошлилик бўйича қўйиладиган талаблар тоифаси	Ёриқлар пайдо бўлиши бўйича	Ёриқлар очилиши бўйича		Ёриқлар ёпилиши бўйича
		Қисқа муддатли очилиш	Узоқ муддатли очилиши	
Биринчи	$\gamma_f > 1$ да ҳамма юкларни (махсус юклардан ташқари) биргаликда таъсири (мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашдаги каби)	-	-	-
Иккинчи	Шунингдек (қисқа муддатли ёриқлар очилиши ва уларни ёпилиши бўйича текшириш зарурлигини аниқлаш учун қилинадиган ҳисобда)	$\gamma_f = 1$ да доимий ва вақтли юкларни биргаликда таъсири (махсус юклардан ташқари)	-	$\gamma_f = 1$ доимий ва узоқ муддатли юкларни биргаликда таъсири
Учинчи	$\gamma_f = 1$ да ҳамма юкларни (махсус юклардан ташқари) биргаликда таъсири (ҳисоблаш ёриқлар пайдо бўлиши бўйича текшириш зарурлигини аниқлаш учун олиб борилади)	худди шунингдек	$\gamma_f = 1$ да доимий ва узоқ муддатли юкларни биргаликда таъсири	-

1.4. Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлардаги кучланишларни йўқотилиши.

Олдиндан берилган кучланишнинг бошланғич миқдори вақт ўтиши билан камайиб кетади яъни кучланишларни йўқотилиши рўй беради.

Арматураларни турига, тайёрлаш ва таранглаш усулига ҳамда тузилмаларни ишлатилиш шароитига кўра йўқотилишлар ҳар хил сабаблар натижасида ва ҳар хил кетма-кетликда содир бўлади. Ҳаммаси бўлиб 11 асосий йўқотилишлар мавжуддир (1.12-жадвал).

Ҳамма йўқолишларни икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳ йўқолишлар σ_{los1} бетонни сиқилиши тугагунча, иккинчи гуруҳ йўқолишлар σ_{los2} бетон сиқилгандан сўнг рўй беради.

Агар арматуралар таянчларга тортиб тарангланган бўлса, у ҳолда биринчи гуруҳ йўқолишлар қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$$

иккинчи гуруҳ йўқолишлар

$$\sigma_{\text{los2}} = \sigma_8 + \sigma_9.$$

Агар арматуралар бетонга тортиб тарангланган бўлса

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_3 + \sigma_4$$

$$\sigma_{\text{los2}} = \sigma_1 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$$

йўқолишлар миқдори 1.12 - жадвалга асосан аниқланади, бунда умумий миқдори

$\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}}$ бўлади, лекин тузилмаларни лойиҳалашда йўқолишлар миқдори 100 МПа дан кам қабул қилинмайди.

Арматурада олдиндан зўриқишнинг биринчи йўқолишлари, МПа

Йўқолиш белгилари ва бу йўқолишларга сабаб бўладиган омиллар	Арматурада зўриқишнинг биринчи йўқолишлари, МПа	
	Таянчларда	Бетонда
σ_1 – арматура кучланишининг релаксациясидан: а) механик усул билан таранглашда: - юқори даража мустаҳкам сим арматура ва канатлар - стерженр арматура (А-IV ва ундан юқори классдагилари) б) Электротермик ва электротермик-механик усуллар билан таранглашда - сим арматура - стерженр арматура (А-IV ва ундан юқори классдагилари) в) А-III, А-IIIВ класслардаги стерженр арматуралар учун таранглашнинг ҳар қандай усулида	$(0,22\sigma_{sp}/R_{s,ser}-0,1) \sigma_{sp}$ $0,1\sigma_{sp}-20$ $0,05\sigma_{sp}$ $0,03\sigma_{sp}(\sigma_{sp} \text{ йўқолишни назарда тутмаган ҳолда олинадиган, МПа})$ 0	- - - -
σ_2 – температура даражалари фарқлангандан (тарангланган арматура ва бетон бугланиши ва қизишида тарангланишидан ҳосил бўладиган кучланишни ўзига оладиган мослама температуралари ўртасидаги фарқ $^{\circ}\text{C}$)	В15 – В40 класслардаги бетонлар учун $1,25\Delta t$; В45 ва ундан баланд класслардаги бетонлар учун $1,0\Delta t$, бу ерда Δt -арматура билан тарангланишдан ҳосил бўладиган кучланишни ўзига оладиган тиргаклар температуралари ўртасидаги фарқ, $^{\circ}\text{C}$; аниқ маълумотлар бўлмаганда $\Delta t=65^{\circ}\text{C}$	
σ_3 – тарангловчи мосламалардаги анкерлар деформацияларидан (фақат механик усул билан таранглашда)	$\frac{\Delta l}{l} E_s$ бу ерда Δl – 2 мм пресслаб қўйилган шайбаларнинг сиқилиши, кўчирилган головкаларнинг эзилиши ва ш.ў. ёки инвентарр қисқичларда стерженларнинг силжиши; бу силжиш қўйидаги формуладан аниқланади. $\Delta l = 1,25 + 0,15d$, d – стерженр диаметри, мм; l – стержен узунлиги, мм; электротермик усул билан таранглашда $\sigma_3=1$	$\frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{l} E_s$ бу ерда $\Delta l_1=1$ мм – анкерлар билан бетон ўртасига жойланган шайбалар ёки кистирмаларнинг сиқилиши, $\Delta l_2=\Delta l=1$ мм – стакан типидagi анкерлар, тикинли головкалар, анкер гайкалари ва қамрагичларнинг деформациялари; l – таранглангандиган стерженр узунлиги, мм
σ_4 – арматура ишқаланишидан: а) каналларнинг деворларига ёки конструкция бетонининг юзасига б) букувчи мосламаларга σ_5 – олдиндан зўриққан темир-бетон конструкцияларни тайёрлашда пўлат қолип деформациясидан	$\sigma_{sp}(1-1/e^{\delta\theta})$ (σ_{sp} йўқолишни ҳисобга олмаган ҳолда олинадиган), бу ерда: e – натурал логарифмлар асоси; δ – коэффициент, у 0,25 га тенг, θ – арматура ўқи бурилишининг	$\sigma_{sp}(1-1/e^{ux+\delta\theta})$ (σ_{sp} -йўқолишни ҳисобга олмаган ҳолда олинадиган), бу ерда: e – натурал логарифмлар асоси; u ва δ - 6.11 – жадвал (2) бўйича аниқланадиган коэффициентлар, x – таранглаш мосламасидан ҳисоблаб аниқланадиган кесимгача бўлган участканинг узунлиги, м; θ - арматура ўқи бурилишининг жамланган бурчаги, радианларда

Арматурада олдиндан зўриқишнинг иккинчи йўқолишлари, МПа

1.12 – жадвалнинг давоми

Йўқолиш белгилари ва бу йўқолишларга сабаб бўладиган омиллар	Арматуранинг таранглашда		
	Таянчларда		Бетонда
σ_7 - арматура кучланишининг релаксациясидан			$\left(0,22 \frac{\sigma_{ep}}{R_{s,ser}} - 0\right) \sigma_{sp} - \text{сим}$ арматура 0,1 σ_{sp}-20 стерженр арматура
σ_8 – оғир бетоннинг киришишдан Оғир классдагилари: а) В35 ва ундан пасти б) В40 - - в) В40 ва ундан баланди Енгил классдагилари зич (ғовак) кумда тайёрланган	Табиий шароитда қотадиган бетон 40 50 60 50 (70)	Атмосфера босими остида иссиқлик билан ишлов берилганда уни ўзига тез оладиган бетон 35 40 50 45 (60)	Бетоннинг қотиш шароитига боғлиқ бўлмаган 30 35 40 -
σ_9 – оғир бетоннинг ўзича чўзилувчанлиги	$\sigma_b/R_b \leq 0,75 \quad 150\alpha\sigma_b/R_b$; $\sigma_b/R_b > 0,75$ да $300\alpha(\sigma_b)R_b - 0,5$ бу ерда: α - коэффициент, у табиий шароитда қотадиган бетон учун 1 га тенг, атмосфера босимида иссиқлик билан ишлов берилганда уни ўзига тез оладиган бетон		
σ_{10} – бетоннинг спиралсимон ёки ҳалқасимон арматура ўрамлари таъсирида эзилишидан (конструкциясининг диаметри 3 м гача бўлганда)			30
σ_{11} – блоklar ўртасидаги бириктиш жойларининг сиқилиш жойлари деформациясидан (блоklarдан иборат конструкциялар учун)			$\frac{n\Delta l}{l} E_s,$ бу ерда: n – тарангланадиган арматуранинг узунлиги бўйлаб конструкция чокларининг сони; Δl – бириктиш жойининг сиқилиши, у бетон билан тўлдирилган бириктиш жойлари учун 0.3 мм га, куриқлайин бириктиришда 0,5 мм га тенг килиб олинади. l – тарангланадиган арматуранинг узунлиги, мм.

II-боб. Эгилишга, сиқилишга ва чўзилишга ишловчи элементларни биринчи чекли ҳолат бўйича ҳисоблашга доир мисоллар

2.1. Эгилишга ишловчи элементларни нормал кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш

2.1.1. Эгилишга ишловчи бир томонлама арматураланган тўғри тўрт бурчак кесимли темирбетон элементларни лойиҳалаш.

Амалда бу турдаги масалалар уч хил ҳолатда учраши мумкин:

1. Элементни кесим ўлчамлари, материаллари тавсифи ва унга таъсир этаётган ташқи ҳисобий эғувчи момент берилган бўлиб ишчи арматура миқдорини аниқлаш талаб этилади.
2. Элементга таъсир этаётган ташқи ҳисобий эғувчи момент ва материаллар тавсифи берилган бўлиб, элементнинг кесим ўлчамлари ва ишчи арматураси миқдорини аниқлаш талаб этилади.
3. Элементни олдиндан лойиҳаланган бўлиб, унинг материаллари тавсифи, кесим ўлчамлари ва ишчи арматуралари миқдори берилган, элементни юк кўтариш қобилияти (ташқи ҳисобий эғувчи моменти) ни аниқлаш талаб этилади.

Қуйида шу уч турдаги масалаларга оид мисолларни кўриб чиқамиз.

2.1-мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотларга кўра текис темирбетон плита учун зарур бўлган ишчи арматура миқдори аниқлансин.

Ташқи ҳисобий эғувчи момент $M=3,5$ кНм. Оғир бетон синфи В20, арматура синфи А-I. Плитанинг кўндаланг кесим ўлчамлари $b=80$ см; $h=60$ см; $\gamma_{B2}=0,9$.

Ечиш. Иловадаги 3 ва 6 жадвалдан бетоннинг ҳисобий қаршилиги $R_B=11,5$ МПа; арматуранинг ҳисобий қаршилиги $R_5=225$ МПа; $h_0=h-a=60-15=45$ мм; $a=15$ мм-бетоннинг ҳимоя қатлами. Коэффициент [3] 3.14 дан

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{B2} \cdot R_B \cdot b h_0^2} = \frac{3,5 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 80 \cdot 45^2 \cdot 100} = 0,209,$$

у ҳолда $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,238$.

Бетон сиқилувчи минтақасининг тавсифи

$$w = 0,85 - 0,008 \gamma_{B2} \cdot R_B = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 11,5 = 0,767.$$

Сиқилувчи минтақа нисбий баландлигининг чекланган миқдори [3] 2.42 ифодадан

$$\xi_R \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,4}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + 225 / 500 \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,675,$$

бу ерда

$\sigma_{sR}=R_s=225\text{МПа}$ – А-I синфли арматура учун;

$\gamma_{B2}<1$ бўлгани учун $\sigma_{sc,4}=500\text{МПа}$;

Демак $\xi=0,238 < \xi_R=0,675$ у ҳолда ишчи арматуранинг талаб этилган миқдори [3] 3.15 ифодадан

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{3,5 \cdot 10^5}{225 \cdot 0,881 \cdot 4,5 \cdot 100} = 3,92 \text{ см}^2,$$

бу ерда $\xi=1 - \xi/2=1 - \frac{0,238}{2} = 0,881$.

Арматуралаш коэффициенти

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{3,92}{80 \cdot 4,5} = 0,011 > \mu_{\min} = 0,0005.$$

Пўлат арматуралар сортаментидан ишчи арматуранинг $5\varnothing 10$ А-I, $A_s=3,93\text{ см}^2$ қабул қиламиз.

2.2-мисол. Олдиндан зўриктирилган арматурали тўсиннинг кесим ўлчамлари $b=25\text{ см}$, $h=50\text{ см}$ бўлиб синфи В30 оғир бетондан тайёрланган. Ишчи арматура синфи А-VI ($R_{sp}=815\text{ МПа}$); $R_b=17\text{ МПа}$; $\gamma_{B2}=0,9$; $R_b=0,9 \cdot 17=15,3\text{ МПа}$. Ҳисобий ташқи эгувчи момент $M=150\text{ кН}\cdot\text{м}$. Олдиндан берилган зўриқиш $\sigma_{sp}=600\text{МПа}$ бўлганда, тўсин учун талаб этиладиган ишчи арматуралар миқдори аниқлансин.

Ечиш. Ҳимоя қатламини $a=3\text{ см}$ қабул қилсак, у ҳолда $h_0=h-a=50-3=47\text{ см}$.

Бетон кесими сиқилувчи минтақасининг тавсифи

$$w=0,85-0,008 \cdot R_b=0,85-0,008 \cdot 15,3=0,73;$$

$$\sigma_{sR}=R_s-\sigma_{sR}=815-600=215\text{ МПа};$$

$$\gamma_{B2}=0,9<1\text{ бўлгани учун } \sigma_{sc,4}=500\text{ МПа}.$$

Сиқилувчи минтақа нисбий баландлигининг чекланган миқдори

$$\xi_R = \frac{0,73}{1 + \frac{215}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right)} = 0,638$$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{B2} \cdot R_b \cdot bh_0^2} = \frac{150 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 17 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot 100} = 0,178$$

у ҳолда

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,178} = 0,197 < \xi_R = 0,638$$

А-VI синфли пўлат учун $\eta=1,1$, у ҳолда арматуранинг ишлаш шароити коэффициенти [3] 2.44

$$\gamma_{s6}=\eta \cdot (\eta-1) (2\xi/\xi_R-1)=1,1 \cdot (1,1-1) (2 \cdot 0,197/0,638-1)=1,06<\eta=1,1$$

қабул қиламиз $\gamma_{s6}=1,06$.

Кучлантирилган ишчи арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A_{sp} = \frac{\xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_s}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{0,197 \cdot 25 \cdot 47 \cdot 15,3}{1,06 \cdot 815} = 4,01 \text{ см}^2.$$

Қабул қиламиз 2 Ø 16 А-VI: $A_{sp}=4,02 \text{ см}^2$

2.3-мисол. Қуйидаги шартларга асосан темирбетон тўсиннинг кесим ўлчамлари ва ишчи арматурасининг талаб этилган юзаси аниқлансин: ташқи ҳисобий эгувчи момент $M=120 \text{ кНм}$; оғир бетон синфи В30, $\gamma_{B2}=0,9$ ($R_b=0,9 \cdot 17=15,3 \text{ МПа}$); Арматура синфи А-II ($R_s=280 \text{ МПа}$).

Ечиш. Тўсинни энини олдиндан $b=20 \text{ см}$ деб оламиз. Арматуралаш коэффиценти энг мувофиқ (оптимал) миқдорини қабул қиламиз $\mu=0,012$,

$$\text{у ҳолда} \quad \xi = \mu \cdot \frac{R_s}{R_b} = 0,012 \cdot \frac{280}{15,3} = 0,22, \quad \text{бундан} \quad \alpha_m = \xi(1-\xi/2) = 0,22 \quad (1-$$

$$\frac{0,22}{2}) = 0,196 \text{ тўсиннинг ишчи баландлиги [3] 3.18 дан}$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m b R_b}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^5}{0,196 \cdot 20 \cdot 15,3 \cdot 100}} = 44,7 \text{ см}$$

Агар ҳимоя қатлами $a=3 \text{ см}$ десак, тўсиннинг баландлиги

$h=h_0+a=44,7+3=47,7 \text{ см}$. Қабул қиламиз $h=50 \text{ см}$; у ҳолда

$h_0=h-a=50-3=47 \text{ см}$; бетон сиқилувчи минтақаси тавсифи

$w=0,85-0,008 \cdot 15,3=0,73$; $\sigma_{sp}=280 \text{ МПа}$; $\sigma_{sc,4}=500 \text{ МПа}$, чунки $\gamma_{B2}=0,9 < 1$;

у ҳолда

$$\xi_R = \frac{0,73}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right)} = 0,614.$$

Бундан

$$\alpha_R = 0,614 (1 - 0,5 \cdot 0,614) = 0,425;$$

$$\alpha_m = \frac{M}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{s2}} = \frac{120 \cdot 10^5}{20 \cdot 47^2 \cdot 15,3 \cdot 100} = 0,178.$$

Демак $\alpha_R = 0,425 > \alpha_m = 0,178$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,178} = 0,198.$$

Талаб этилган арматура миқдори

$$A_s = \frac{\xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_b \cdot \gamma_{s2}}{R_s} = \frac{0,198 \cdot 20 \cdot 47 \cdot 15,3}{280} = 10,17 \text{ см}^2.$$

Қабул қиламиз 4 Ø 18 А-II, $A_s=10,17 \text{ см}^2$;

2.4 - мисол. Олдиндан зўриктирилган ва оддий арматурали тўсинни кўндаланг кесим ўлчамлари ва талаб этиладиган ишчи арматуралари миқдори

аниқлансин. Ҳисобий ташқи эгувчи момент $M=125$ кН.м; тўсин В25 синфли оғир бетондан тайёрланади, $\gamma_{B2}=0,9$; оддий арматура синфи А-III ($R_s=365$ МПа): зўриктирилган арматура синфи А-IV ($R_{sp}=510$ МПа ва $\sigma_{sp}=370$ МПа); ($R_b=0,9 \cdot 14,5=13,05$ МПа).

Ечиш. Энг мувофиқ арматуралаш коэффиценти $\mu=0,012$ қабул қиламиз. У ҳолда

$$\xi = 0,012 \frac{365}{13,05} = 0,336, \text{ бундан}$$

$$\alpha_m = 0,336 \left(1 - \frac{0,336}{2} \right) = 0,28.$$

Тўсин энини $v=20$ см қабул қиламиз.

Тўсиннинг ишчи баландлиги

$$h_0 = \sqrt{\frac{12500000}{0,28 \cdot 20 \cdot 13,05 \cdot 100}} = 41,4 \text{ см},$$

агар $a=3$ см десак $h=h_0+a=41,3+3=44,4$ см,

қабул қиламиз $h=45$ см; $h_0=45-3=42$ см;

Бетон сиқилувчи минтақаси тавсифи

$w=0,85-0,008 \cdot 13,5=0,746$;

$\sigma_{sR}=510-370=140$ МПа; $\sigma_{sc,4}=500$ МПа;

$$\xi_R = \frac{0,746}{1 + \frac{140}{500} \left(1 - \frac{0,746}{1,1} \right)} = 0,684;$$

$$\alpha_R = 0,684 (1 - 0,5 \cdot 0,684) = 0,45;$$

$$\alpha_m = \frac{125 \cdot 10^5}{20 \cdot 42^2 \cdot 13,03 \cdot 100} = 0,272 < \alpha_R = 0,45.$$

у ҳолда $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,272} = 0,324$;

$\gamma_{s6}=1,15 - (1,15-1) (2 \cdot 0,324 / 0,684 - 1) = 1,158 > \eta = 1,15$,

қабул қиламиз $\gamma_{s6}=\eta=1,15$

Умумий арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A_{s,red} = \frac{0,324 \cdot 20 \cdot 42 \cdot 13,05}{1,15 \cdot 510} = 6,39 \text{ см}^2.$$

Оддий (кучлантирилмаган) арматура миқдорини $2 \text{ } \varnothing 10$ А-III; $A_s=1,57$ см² деб қабул қиламиз, у ҳолда талаб этилган кучлантирилган арматура юзаси

$$A_{sp} = \frac{6,39 \cdot 1,15 \cdot 510 - 1,57 \cdot 365}{1,15 \cdot 510} = 5,68 \text{ см}^2,$$

қабул қиламиз $2 \text{ } \varnothing 20$ А-IV; $A_{sp}=6,28$ см².

2.5 – мисол. Қуйидаги маълумотларга кўра тўсиннинг тик кесимлар бўйича муштаҳкамлиги текширилсин: $M=450$ кН·м, $h=75$ см; $v=30$ см;

$a=4$ см; оғир бетон синфи В20; $\gamma_{B2}=0,9$, $R_B=11,5 \cdot 0,9=10,35$ МПа; $\alpha=0.85$.
Арматура 6 Ø 25 А-III, $A_s=29,45$ см²; $R_s=365$ МПа; $\sigma_{sR}=R_s=365$ МПа.

Ечиш. Ишчи баландлик

$h_0=h-a=75-4=71$ см;

сиқилувчи минтақа тавсифи

$w=0,85-0,008 \cdot 10,35=0,767$;

сиқилувчи минтақа нисбий баландлигининг чегаравий миқдори

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1} \right)} = 0,628$$

У ҳолда сиқилувчи минтақа чегаравий баландлиги

$$X_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,628 \cdot 71 = 44,6 \text{ см};$$

$$X = \frac{365 \cdot 29,45}{10,35 \cdot 30} = 34,6 \text{ см} < X_R = 44,6 \text{ см};$$

Ички кучлар моменти

$$M_{adm} = R_s \cdot A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = 365 \cdot 29,45 \cdot (71 - 34,6/2) \cdot 100 = 577 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см} = 577 \text{ кНм} > M = 450$$

кНм мустаҳкамлиги етарли экан.

2.6 – мисол. Қуйидаги маълумотларга қўра темирбетон элементнинг юк қўтариш қобилияти текширилсин: $M=170$ кНм; $b=25$ см; $h=50$ см; оғир бетон синфи В30 ($R_B=0,9 \cdot 17=15,3$ МПа); кучлантилмаган арматура 2 Ø 10 А-II ($A_s=1,57$ см²; $R_s=280$ МПа) ва кучланритирилган арматура 8 Ø 8 В_p-II ($A_{sp}=4,02$ см²; $R_{sp}=850$ МПа; $\sigma_{sp}=720$ МПа); $a=4$ см.

Ечиш. Ишчи баландлик $h_0=50-4=46$ см $w=0,85-0,008 \cdot 15,3=0,73$;

$\sigma_{sp}=850+400-720=530$ МПа, $\sigma_{sc,4}=500$ МПа, $\gamma_{B2}<1$;

У ҳолда бетон сиқилувчи минтақаси нисбий баландлигининг чегаравий миқдори

$$\xi_R = \frac{0,73}{1 + \frac{530}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right)} = 0,53, \text{ бундан}$$

$$\alpha_R = 0,53 (1 - 0,5 \cdot 0,53) = 0,39.$$

Бетон сиқилувчи минтақасининг нисбий баландлиги

$$\xi = \frac{280 \cdot 1,57 + 1,15 \cdot 850 \cdot 4,02}{25 \cdot 46 \cdot 15,3} = 0,248 < \xi_R = 0,53 \text{ бундан}$$

$$\alpha_m = 0,248 (1 - 0,5 \cdot 0,248) = 0,219;$$

$$M_{adm} = \alpha_m \cdot b h_0^2 \cdot R_B \cdot \gamma_{B2} = 0,219 \cdot 25 \cdot 46^2 \cdot 15,3 \cdot 100 = 17725200 \text{ Н} \cdot \text{см} = 177,252$$

кНм $> M = 170$ кНм.

Элементнинг юк қўтариш қобилияти етарли экан.

2.1.2. Қўш арматурали кесимлар

Эгилишга ишловчи, икки томонига ҳам ишчи арматура (чўзилувчи ва сиқилувчи минтақаларга) қўйилган темирбетон элементлари фақатгина бетон сиқилган минтақасининг мустаҳкамлигини орттириш (ўлчамларини ўзгартирмасдан) зарур бўлганда ёки элементларга икки ишорали моментлар таъсир этгандагина қўлланилади.

Бундай элементларни лойиҳалаш (ҳисоблаш) ҳам худди бир томонлама арматураланган элементлар каби олиб борилади, фақат бетон сиқилувчи минтақаси қаршилигига шу минтақага қўйилган арматура қаршилиги ҳам қўшиб ҳисобланади.

Қўш арматурали элементларни ҳисоблашда аввало сиқилувчи минтақанинг мустаҳкамлиги текширилади, агар мустаҳкамлик етарли бўлмаса яъни $\alpha_m > \alpha_R$ бўлса, шундагина сиқилувчи минтақага ҳам ишчи арматура танланади.

2.7 – мисол. Тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамлари $b=30$ см, $h=60$ см бўлиб, ташқи ҳисобий эгувчи момент $M=700$ кНм. Тўсин В30 синфдаги оғир бетондан тайёрланади ($R_b=0,9 \cdot 17=15,3$ МПа) $\gamma_{b2}=0,9$. Арматура синфи А-II ($R_s=R_{sc}=280$ МПа). Тўсин учун арматуралар танлансин.

Ечиш. $a=4$ см; тўсин ишчи баландлиги

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56 \text{ см}$$

Бетон сиқилувчи минтақасининг тавсифи

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,728; \quad \gamma_{b2} = 0,9 < 1; \quad \sigma_{sc4} = 500 \text{ МПа.}$$

Сиқилувчи минтақа нисбий баландлигининг чегаравий миқдори

$$\xi_R = \frac{0,728}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,728}{1,1} \right)} = 0,612, \quad \text{бундан}$$

$$\alpha_R = 0,612 (1 - 0,5 \cdot 0,612) = 0,425;$$

$$\alpha_m = \frac{700 \cdot 10^5}{15,3 \cdot 30 \cdot 56^2} = 0,486 > \alpha_R = 0,425$$

демак, сиқилувчи минтақага арматура қўйишимиз зарур.

Сиқилувчи арматуранинг юзаси

$$A'_s = \frac{M - \alpha_R \cdot R_s \cdot \gamma_{b2} \cdot b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{700 \cdot 10^5 - 0,425 \cdot 15,3 \cdot 30 \cdot 56^2 \cdot 100}{280 \cdot (56 - 4) \cdot 100} = 6,06 \text{ см}^2.$$

Чўзилишга ишловчи арматура юзаси

$$A_s = \frac{R_{sc} \cdot A_s'}{R_s} + \frac{\alpha_R \cdot R_{\epsilon} \cdot \epsilon h_0}{R_s} = \frac{280 \cdot 6,06}{280} + \frac{0,425 \cdot 15,3 \cdot 30 \cdot 56}{280} = 45,08 \text{ см}^2,$$

қабул қиламиз:

сиқилувчи арматура 2 Ø 20 А-II, $A_s' = 6,28 \text{ см}^2$;

чўзилувчи арматура 6 Ø 32 А-II, $A_s = 48,26 \text{ см}^2$.

2.8 – мисол. Тўғри тўртбурчак кесимли қўш арматураланган тўсиннинг ўлчамлари $b=20 \text{ см}$, $h=50 \text{ см}$, арматуралари $A_s=10,17 \text{ см}^2$ (4 Ø 18 А-II) ва $A_s' = 4,02 \text{ см}^2$ (2 Ø 16 А-II), ҳисобий қаршиликлари $R_s=R_{s,c}=280 \text{ МПа}$, оғир бетон синфи В20 ($R_b=0,9 \cdot 11,5=10,35 \text{ МПа}$), $\gamma_{b2}=0,9$ бўлса, унинг юк кўтариш қобилияти аниқлансин.

Ечиш. Тўсин кесимининг ишчи баландлиги $a=4 \text{ см}$; $h_0=h-a=50-4=46 \text{ см}$;
 $a^1=3 \text{ см}$;

Бетон сиқилувчи минтақаси баландлиги

$$X = \frac{R_s A_s - R_{s,c} A_s'}{R_{\epsilon} \cdot \epsilon} = \frac{280 \cdot 10,17 - 280 \cdot 4,02}{10,35 \cdot 20} = 8,32 \text{ см}.$$

Тўсин қабул қилиши мумкин бўлган энг катта ташқи ҳисобий момент

$$M = R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_{s,c} A_s^1 (h_0 - a^1) = 10,35 \cdot 20 \cdot 8,32 (46 - 0,5 \cdot 8,32) + 280 \cdot 4,02 (46 - 3) = 72058 + 48400 = 120458 \text{ Нм} = 120,458 \text{ КН} \cdot \text{м};$$

2.1.3 Тавр шаклли кесимлар

Тавр шаклли кесимларни ҳисоблашнинг ўзига хослиги шундаки, агар таврнинг токчаси сиқилувчи минтақада бўлса ҳисоблаш тартиби нейтрал ўқнинг ҳолатига яони сиқилувчи минтақанинг чегарасига боғлиқ бўлади.

Агар нейтрал ўқ тавр токчаси худудидан ўтса, яони $x \leq h_f'$ бўлса, кесимни эни тавр токчасини ҳисобий эни ϵ_f' га тенг тўғри тўртбурчакли кесимлар сифатида ҳисобланади.

Агар нейтрал ўқ таврнинг ковирағасини кесиб ўтса, яони $x > h_f'$ бўлса, у ҳолда сиқилувчи минтақа тавр шаклга эга бўлади ва ҳисоблаш алоҳида тартибда олиб берилади. Шунинг учун тавр кесимларни ҳисоблашда аввало нейтрал ўқнинг ҳолати аниқлаб олинади.

2.9-мисол. Қуйидаги маълумотларга кўра тавр кесимли тўсин учун ишчи арматуралар танлансин: $M=180 \text{ КН} \cdot \text{м}$ $b=20 \text{ см}$; $h=50 \text{ см}$;
 $\epsilon_f'=40 \text{ см}$; $h_f'=12 \text{ см}$, оғир бетон синфи В20 ($R_b=11,5 \cdot 0,9=10,35 \text{ МПа}$); арматура синфи А-III ($R_s=365 \text{ МПа}$).

Ечиш. Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0=h-a=50-3,5=46,5$ см;
Коэффициент α_m ни ҳисоблаймиз

$$\alpha_m = \frac{M}{R_g \cdot \sigma_f' \cdot h_0^2} = \frac{180 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 40 \cdot 46,5^2 \cdot 100} = 0,2, \text{ бундан}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,2} = 0,227,$$

сиқилувчи минтақанинг баландлиги

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,227 \cdot 46,5 = 10,5 \text{ см} < h_f' = 12 \text{ см}$$

Демак, нейтрал (холис) ўқ тавр кесим тоқчаси худдудидан ўтар экан, шунинг учун кесимни эни σ_f' га тенг тўғри тўртбурчакли кесим сифатида ҳисоблаймиз.

Бетон сиқилувчи минтақасининг тавсифи

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767.$$

Агар $\sigma_{sp} = 365$ МПа, $\sigma_{sc,4} = 500$ МПа бўлса

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1} \right)} = 0,628 > \xi = 0,227 \text{ ёки}$$

$$\alpha_R = 0,628 (1 - 0,5 \cdot 0,628) = 0,431 > \alpha_m = 0,2,$$

чўзилишга ишловчи ишчи арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A_s = \frac{\xi \cdot \sigma_f' \cdot h_0 R_g}{R_s} = \frac{0,227 \cdot 40 \cdot 46,5 \cdot 10,35}{365} = 11,97 \text{ см}^2.$$

Арматуралар сортаментидан

4 Ø 20 А-III, $A_s = 12,56 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

2.10 – мисол. Ташқи ҳисобий эгувчи момент $M = 240$ КН·м ва тавр кесимли тўсиннинг ўлчамлари $h = 50$ см, $b = 20$ см, $b_f' = 40$ см, $h_f' = 12$ см ҳамда оғир бетоннинг синфи В20 ($R_b = 0,9 \cdot 11,5 = 10,35$ МПа), чўзилишга ишловчи арматуранинг синфи А-II ($R_s = 280$ МПа) бўлганда тўсин учун зарур бўлган арматура миқдори аниқлансин.

Ечиш. Кесимнинг ишчи баландлиги

$$h_0 = 50 - 4 = 46 \text{ см}.$$

Нейтрал ўқнинг ҳолатини аниқлаймиз

$$M_f' = R_b \cdot \sigma_f' \cdot h_f' (h_0 - 0,5 h_f') = 10,35 \cdot 40 \cdot 12 \cdot (46 - 0,5 \cdot 12) \cdot 100 = 19872000 \text{ Н} \cdot \text{см} =$$

$$198,72 \text{ КНм} < M = 240 \text{ КНм}.$$

Демак нейтрал ўқ тавр кесимнинг қовирғасидан ўтар экан.

Бетон сиқилувчи минтақасининг тавсифи

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767, \text{ агар } \sigma_{sp} = 280 \text{ МПа; } \sigma_{sc,4} = 500 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{B2} = 0,9 \text{ десак}$$

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1} \right)} = 0,656, \text{ бундан}$$

$$\alpha_R = 0,656 (1 - 0,5 \cdot 0,656) = 0,441;$$

$$\alpha_m = \frac{M - R_s (\sigma_{f'} - \sigma) h_{f'} (h_0 - 0,5 h_{f'})}{R_s \sigma h_0^2} = \frac{240 \cdot 10^5 - 10,35 \cdot 10^2 (40 - 20) \cdot 12 (46 - 0,5 \cdot 12)}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 46^2} = 0,32 < \alpha_R = 0,441;$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,32} = 0,4.$$

Ишчи арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A_s = \frac{[\xi \sigma h_0 + (\sigma_{f'} - \sigma) h_{f'}] R_s}{R_s} = \frac{[0,4 \cdot 20 \cdot 46 + (40 - 20) \cdot 12] \cdot 10,35}{280} = 22,47 \text{ см}^2.$$

Арматуралар сортаментида

4 Ø 28 А-II, $A_s = 24,63 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

2.2. Эгилишга ишловчи элементларни қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш

Темирбетон элементларни қия кесимлар бўйича мустаҳкамлиги бетоннинг сиқилувчи минтақаси, бўйлама арматура, хомутлар ёки кўндаланг таёқчалар (арматуралар) ва қия ёки букилган арматуралар билан таъминланади.

Эгилишга ишловчи элементларда энг хавфли қия кесим таянчларга яқин жойда бўлади, чунки бу жойда на фақат эгувчи момент, балки катта миқдорда кўндаланг кучлар ҳам таъсир этади. Элементларни қия кесимларда бузилиши эгувчи момент ва кўндаланг кучларни бир вақтдаги таъсиридан рўй беради.

Лекин элементларни қия кесимлари мустаҳкамлигини эгувчи моментга ҳисобламаса ҳам бўлади, чунки қия кесим мустаҳкамлиги айтилиб элементларнинг тик кесимлари мустаҳкамлигидан кам бўлмайди.

Қия кесимларни ҳисоблашда, аксарият ҳолларда кўндаланг арматураларни диаметри ва бир текисликдаги сони қабул қилинади ҳамда арматуралар қадамлари (улар орасидаги масофа) S аниқланади.

2.11-мисол. Қуйидаги маълумотларга кўра тўсинни қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблансин: таянчдаги кўндаланг куч $Q = 320 \text{ кН}$;

$b = 25 \text{ см}$, $h = 60 \text{ см}$, оғир бетон синфи В20 ($R_{bt} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 \text{ МПа}$, $R_b = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}$), ишчи бўйлама арматура Ø 32 А-III $R_s = 365 \text{ МПа}$, арматура синчлари сони $n = 2$. Кўндаланг арматура синфи А-III, $R_{sw} = 285 \text{ МПа}$; $E_b = 27000 \text{ МПа}$; $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Ечиш. Кўндаланг арматура диаметрини пайвандлаш шартига асосан қабул қиламиз $2 \varnothing 8$ А-III, у ҳолда $A_{sw}=2 \cdot 1,06=2,12 \text{ см}^2$.

Оғир бетонлар учун $\varphi_{B2}=2,0$; $\varphi_{B3}=0,6$; $\beta=0,01$. Кўндаланг арматуралар қадамини конструктив шартга асосан қабул қиламиз

$$S = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ см};$$

тўсиннинг ишчи баландлиги $h_0=h-a=60-4=56 \text{ см}$;

коэффициент $\varphi_{B1}=1-0,01R_B=1-0,01 \cdot 10,35=0,897$;

$$\alpha = \frac{E_s}{E_e} = \frac{2 \cdot 10^5}{0,27 \cdot 10^5} = 7,4.$$

Арматуралаш коэффициенти

$$\mu_w = A_{sw} / e \cdot s = \frac{2,12}{25 \cdot 20} = 0,00424;$$

коэффициент φ_{w1} [3] 3.68 дан

$$\varphi_{w1}=1+5 \cdot \alpha \cdot \mu_w=1+5 \cdot 7,4 \cdot 0,00424=1,16.$$

Қуйидаги шартларни [3] 3.67 бўйича

$$Q \leq 0,3 \varphi_{w1} \cdot \varphi_{B1} \cdot R_B \cdot v h_0;$$

$$Q=320 \cdot 10^3 \text{ Н} < 0,3 \cdot 1,16 \cdot 0,897 \cdot 10,35 \cdot 20 \cdot 56 \cdot 10^2 = 361850 \text{ Н} = 361,85 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

демак, тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамлари қониқарли экан.

$$Q \leq \varphi_{B3} \cdot R_{Bt} v h_0;$$

$$Q=320 \cdot 10^3 \text{ Н} > 0,6 \cdot 0,8 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 56 = 53,76 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

демак, кўндаланг арматураларни ҳисоблаб қўйишимиз зарур экан.

Кўндаланг арматуралар қадамининг энг катта миқдори

$$S_{\max} = 0,75 \varphi_{B2} \cdot R_{Bt} \cdot v h_0^2 / Q = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 56^2}{320 \cdot 10^3} = 23,52 \text{ см} < S = 20 \text{ см}.$$

$$\text{У ҳолда} \quad q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 10^2 \cdot 2,12}{20} = 3021 \text{ Н / см}$$

$$C_0 = \sqrt{\varphi_{e2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{et} e h_0^2 / q_{sw}} = \sqrt{2(1 + 0 + 0) \cdot 0,8 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 56^2 / 3021} = 57,6 \text{ см};$$

бу ерда $e_0=57,6 \text{ см} < 2h_0=2 \cdot 56=112 \text{ см}$, $h_0=56 \text{ см} < C_0=57,6 \text{ см}$ қабул қиламиз.

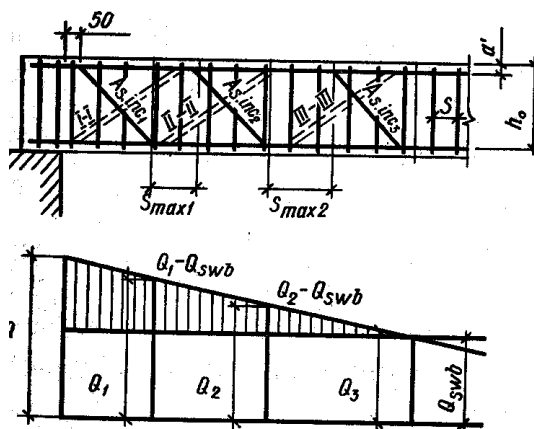
Кесим қабул қила олиши мумкин бўлган кўндаланг куч

$$\begin{aligned} Q_{swB} &= 2 q_{sw} \cdot h_0 + \varphi_{B2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{Bt} \cdot v h_0^2 / C_0 = \\ &= 2 \cdot 3021 \cdot 56 + 2(1 + 0 + 0) \cdot 0,8 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 56^2 / 57,6 = 338352 + 174222,0 = \\ &= 512570 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Демак $Q=320000 \text{ Н} < Q_{swB}=512570 \text{ Н}$ қия кесим юк кўтариш қобилияти таъминланган.

2.12-мисол. Қўйидаги маолумотларга кўра букилган арматура чивиклари ҳисоблансин (2.1 – шакл): $Q_1=300 \text{ кН}$, $Q_2=250 \text{ Н}$; $v=25 \text{ см}$; $h=60 \text{ см}$, $h_0=55 \text{ см}$, оғир бетон синфи В20 ($R_B=0,9 \cdot 11,5=10,35 \text{ МПа}$, $R_{Bt}=0,9 \cdot 0,9=0,81 \text{ МПа}$; $E_B=27000 \text{ МПа}$).

Кўндаланг арматура қўштармоқли хомутлардан ташкил топган ($n=2$) бўлиб А-I синфли пўлатдан ($R_{sw}=175$ МПа); $d_{sw}=8$ мм; $f_{sw}=0,503$ см²; букилган арматура синфи А-II ($R_{sw}=225$ МПа, $E_s=2,1 \cdot 10^5$ МПа); $\varphi_{B2}=2$; $\varphi_{B3}=0,6$; $\beta=0,01$; $\theta=45^\circ$.



2.1 – шакл. Тўсиннинг таянч қисмида букилган арматура чивикларининг жойлашиши.

Ечиш. Коэффициент $\varphi_{B1}=1-0,01R_B=1-0,01 \cdot 10,35=0,897$; $\alpha = \frac{E_s}{E_e} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{0,27 \cdot 10^5} = 7,78$.

Кўндаланг арматуралар қадами $S=15$ см қабул қиламиз, у ҳолда

$$A_{sw}=2 \cdot 0,503=1,006 \text{ см}^2; \quad \mu_w = \frac{A_{sw}}{S \cdot b} = \frac{1,006}{15 \cdot 26} = 0,0027.$$

Коэффициент $\varphi_{w1}=1+5 \cdot \mu_w \cdot \alpha=1+5 \cdot 0,0027 \cdot 7,78=1,04 < 1,3$.

Бундан

$$Q_1 < 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{B1} \cdot R_B \cdot b \cdot h_0;$$

$Q_1=300 \text{ кН} < 0,3 \cdot 1,104 \cdot 0,897 \cdot 10,35 \cdot 25 \cdot 55 \cdot 10^2=422,7 \text{ кН}$, демак элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари етарли экан.

$Q_1 \leq \varphi_{B3} \cdot (1 + \varphi_n) R_{Bt} \cdot b \cdot h_0$ дан

$Q_1=300 \text{ кН} > 0,6 \cdot 0,81 \cdot 10^2 \cdot 25 \cdot 55 (1+0)=69300 \text{ Н}=69,3 \text{ кН}$; демак кўндаланг арматурани ҳисоблаш талаб этилар экан

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{175 \cdot 10^2 \cdot 1,006}{15} = 1,174 \text{ Н / см};$$

$$C_0 = \sqrt{\varphi_{e2}(1 + \varphi_n + \varphi_f) R_{et} \cdot b \cdot h_0^2 / q_{sw}} = \sqrt{2(1 + 0 + 0) \cdot 0,81 \cdot 10^2 \cdot 25 \cdot 55^2 / 1174} = 104 \text{ см};$$

$c_0=104 \text{ см} < 2h_0=2 \cdot 55=110 \text{ см}$ бўлганда, қуйидаги формуладан

$$Q_{sw\theta} = 2\sqrt{\varphi_{e2}(1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{et} \cdot b h_0^2 \cdot q_{sw}} = 2\sqrt{2 \cdot (1 + 0 + 0) \cdot 0,81 \cdot 10^2 \cdot 25 \cdot 55^2 \cdot 1,174} = 239860 \text{ Н},$$

Бундан $Q_{sw\theta}=239,86 \text{ кН} < Q_1=300 \text{ кН}$, демак букилган арматуралар қўйиш керак экан. Энг четки букилган арматура кесим юзи

$$A_{s,inc1} = \frac{Q_1 - Q_{sw\theta}}{R_{sw} \sin \theta} = \frac{300000 - 239860}{225 \cdot 0,707 \cdot 10^2} = 3,78 \text{ см}^2.$$

Агар бўйлама арматура $\varnothing 16$ мм қабул қилинган деб фараз қилсак, букилган чивикни 2 $\varnothing 16$ А-II, $A_{sinc1}=4,02 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Биринчи текисликдаги букилган арматура кўндаланг куч эпюрасини тахминан 55 см узунлигини тўлдиради (ёпади), ундан ташқарида эса $Q_2=250 \text{ кН} > Q_{swb}=239,86 \text{ кН}$, демак иккинчи текисликка ҳам букилган арматура қўйишимиз керак.

Уларнинг кесим юзаси

$$A_{s,inc2} = \frac{250000 - 239860}{225 \cdot 0,707 \cdot 10^2} = 0,64 \text{ см}^2,$$

қабул қиламиз 1 $\varnothing 16$ А-II, $A_{s inc2}=2,01 \text{ см}^2$;

Иккинчи букилиш текислигини биринчи букилиш охиридан жойлаштирилади, у ҳолда икки букилиш текисликлари эгаллаган узунлик $55+50=105 \text{ см}$ бўлиб, кўндаланг куч эпюрасининг ортиқча қисмини тўла ёпади (тўлдиради)

$$x = \frac{(Q_1 - Q_{swb}) \cdot 55}{Q_1 - Q_2} = \frac{300000 - 239860}{300000 - 250000} = 66 \text{ см};$$

2.3. Сиқилишга ва чўзилишга ишловчи элементларни ҳисоблаш.

2.3.1. Сиқилишга ишловчи элементлар

Сиқилишга ишловчи темирбетон элементлар - бу устунлар, фермаларнинг юқориги белбоғлари ва панжараларининг баози бир элементлари, аркалар ва ром тузилмаларидир. Лекин энг кўп тарқалган сиқилишга ишловчи элементлар булар устунлардир. Амалда ҳар қандай темирбетон элементларга таъсир этаётган бўйлама сиқувчи кучлар эксцентриситет орқали таъсир этади. Агарда лойиҳавий эксцентриситет кўзда тутилмаган бўлса, бетоннинг ҳар хил жинслилиги, монтаж (ўрнатиш) ишларидаги ноаниқликлар сабабли тасодифий эксцентриситет e_a ҳосил бўлиши мумкин. Тасодифий эксцентриситет e_a нинг қиймати элемент кўндаланг кесими баландлигининг 1/30 ёки элемент узунлигининг 1/600 қисмига тенг қилиб, энг камида 1 см қилиб олинади. Агар элементга бир вақтда бўйлама сиқувчи куч N ва эғувчи момент M таъсир этаётган бўлса у ҳолда эксцентриситет қиймати қўйидагича қабул қилинади:

$$e_0 = \frac{M}{N} + e_a \cdot$$

Ташқи кучларни таъсир этиш хусусиятига кўра номарказий сиқилишга ишловчи элементлар кўндаланг кесими тўғри бурчакли, қўштаврли, таврсимон, ҳалқасимон ва бошқа кўринишларда бўлиб аксарият ҳолларда момент таъсир текислиги томонга ривожлантирилган бўлади. Бундан

ташқари бу элементлар икки тармоқли ҳам бўлиши мумкин. Номарказий сиқилишга ишловчи элементларнинг кўндаланг кесим ўлчамлари шундай қабул қилиниши керакки иккала йўналишда ҳам эгилувчанлик талабларига жавоб бериши керак.

Номарказий сиқилишга ишловчи элементларни ҳисоблаш услуби уларни бузилиш тавсифига боғлиқ бўлиб, бу ўз навбатида эксцентриситетлар қийматига ва элементни S ва S^1 арматуралар билан тўлдирилганлик даражасига боғлиқ бўлади.

Агар ташқи куч катта эксцентриситет билан қўйилган бўлса, яъни $\xi \leq \xi_R$, бунда чўзилувчи арматура S томондаги бетонда ёриқлар пайдо бўлади ва чўзилувчи арматурадаги кучланиш унинг оқувчанлик чегарасига етади, шундан кейингина сиқилувчи бетонни бузилиши рўй беради. Бу биринчи ҳисобий ҳолат дейилади.

Агар ташқи куч кичик эксцентриситет билан қўйилган бўлса, яъни $\xi > \xi_R$, бунда арматура S жуда кам чўзилган ё ҳаттоки сиқилган бўлиб элементнинг бузилиши сиқилувчи бетон ва арматуралардаги кучланиш уларнинг вақтли қаршилиги чегаравий миқдорига етгандан сўнг юз беради. Бу иккинчи ҳисобий ҳолат дейилади.

Номарказий сиқилган элементларга, уларни ҳисоблаш натижаларидан қатий назар, қуйидаги жадвалда берилган арматуралар миқдоридан кам арматура қўйилмаслиги керак (2.1-жадвал).

Номарказий сиқилган элементлар учун бўйлама арматуралар кесим юзасининг энг кичик миқдори.

2.1-жадвал.

Эгилувчанлик $\left(\lambda = \frac{l_0}{i} \right)$	$\lambda < 17$	$17 \leq \lambda \leq 35$	$35 < \lambda \leq 83$	$\lambda > 83$
A_s ва A_s^1 %	0,05	0,10	0,20	0,25

2.13-мисол. Номарказий сиқилган элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари $b=30$ см, $h=60$ см; ҳисобий узунлиги $l_0=9,0$ м; бетон синфи В20 ($R_b=11,5$ МПа, $E_b=24000$ МПа); арматура А-III синфли пўлатдан ($R_s=R_{sc}=265$ МПа, $E_s=200000$ МПа).

Ҳисобий бўйлама куч ва эгувчи моментлар: доимий юкдан $N_n=400$ кН; $M_n=150$ кН·м; узоқ муддатли юкдан $N_e=200$ кН; $M_e=100$ кН·м; қисқа муддатли юкдан $N_{sh}=150$ кН; $M_{sh}=50$ кН·м.

A_s ва A_s' арматураларнинг кесим юзи аниқлансин.

Ечиш. Ишчи баландлик $h_0=h-a=60-4=56$ см;

$$e_{0p} = \frac{M}{N} = \frac{300}{750} = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см.}$$

эксцентриситетни аниқлаймиз.

Тасодифий эксцентриситет

$$e_0 = h/30 = 60/30 = 2 \text{ см ёки } e_a = l_0/600 = 900/600 = 1,5 \text{ см;}$$

катта қийматини қабул қиламиз $e_a = 2 \text{ см.}$

$$\text{Элементнинг эгилувчанлиги } \lambda = \frac{\ell_0}{h} = \frac{900}{60} = 15;$$

$$i = 0,289; h = 0,289 \cdot 60 = 17,34 \text{ см; } \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{900}{17,34} = 51,9; \mu = 0,02;$$

Умумий эксцентриситет

$$e_0 = e_a + e_{op} = 2 + 40 = 42 \text{ см, у ҳолда}$$

$$e = e_0 + 0,5(h_0 - a) = 42 + 0,5(56 - 4) = 68 \text{ см;}$$

Элементнинг чегаравий ҳолатида узоқ муддатли юкни унинг мустаҳкамлигига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, $\beta = 1$ (оғир бетонлар учун) бўлганда

$$\varphi_l = 1 + \beta(M_l / M) = 1 + 1 \frac{(150 + 100 + 50)}{(150 + 100)} = 1 + 1,2 = 2,2;$$

коэффициент $\delta = e_0/h = 42/60 = 0,7$, бундан

$$\delta_{\min} = 0,5 - 0,01(l_0/h) - 0,01R_b = 0,5 - 0,01(900/60) - 0,01 \cdot 11,5 = 0,24 < \delta = 0,7,$$

қабул қиламиз $\delta = 0,7$.

$$J_{\epsilon} = \frac{\epsilon h^3}{12} = \frac{30 \cdot 60^3}{12} = 540000 \text{ см}^4;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{\epsilon}} = \frac{200000}{24000} = 8,34.$$

У ҳолда критик куч

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot E_{\epsilon}}{l_0^2} \left[\frac{J_{\epsilon}}{\varphi_e} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha \cdot J_s \right] = \frac{6,4 \cdot 24000 \cdot 10^2}{900^2} x$$

$$x \left[\frac{540000}{2,2} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,7} + 0,1 \right) + 8,34(30 - 4)^2 \cdot 0,02 \cdot 30 \cdot 60 \right] = 3039460 H > N = 750000 H.$$

Бўйлама эгилиш коэффициенти

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{750000}{3039460}} = 1,328.$$

Бўйлама эгилишни ҳисобга олган ҳолда, эксцентриситет:

$$e_0\eta=42\cdot1,328=55,8 \text{ см} > 0,3h_0=0,3\cdot56=16,8 \text{ см},$$

демак, элемент биринчи ҳисобий ҳолатга кирар экан.

Эксцентриситет

$$e=e_0\eta+0,5(h_0-a)=42\cdot1,328+0,5(56-4)=81,8 \text{ см};$$

$$w=0,85-0,01\cdot R_B=0,85-0,01\cdot11,5=0,735;$$

$$\sigma_{sR}=R_s=365 \text{ МПа}; \quad \sigma_{sc,4}=400 \text{ МПа};$$

$$\zeta_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,4}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,735}{1 + \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,735}{1,1}\right)} = 0,768;$$

$$\alpha_R=0,768 (1-0,5\cdot0,768)=0,473.$$

Сиқилувчи арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A'_s = \frac{N_e \alpha_R R_s e h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{750 \cdot 10^3 \cdot 81,8 - 0,473 \cdot 11,5 \cdot 10^2 \cdot 30 \cdot 56^2}{365 \cdot 10^2 (56 - 4)} = 5,36 \text{ см}^2;$$

$$\mu = \frac{5,36}{30 \cdot 56} \cdot 100\% = 0,319\% > \mu_{\min} = 0,2\% \quad (2.1 \text{ – жадвал}).$$

Чўзилувчи арматуранинг талаб этилган юзаси

$$A_s = \frac{R_s \cdot \zeta_R \cdot e h_0}{R_s} + \frac{R_{s,c} A'_s}{R_s} - \frac{N}{R_s} = \frac{11,5 \cdot 10^2 \cdot 0,768 \cdot 30 \cdot 56}{365 \cdot 10^2} + \frac{365 \cdot 5,36}{365 \cdot 10^2} - \frac{750 \cdot 10^3}{365 \cdot 10^2} =$$

$$= 40,65 + 5,36 - 20,55 = 25,46 \text{ см}^2 ;$$

$\mu = [(A_s + A'_s) / e h_0] \cdot 100\% = [(25,46 + 5,36) / 30 \cdot 60] \cdot 100\% = 1,7\%$ умумий арматуралаш
фоизи $\mu\%$ биринчи интервал учун қабул қилинган арматуралаш фоизига мос
келади. Ҳисоблаш тугади деб саналади.

Сиқилувчи арматурани 4 Ø 14, А-III, $A_s^1=6,15 \text{ см}^2$, чўзилувчи арматурани 4 Ø 32, А-III, $A_s=32,17 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

2.14-мисол. Қуйидаги берилганларга кўра симметрик

арматураланадиган номарказий сиқилишга ишловчи элемент учун бўйлама
арматуралар кесим юзаси аниқлансин:

узоқ муддатли юк $N_\ell=700 \text{ кН}$; қисқа вақтли юк $N_{sh}=300 \text{ кН}$;

эксцентриситетлар $e_0=5 \text{ см}$; $e_{0l}=e_a=h/30=1,3 \text{ см}$; $v=h=40 \text{ см}$; $\ell_0=3,2 \text{ м}$, оғир

бетон синфи В15 ($R_B=\gamma_{B2}\cdot R_B=1\cdot8,5=8,5 \text{ МПа}$; $E_B=23000 \text{ МПа}$);

арматура синфи А-II ($R_s=R_{sc}=280 \text{ МПа}$; $E_s=210000 \text{ МПа}$).

Ечиш. Агар $a=a^1=4 \text{ см}$ десак $h_0=h_0^1=40-4=36 \text{ см}$;

$$Z_s=h-a-a^1=40-4-4=32 \text{ см};$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_B} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{0,23 \cdot 10^5} = 9,13.$$

Бетон юзасининг инерция моменти

$$J_e = \frac{eh^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213333 \text{ см}^4;$$

$$e_1 = e_0 + 0,5 \cdot h - a = 5 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 21 \text{ см} = 0,21 \text{ м};$$

$$e_{11} = 1,3 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 17,3 \text{ см} = 0,173 \text{ м};$$

$$\text{Тўла бўйлама куч } N = N_1 + N_{sh} = 700 + 300 = 1000 \text{ кН};$$

$$M = N \cdot e_1 = 1000 \cdot 0,21 = 210 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_e = N_e \cdot e_e = 700 \cdot 0,173 = 121,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$\text{Коэффициент } \varphi_e = 1 + \beta \cdot \frac{M_e}{M} = 1 + 1 \cdot \frac{121,1}{210} = 1,58 < 1 + \beta = 1 + 1 = 2;$$

$$\delta_{\min} = 0,5 - 0,01 l_0 / h - 0,01 R_b = 0,5 - 0,01 \cdot 3,2 / 0,4 - 0,01 \cdot 8,5 = 0,335;$$

$$\delta = e_0 / h = 5 / 40 = 0,125 < \delta_{\min} = 0,335,$$

$$\text{қабул қиламиз } \delta = 0,335;$$

$$i = h / 3,46 = 11,56; \quad \ell_0 / i = 320 / 11,56 = 27,68.$$

$$2.1 - \text{жадвалдан } \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$A_{s,\min} = \mu_{\min} \cdot v h_0 = 0,001 \cdot 40 \cdot 36 = 1,44 \text{ см}^2.$$

Фараз қиламиз, хар бир томонга 3 Ø 14, А-II дан қўямиз

$$(A_s = A_s^1 = 4,62 \text{ см}^2), \text{ у ҳолда}$$

$$J_s = 2 \cdot A_s \cdot (0,5h - a)^2 = 2 \cdot 4,62 (0,5 \cdot 40 - 4)^2 = 2365 \text{ см}^4,$$

критик куч

$$N_{cs} = \frac{6,4 \cdot E \varepsilon}{\ell_0^2} \left[\frac{J_e}{\varphi_e} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha \cdot J_s \right] = \frac{6,4 \cdot 23000}{320^2} \left[\frac{213333}{1,58} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,335} + 0,1 \right) + 9,13 \cdot 2365 \right] x$$

$$x100 = 8012000 \text{ Н} = 8012 \text{ кН} > N = 1000 \text{ кН}.$$

Бўйлама эгилиш коэффициенти

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cs}}} = \frac{1}{1 - \frac{1000}{8012}} = 1,143;$$

$$e = e_0 \cdot \eta + 0,5h - a = 5 \cdot 1,143 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 21,7 \text{ см};$$

$$e^1 = e_a \cdot \eta - 0,5h + a^1 = 1,3 \cdot 1,143 - 0,5 \cdot 40 + 4 = -14,5 \text{ см};$$

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 8,5 = 0,782;$$

$$\sigma_{sR} = 280 \text{ МПа}; \quad \sigma_{s,c,4} = 400 \text{ МПа};$$

$$\zeta_R = \frac{w}{1 - \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{s,c,4}} \left(1 - \frac{w}{1,1} \right)} = \frac{0,782}{1 - \frac{280}{400} \left(1 - \frac{0,782}{1,1} \right)} = 0,65;$$

$$\alpha_R = 0,65 (1 - 0,5 \cdot 0,65) = 0,439,$$

$$\text{бундан } e_0 \cdot \eta = 5 \cdot 1,143 = 5,7 < 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ см}$$

бўлганлигидан

$$A_s = A_s^1 = \frac{N \cdot e - \alpha_R \cdot R_a \cdot e h_0^2}{R_s \cdot (h_0 - a')} = \frac{1000 \cdot 10^3 \cdot 21,7 - 0,439 \cdot 8,5 \cdot 36^2 \cdot 40 \cdot 100}{280 \cdot 32 \cdot 100} = 2,63 \text{ см}^2.$$

Иккала томонга ҳам $2 \varnothing 14$ А-II, $A_s=A_s^1=3,08 \text{ см}^2$ арматура қабул қиламиз. Ҳисобланган ва қабул қилинган арматуралар кесим юзи қиймати катта фарқ қилмагани учун ҳисобни тугалланган деб саналади.

2.3.2. Чўзилишга ишловчи элементлар

Марказий чўзилишга ишловчи элементларнинг мустаҳкамлиги арматуралар оқиш чегарасига ёки мустаҳкамлик чегарасига боғлиқ бўлади. Чунки элемент бузилишидан олдин бетондаги ёриқлар кесимнинг бутун юзасини кесиб ўтади.

Марказий чўзилган элементларни ҳисоблашда аксарият уларни юк кўтариш қобилиятини текшириш ёки бўйлама арматуралар (A_s ва A_{sp}) кесим юзасини танлаш талаб этилади.

Номарказий сиқилишга ишловчи элементларни бузилиши куч эксцентриситетини миқдорига боғлиқ бўлади.

Агар ташқи куч S ва S^1 арматураларнинг тенг таъсир этувчилари оралиғига қўйилган бўлса у ҳолда элемент фақат чўзилишга ишлайди.

Агар ташқи куч арматуралар тенг таъсир этувчилари қўйилган масофадан ташқарида бўлса, элемент мустаҳкамлиги ҳудди эгилишга ишловчи элементлар чегаравий қаршилигига ва сиқилувчи минтақадаги арматура ва бетоннинг чегаравий қаршилигига боғлиқ бўлади.

2.15-мисол. Қўйидаги маълумотларга кўра чўзилишга ишловчи элемент учун талаб этилган бўйлама арматуралар миқдори аниқлансин:

ташқи бўйлама куч $N=680 \text{ кН}$; $M=12 \text{ кН} \cdot \text{м}$; кесим ўлчамлари $b=h=24 \text{ см}$; оғир бетон синфи В30 ($R_b=0,9 \cdot 17=15,3 \text{ МПа}$); олдиндан зўриқтирилган арматура синфи В_p-II $\varnothing 5$ ($R_s=1055 \text{ МПа}$), зўриқтирилмаган арматура синфи А-III ($R_s=365 \text{ МПа}$).

Ечиш. Қабул қиламиз $a=a^1=3 \text{ см}$;

У ҳолда $h_0=h-a=24-3=21 \text{ см}$; $Z_s=h-a-a^1=24-3-3=18 \text{ см}$;

эксцентриситет $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{1200}{680} = 1,76 \text{ см} < 0,5Z_s = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ см}$, демак элемент кичик

эксцентриситет билан ишлайди.

У ҳолда

$e=0,5h-e_0-a=0,5 \cdot 24-1,76-3=7,24 \text{ см}$;

$e^1=e_0+0,5h-a=1,76+0,5 \cdot 24-3=10,76 \text{ см}$;

$$A_{s,tot}^1 = \frac{N \cdot e}{A_{s,ред} Z_s} = \frac{680000 \cdot 7,24}{1,15 \cdot 1055 \cdot 18 \cdot 100} = 2,25 \text{ см}^2;$$

кучлантирилмайдиган арматурани $2 \varnothing 10$ А-III $A_s^1=1,57 \text{ см}^2$ қабул қиламиз, у ҳолда зўриқтириладиган арматура миқдори кўрилатган минтақа учун

$$A_{sp}^1 = \frac{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot A_{s,tot}^1 - R_s \cdot A_s^1}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{1,15 \cdot 1055 \cdot 2,25 - 365 \cdot 1,57}{1,15 \cdot 1055} = 1,77 \text{ см}^2,$$

қабул қиламиз 10 Ø 5 В_p-II, A_{sp}¹=1,96 см².

Бошқа минтақада

$$A_{s,tot} = \frac{N \cdot e'}{\gamma_{sp} \cdot R_{sp} \cdot Z_s} = \frac{680000 \cdot 10,76}{1,15 \cdot 1055 \cdot 18 \cdot 100} = 3,35 \text{ см}^2$$

кучлантирилмаган арматурани 2 Ø 10, А-III, A_s=1,57 см²

қабул қиламиз, у ҳолда

$$A_{sp} = \frac{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot A_{s,tot} - R_s \cdot A_s}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{1,15 \cdot 1055 \cdot 3,35 - 365 \cdot 1,57}{1,15 \cdot 1055} = 2,28 \text{ см}^2$$

қабул қиламиз 15 Ø 5 В_p-II A_{sp}=2,94 см².

2.4. Мустақил ишлаш учун мисоллар

Маорузавий дарсларда ҳамда амалий машғулотларда талабаларнинг олган билимларини чуқирлаштириш мақсадида мустақил ишлаш учун мисоллар берилган (2.2 ÷ 2.6 – жадваллар). Бу мисоллар эгилишга ишловчи элементларни тик кесимлар бўйича мустаҳкамлигини ҳисоблашда кўрилган ва амалда учрайдиган масалалар турларига мослаб тузилган. Қия кесимлар мустаҳкамлигини ҳисоблаш учун, сиқилишга ва чўзилишга ишловчи элементларни ҳисоблашга алоҳида-алоҳида жадвал тарзида берилган.

Қуйида берилган мисоллардан талабалар билимини текшириш, рейтинг синовларини ўтказишда ёзма ишларни бажариш учун ҳам фойдаланиш мумкин.

2.2. – жадвал. Бир томонлама арматураланган тўғри тўртбурчак
кесимли эгилишга ишловчи элементлар.

Ташқи ҳисобий эгувчи момент M, кНм	Оғир бетон синфи	Арматуралар синфи *	Кесим баландлиги h, см	Кесим эни, в, см	Олдиндан берилган зўриқиш миқдори, σ_{sp} МПа	Бўйлама арматуралар миқдори	Аниқланиши керак бўлган миқдор
90	B15	$\frac{A-II}{-}$	-	20	-	-	h= A _s =
7	D15	$\frac{B_p-I}{-}$	8	100	-	-	A _s =
180	D30	$\frac{-}{A-V}$	60	25	470	-	A _{sp} =
220	B35	$\frac{-}{A-IV}$	50	20	340	-	A _{sp} =
146	B20	$\frac{A-II}{-}$	-	-	-	-	h= в= A _s =
170	B30	$\frac{A-III}{-}$	-	-	-	-	h= в= A _s =
130	B20	$\frac{A-II}{A-V}$	-	-	410	-	h= в= A _s = A _{sp} =
220	B25	$\frac{A-III}{-}$	-	-	380	-	h= в= A _s = A _{sp} =
-	B15	$\frac{A-III}{-}$	30	60	-	2 Ø 28 $A_s = 24,63 \text{ см}^2$ -	M _{adm} =
-	B30	$\frac{A-II}{A-VI}$	25	55	510	$\frac{2\text{Ø}14A-II}{2\text{Ø}10A-VI}$	M _{adm} =

* сураатда оддий, махражда кучлантирилган арматура берилган

2.3 – жадвал Қўш арматурали эгилишга ишловчи тўғри тўртбурчак
кесимли элементлар.

Ташқи ҳисобий эгувчи момент M, кНм	Оғир бетон синфи	Арматуралар синфи *	Кесим баландлиги h, см	Кесим эни, в, см	Олдиндан берилган зўриқиш миқдори σ_{sp} , МПа	Бўйлама арматуралар миқдори **, см ²	Аниқланиши керак бўлган миқдорлар
780	B20	$\frac{A-III}{-}$	30	60	-	-	A' _s = A _s =
670	B25	$\frac{A-II}{-}$	25	60	-	-	A' _s = A _s =
980	B35	$\frac{A-III}{B_p-IV}$	30	60	$\sigma_{sp}=850$	-	A' _s = A _s = A _{sp} =
660	B30	$\frac{A-II}{A-IV}$	20	45	$\sigma_{sp}=410$	-	A' _s = A _s = A _{sp} =

-	B20	$\frac{A-II}{-}$	25	50	-	$\frac{4\varnothing 20 A_s = 12,56}{2\varnothing 12 A'_s = 2,26}$	$M_{adm} =$
-	B40	$\frac{A-III}{B_p-II}$	25	50	$\sigma'_{blz} = 800$ $\sigma_{sp} 840$	$2\varnothing 12 A'_s = 2,26$ $4\varnothing 4 A'_{sp} = 0,5$ $2\varnothing 14 A_s = 3,08$ $8\varnothing 4 A_{sp} = 1,01$	$M_{adm} =$

* - суратда оддий арматуралар синфи, махражда кучлантирилган арматуралар синфи берилган;

** - суратда сиқилувчи минтақадаги, махражда чўзилувчи минтақадаги арматуралар миқдори берилган.

2.4. – жадвал. Тавр кесимли эгилишга ишловчи элементлар

Ташқи ҳисоби эгувчи моменти М, кН	Оғир бетон синфи	Арматурал синфи *	Кесим баландлиги см		Кесим эни, см		Олдиндан берилган зўриқиш миқдори σ_s МПа	Бўйлама арматурала миқдори **, см ²	Аниқланиш керак бўлган миқдорлар
			h	h'_f	b	b'_f			
240	B20	$\frac{A-II}{-}$	60	12	20	55	--	-	$A_s =$
200	B25	$\frac{A-III}{-}$	50	10	20	70	-	-	$A_s =$
380	B30	$\frac{A-III}{A-IV}$	60	10	20	120	$\sigma_{sp}=220$	-	$A_s = A_{sp} =$
460	B20	$\frac{A-II}{-}$	60	14	25	140	-	-	$A_s =$
175	B15	$\frac{A-II}{-}$	50	8	20	30	-	$\frac{4\varnothing 10 A'_s = 3,14}{-}$	$A_s =$
1300	B35	$\frac{A-III}{K-7}$	120	20	8	45	$\sigma_{sp}=900$	$\frac{4\varnothing 10 A'_s = 4,71}{6\varnothing 15 A_{sp} = 8,7}$	$M_{adm} =$
1100	B25	$\frac{A-II}{A-V}$	135	15	10	40	$\sigma_{sp}=390$	$\frac{4\varnothing 12 A'_s = 4,52}{4\varnothing 14 A_{sp} = 6,15}$	$M_{adm} =$
225	B20	$\frac{A-III}{-}$	60	8	20	60	-	$\frac{2\varnothing 12 A'_s = 2,26}{-}$	$A_s =$

* - суратда оддий арматуралар синфи, махражда кучлантирилган арматуралар синфи берилган.

** - суратда сиқилувчи минтақадаги, махражда чўзилувчи минтақадаги арматуралар миқдори берилган.

2.5 – жадвал. Эгилишга ишловчи элементларни қия кесимлар бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш.

Таянчдаги кўндаланг куч Q, кН	Оғир бетон синфи	Арматуралар синфи*	Кесим баландлиги h, см	Кесим эни в, см	Бўйлама ва кўндаланг арматура миқдори **	Кесим текислигидаги каркаслар сони n, дон	Аниқланиши керак бўлган миқдор
275	B20	$\frac{A - III}{A - I}$	40	20	$\frac{\varnothing 28 A - III}{-}$	2	$Q_{swb} =$
200	B15	$\frac{A - II}{B_p - I}$	50	25	$\frac{\varnothing 14 A - II}{-}$	2	$Q_{swb} =$
350	B25	$\frac{A - III}{B_p - I}$	55	25	$\frac{\varnothing 16 A - III}{-}$	3	$Q_{swb} =$
Q ₁ =400 Q ₂ =300	B25	$\frac{A - III}{A - I}$	60	30	$\frac{2\varnothing 16 A - III}{2\varnothing 8 A - I}$	2	$A_{s,inc} =$
=Q ₁ =250 Q ₂ =200	B20	$\frac{A - II}{B_p - I}$	60	25	$\frac{2\varnothing 14 A - II}{2\varnothing 5 B_p - I}$	2	$A_{s,inc} =$
Q ₁ =350 Q ₂ =250	B30	$\frac{A - III}{A - I}$	50	20	$\frac{2\varnothing 16 A - III}{2\varnothing 10 A - I}$	2	$A_{s,inc} =$

* - суратда бўйлама арматура, махражда кўндаланг арматура синфи берилган.

** - суратда бўйлама, махражда кўндаланг арматуралар миқдори берилган.

2.6 – жадвал. Сиқилишга ва чўзилишга ишловчи элементлар

Бўйлама куч, кН		Эгувчи момент кНм		Элемент кўндаланг кесим ўлчамлари в x h, см	Элесмент ҳисобий узунлиги ℓ_0 , м	Куч эксцентриситети e_0 , см	Оғир бетон синфи	Арматура синфи ва миқдори	Аниқланиши керак бўлган миқдор
Узоқ муддатли N_ℓ	Қисқа муддатли N_{sh}	Узоқ муддатли M_ℓ	Қисқа муддатли M_{sh}						
Сиқилишга ишловчи элементлар									
450	250	170	70	40 x 60	10,8	-	B25	A-II	$A_s =$ $A'_s =$
200	50	120	40	30 x 50	12,0	-	B20	A-III	$A_s =$ $A'_s =$
550	240	-	-	30 x 60	9,6	40	B25	A-III	$A_s =$ $A'_s =$
600	200	-	-	40 x 60	7,0	50	B20	A-II	$A_s =$ $A'_s =$
800	300	-	-	40 x 40	11,0	8,0	B25	A-II	$A_s =$ $A'_s =$

1000	200	-	-	35 x 35	6,0	5,0	B30	A-III	$A_s =$ $A'_s =$
Чўзилишга ишловчи элемент									
550	150	16	8	20 x 20	-	-	B25	A-IV	$A_{sp} =$
1000	450	26	14	30 x 30	-	-	B30	$\frac{A - II}{A - V}$	$A_s =$ $A_{sp} =$
950	150	120	30	30 x 30	-	-	B30	$\frac{B_p - II}{A - II}$	$A_s =$ $A_{sp} =$
1200	200	-	-	24 x 24	-	15	B20	A-VI	$A_{sp} =$ $A'_{sp} =$

Адабиётлар

1. Аскарлов Б.А., Низомов Ш.Р., Ҳобилов Б.А. Темирбетон ва тош – ғишт конструкциялари. Т., «Ўзбекистон» 1997.
2. Ашрабов А.А., Зайцев Ю.В. Қурилиш конструкциялари. Т., «Ўқитувчи» 1988.
3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонниқе конструкции. Обўий курс М., 1991 .
4. Бондаренко В.М., Судницкн А.И., Назаренко В.Г. Расчет железобетоннкх и каменнкх конструкций. М., «Вқшая школа» 1988.
5. Мандриков А.П. Примерқ расчёта железобетоннкх конструкций. М., Стройиздат 1989.
6. Николаев И.И. Проектирование железобетоннкх конструкций зданий для строителѓства в сейсмических районах. Ташкент, «Ўқитувчи» 1991
7. Папов А.А., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетоннкх и каменнкх конструкций. М. Вқшая школа 1989.
8. Пособие по проектированию предварителѓно-напряженнкх железобетоннкх конструкций из тяжелқх и легких бетонов (СН и П 2.03.01-84) М, 1988.
9. ҚМҚ 2.03.01-96. Бетонниқе и железобетонниқе конструкции.
10. ҚМҚ 2.01.07 – 96. Нагрузки и воздействия.

