

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ**

“КТ ва Й” КАФЕДРАСИ

ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Маърузалар матни
I қисм

Тошкент 2019

Мазкур маърузалар матнида бетон, темирбетон ва пўлат ашёларининг асосий физик–механик хоссалари, йиғма ва қуйма темирбетон конструкцияларини лойиҳалашга доир маълумотлар; бино ва иншоотларнинг турли конструкциялари ҳисоби ҳақида назарий ва амалий билимлар баён этилган. Мураккаб ҳисоб–китоб ишларини осонлаштириш мақсадида ЭҲМ учун блок схемалар берилган.

Ўқув қўлланма 5340600 - “Транспорт иншоотларининг эксплуатацияси” ва 5340800 “Автомобиль йўллари ва аэродромлар” йўналишлари бўйича бакалаврлар тайёрлаш учун мўлжалланган.

Расмлар – 44; жадвал – 1; адабиётлар – 8.

Тузувчилар: катт. ўқит. Шожалилов Ш.Ш.

Тақризчилар:

Раупов Ч.С. – ТТЙМИ, «Кўприклар ва тоннеллар» кафедраси доценти, т.ф.н.

Ишанходжаев А.А. – ТАЙҚЛЭИ, «Кўприклар, тоннеллар ва йўлўтказгичлар» кафедраси профессори

“КТ ва Й” кафедраси кафедраси мажлисида тасдиқланган ва “Автомобиль йўллари ва сунъий иншоотлар” факультети ўқув–услубий кенгаши мажлисида маъқулланган.

Мазкур маърузалар матнининг мақсади талабаларга темирбетон ва металл конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулларини ўргатишдан иборатдир. Темирбетон ва металл конструкциялари фани муҳандисни шакллантирадиган фанлардан бири бўлиб, унинг асосларини чуқур ўзлаштирмоқ ҳар қандай бинокор муҳандис учун ҳам қарз, ҳам фарздир.

Темирбетон ва металл конструкцияларини лойиҳалаш назарияси техника фанлари соҳаларидан бири бўлиб, тежамкор ва мустаҳкам элементлар яратиш устида иш олиб боради.

Мустаҳкамлик, биқирлик ҳамда қўпга чидамлик қурилиш конструкцияларига қўйиладиган асосий талаблардир. Бинокор–муҳандис конструкциянинг шундай ечимини топиши керакки, бунда конструкция ҳам юқоридаги талабларга жавоб берсин, ҳам тежамли бўлсин. Бу эса масалани оптимал лойиҳалаш муаммосига олиб келади. Темирбетон конструкцияларини лойиҳалаш назарияси татбиқий фан бўлганлиги сабабли механика, математика, материаллар қаршилиги сингари асосий табиий фанларнинг қонун–қоидаларига асосланади.

Ҳаёт ва қурилиш тажрибаси шуни кўрсатдики, ҳозирги замон капитал қурилишининг асосини темирбетон конструкциялари ташкил этади. Демак, бинокорлар олдида темирбетон конструкцияларининг техник–иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш, буюмларнинг таннархини арзонлаштиришдек муҳим вазифа турибди. Бу вазифани ижобий ҳал этиш учун темирбетон конструкцияларига дахлдор бўлган назарий ва амалий билимларни чуқур ўрганиш талаб этилади.

Маърузалар матнида бирликларнинг Халқаро тизими (СИ) дан, СТ СЭВ 1565 – 79 нинг ва ИСО 3898 рақамли “Белгилар ва асосий рамзлар” Халқаро стандартининг янги тизимидан фойдаланилди.

Мавзуни талаба иловада келтирилган адабиётнинг қайси бетидан қидириши ҳам келтирилган.

Маъруза 1. Кириш.

Қурилиш конструкциялари. Бино ва иншоотлар тўғрисида асосий маълумотлар (2 соат)

Режа

- Қурилиш конструкциялари
- Бино ва иншоотлар
- Биноларнинг асосий конструктив элементлари
- Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган талаблар
- Юк ва таъсирлар
- Юкларнинг синфланиши

Таянч сўзлар ва иборалар:

қурилиш конструкциялари, бино, иншоотлар, пойдевор, девор, ораёпмалар, устун ва устунлар, пардадевор, фонар ва деразалар, том, зинапоя, фойдаланишдаги, техник, иқтисодий ва эстетик талаблар, юк ва таъсирлар, доимий ва муваққат юклар.

Қурилиш конструкциялари деб ўлчамлари мустаҳкамликка, устиворликка, чидамлиликка, ёриқбардошликка ва деформацияга ҳисоблаш йўли билан топиладиган, ҳамда ҳар хил юк ва таъсирларни қабул қилишга мўлжалланган бино ва иншоотлар ва уларнинг қисмларига (қўзғаладиган ва қўзғалмайдиган) айтилади.

Қурилиш конструкциялари пўлат, алюминий, бетон, темирбетон, тош, пластмасса газмол ва бошқаларлардан тайёрланади. **(4)**

Транспорт қурилишида бетонли, темирбетонли ва металл конструкциялар қўлланилади. Металл конструкциялардан ҳар хил вазифани бажарувчи катта оралиқли биноларнинг синчи ва томларида фойданилади. Бетон ва темирбетон конструкциялар кам танқислиги, юқори мустаҳкамли, узокқа чидамлилиги, оловбардошлиги, сув ўтказмаслиги ва ҳар хил формадаги элементларни тайёрлаш мумкинлиги, ҳамда фойдаланиш чиқимларнинг кам талаб қилганлиги учун қурилишда етакчи ўринни эгаллайди. Материалларни тўғри танлаш ва уларни қўшишга конструкцияларнинг техник – иқтисодий кўрсаткичлари, уларнинг ишончлилиги, узокқа чидамлилиги ва бошқалар боғлиқ бўлади. Лойиҳачи материаллар баҳосини, уларни ишлаш ва ташишни, материалларнинг ижобий ва салбий хоссаларини, ҳамда «Асосий қурилиш материаллардан тежамли фойдаланишнинг техник қоидалари» га амал қилишни ҳисобга олиши лозим.

Бино ва иншоотлар. Ҳар хил ишлаб–чиқариш жараёнларини бажариш учун ва одамларни ишлаши ва яшаши учун мўлжалланган ер усти қурилмасига бино дейилади.

Бинолар функционал вазифаларига қараб фуқаро, шу жумладан, яшаш уй–жой, жамоа ва ишлаб–чиқариш биноларига бўлинади.

Иншоот – бу материал ва башқаларни сақлаш, ишлаб–чиқариш жараёнларини бажариш учун мўлжалланган махсус вазифадаги қурилмадир. **(2)**

Биноларнинг асосий конструктив элементлари. Ҳар қайси бино (иншоот) алоҳида конструктив элементлардан ташкил топган.

Пойдевор – бу юкларни бинодан уни асосига, яъни грунтга узатиш ва тарқатиш учун мўлжалланган бинонинг ер юзидан пастга жойлашган қисмидир.

Деворлар иморатни ташқи атмосфера муҳитдан тўсиш (ташқи деворлар) ёки иморатни алоҳида хоналар (ички деворлар) га бўлиш учун хизмат қилади.

Алоҳида таянчларга ёпма ва томлардан тушадиган юкни қабул қиладиган ёки ташқи деворларни ушлаб турадиган устунлар қиради.

Ёпмалар – бу ўз оғирлиги, одамлар, техник асбоб–ускуналар ва шунга ўхшашлардан тушадиган юкларни қабул қиладиган ва бино (иншоот) ларни баландлиги бўйича қаватларга бўладиган конструкцияларнинг горизонтал элементларидир.

Том – бу ўз оғирлиги, қор ва баъзида шамол таъсиридан тушадиган юкни қабул қиладиган ҳамда иморатни ташқи климатик фактор ва таъсирлардан ҳимоя қиладиган бино (иншоот) нинг юқорисидаги тўсиқдир.

Зинапоя – бу қаватлараро алоқа учун хизмат қиладиган бино (иншоот)нинг элементи.

Пардадевор – бу бинонинг ички бўшлигини алоҳида хоналарга бўлиш учун хизмат қиладиган ва бевосита ёпмаларга таянадиган юпқа ички девордир.

Дераза ва юқори ёриқлик фонарлари иморатни табиий ёритиш ва шамоллатиш учун, эшиклар эса хоналар орасидаги алоқа ва бинодан чиқиш учун хизмат қилади.

Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган талаблар. Бино (иншоот) ларга қуйидаги талаблар қўйилади: (1)

бинолар мустаҳкам, биқир, устивор, узоққа чидамли бўлиши, санитар–гигиена, оловга қарши, иқтисодий ва архитектура талабларини қондириши лозим. Конструкцияларнинг узоққа чидамлилиги уни фойдаланишлик сифатларини йўқотмасдан хизмат қилиш муддати тушунилади; узоққа хизмат қилиш бўйича бинолар уч даражали бўлади: 100 йил ва ундан кўп хизмат қиладиган бинолар 1–даражали; 50 йилдан кўп хизмат қиладиганлари 2–даражали ва 20 йилдан кўп хизмат қиладиганлари 3–даражали биноларга қиради.

Бинолар оловбардошлиги бўйича 5 даражага бўлинади, жумладан, I даража энг юқори оловбардошликка, V даража эса энг кам оловбардошликка тўғри келади. I, II ва III даражали оловбардошликка тош, бетон ва темирбетон бинолар, IV даражали оловбардошликка раствор билан сувалган ёғоч конструкциялар, V даражали оловбардошликка эса ёғоч конструкциялар қиради.

Хамма бино ва иншоотлар узоққа чидамлилиги, оловбардошлиги ва фойдаланишлик сифатларига қараб капиталлиги бўйича 4 синфга бўлинади.

Юклар ва таъсирлар. Ишлаш жараёнида конструкция материали турли хил таъсирлар ва турли хил юкларни ўзига қабул қиладди. Таъсирлар кучли (силовые) ва кучсиз (несиловые) бўлиши мумкин. (2)

Кучли юкларга, яъни ташқи куч сифатида таъсир этадиган юкларга қуйидагилар қиради:

– фойдали юклар, яъни конструкция қабул қилиши лозим бўлган юклар (машина ва асбоб–ускуналар вазни, технологик материаллар ҳамда одамлар оғирлиги кабилар);

– зилзила ва динамик кучлар таъсирида вужудга келган инерцион юклар ва ҳоказо.

Ҳарорат, намлик, радиация, зарарли муҳит каби таъсирлар кучсиз, яъни кучга боғлиқ бўлмаган таъсирларга қиради.

Темирбетон конструкцияларини ҳисоблаш назарияси ана шу таъсирларнинг барчасини инобатга ола билиши зарур.

Ҳисоблаш жараёнида иштирок этадиган юкларни белгилашда конструкцияни мустаҳкам ва, айти бир пайтда, тежамли бўлишини ёдда тутишимиз лозим. Юклар конструкциянинг вазифасига қараб турларга ажратилади. Меъёрий юкларни турлари “Юклар ва таъсирлар” деб номаланган қурилиш меъёрлари ва қоидаларида (СНиП 2.01.07–85) батафсил баён этилган [7]. Меъёрий юклар конструкциянинг тежамлилиқ талабларига жавоб берадиган тарзда белгиланади.

Юкларнинг синфланиши

Юклар ва таъсирлар	Доимий	Қурилиш конструкциялари вазни, тупроқ оғирлиги ва босими, олдиндан уйғотилган зўриқиш ва бошқалар	
	Вактинча (муваққат)	Узоқ муддатли	Жиҳозлар вазни, газ, суюқлик ва сочилувчан жисм босими, битта крандан тушган юк ва бошқалар
		Қисқа муддатли	Одамлар вазни, кранлар, телферлар, вақтинча жиҳозлар, қор оғирлиги, шамол босими ва бошқалар
		Махсус	Зилзила ва портлаш таъсири, авария юклари, грунтнинг нотекис чўкишидан ҳосил бўлган юклар

Юкларнинг қўшиш тарҳи

Юкларни	Асосий қўшилмалар	I гуруҳ	Доимий юк
			Узоқ муддатли юк
			Битта қисқа муддатли юк
		II гуруҳ	Доимий юк
			Узоқ муддатли юк

	Махсус қўшилмалар	Иккита ва ундан ортиқ қисқа муддатли юклар $\gamma_f=0,9$
		Доимий юк
		Узоқ муддатли юк
		Қисқа муддатли юк $\gamma_f=0,8$
		Якка махсус юк

Лойиҳалаш жараёнида конструкция ва уни тайёрлаш, сақлаш, ташиш пайтида, шунингдек иншоотни тиклаш даврида таъсир этадиган юкларни эътиборга олиш лозим бўлади. Ҳисоб ишларида юкларни меъёрий ва ҳисобий қийматларидан фойдаланилади. Конструкциядан ўз меъёрида фойдаланиш чоғида меъёр /8/ бўйича унга қўйилиши мумкин бўлган юкларнинг максимал қиймати меъёрий деб аталади.

Юкнинг ҳақиқий қиймати билан меъёрий қиймати орасидаги фарқ юклар бўйича ишончлилик коэффиценти ёрдамида ҳисобга олинади. Бу коэффицентнинг қиймати кўпинча бирдан катта бўлади: ($\gamma_f=1,1-1,3$), конструкциянинг ўзи ҳисобий юк таъсирига ҳисобланади.

Ҳисобий юкни аниқлаш учун меъёрий юк g_n ишончлилик коэффицентида кўпайтирилади, яъни $q=g_n\gamma_f$.

Конструкцияга таъсир этадиган юклар доимий ёки вақтинча (муваққат) бўлади. Конструкция ёки иншоотнинг бутун умри давомида унга таъсир этиб турадиган юк доимий юк дейилади.

Муваққат яъни вақтинча таъсир этадиган юклар уч турга бўлинади: узоқ муддат ва қисқа муддат таъсир этадиган ҳамда махсус юклар. Технологик жараёнларга боғлиқ бўлган таъсирлар узоқ муддатли муваққат юкларга киради. Маслан, элеваторга тўлдирилган дон йилнинг маълум муддати давомида конструкцияга босим кучи билан таъсир этади, шамол, қор сингари таъсирлар қисқа муддатли юкларга мисол бўла олади. Зилзила ва портлаш кучлари каби таъсирлар махсус юкларга киради.

Конструкцияга таъсир этадиган реал юкни аниқлаш учун юкларнинг қайси турларини қўшиш мумкинлигини билиш зарур. Бу муаммо қурилиш меъёрларида /7/ ҳал этилган, яъни қандай ҳолларда қандай юк ва таъсирлар қўшилиши мумкинлиги белгилаб қўйилган.

Биринчи гуруҳ бўйича асосий қўшимчаларга доимий, узоқ муддатли ва битта қисқа муддатли юклар киради. Қисқа муддатли юкларни ҳисобга киритишда қўшилмалар коэффиценти $\gamma_c=0,9$ олинади. **(4)**

Юкларнинг махсус қўшилмалари доимий, узоқ муддатли, қисқа муддатли ва битта махсус юкдан ташкил топади. Бунда қисқа муддатли юклар $\gamma_c=0,8$ коэффицентида кўпайтирилади, махсус юк эса тўлалигича олинади.

Назорат саволлари

- Қурилиш конструкциялари нима?
- Биноларнинг синфланиши (уй–жой, жамоа ва ишлаб чиқариш бинолари).
- Биноларнинг асосий конструктив элементларини айтинг.
- Уларга қўйиладиган талаблар?
- Конструкцияга таъсир этувчи юклар қандай синфланади?

Маъруза 2. Бетон ҳақида асосий маълумотлар. Бетоннинг асосий хосса ва тавсифлари **(2 соат)**

Режа

- Бетоннинг синфланиши
- Бетоннинг мустаҳкамлик синфлари ва бетон маркалари
- Бетоннинг бўйлама чўзилиш мустаҳкамлиги
- Меъёрий қаршиликлар
- Бетоннинг ҳисобий қаршиликлари
- Бетон деформацияси
- Бетон деформациялари модули
- Бетон деформациясининг чегаравий қийматлари
- Бетоннинг киришиши ва тоб ташлаши
- Кучланишлар камайиши (релаксацияси)

- Бетоннинг қотишига ва тузилишига курук, иссиқ иқлимнинг таъсири

Таянч сўзлар ва иборалар:

бетон, оғир бетон, енгил бетон, майда донали бетон, боғловчи ва тўлдирувчи материаллар, бетон синфи ва маркаси, куб мустаҳкамлиги, призма мустаҳкамлиги, ўқ бўйлаб чўзилишдаги мустаҳкамлиги, қирқилиш ва синишдаги мустаҳкамлиги, узоқ муддатдаги мустаҳкамлиги, кўп такрорланувчи юк таъсиридаги, циклик ва динамик юк таъсиридаги мустаҳкамликлари, меъёрий қаршилиқ, ҳисобий қаршилиқ, бўйлама ва кўндаланг деформациялар, тўла ва эластик деформациялар, эластиклик модули, Пуассон коэффициенти, бетоннинг тоб ташлаши, киришиши ва қабариши, қуриқ иссиқ иқлимнинг бетон хоссасига таъсири.

Бетоннинг синфланиши. Боғловчи, тўлдирувчи ва сув аралашмасининг қотишидан ҳосил бўлган сунъий тош бетон деб аталади. Бетон куйидаги белгилари бўйича синфланади: вазифаси бўйича – конструктив ва махсус; боғловчиси бўйича – цементли, силикатли, шлакли, гипсли; тўлдирувчиси бўйича – зич, ғовакли ва махсус тўлдирувчи; структураси бўйича – зич, катта ғовакли, ғовакли, ячейкали. Юқоридаги белгиларига қараб бетон куйидаги турларга бўлинади: оғир, енгил, майдадонали, зўриқувчи, ячейкали ва б.

Оғир бетон – бу зич структурали бетон бўлиб, цементли боғловчи, катта ва майда зич тўлдирувчилардан ташкил топган. У қурилишда энг кўп тарқалган бетон бўлиб, асосан юк кўтарувчи конструкцияларда ишлатилади. (5)

Енгил бетон (цементли боғловчи ва ғовак тўлдирувчилардан ташкил топган) бино ва иншоотларнинг юк кўтарувчи ва кўтармайдиган конструкцияларида ишлатилади. *Ячейкали бетон* юк кўтармайдиган конструкцияларда, катта ғовакли – фақат бетонли конструкцияларда (масалан, дренажлар ва гидротехник иншоотлар филтрлари), майдадонали бетон эса йиғма конструкцияларни чокларини тўлдириш учун ва армоцементли конструкцияларда ишлатилади.

Бетон анизотроп материал бўлиб, унинг мустаҳкамлиги куйидаги омилларга боғлиқ: таркиби, боғловчи ва тўлдирувчининг хили, сув ва цементнинг нисбати (W/C), тайёрлаш усули, қотиш шароити, бетоннинг ёши, намуналарнинг шакли ва ўлчамлари.

Бетон қоришмасида W/C қанча кичик бўлса, бетоннинг мустаҳкамлиги шунча юқори бўлади, цемент кам сарфланади.

Бетоннинг мустаҳкамлик синфлари ва бетон маркалари. Бетоннинг сиқилиш мустаҳкамлиги синфлари B ҳарфи билан белгиланиб, миқдор жиҳатидан (2) формула орқали аниқланган кубик мустаҳкамлигига тенг бўлади. Бетоннинг мустаҳкамлик бўйича синфлари ёки меъёрий қаршиликлари назорат қилинадиган тавсиф ҳисобланади. Бу тавсиф бетон буюмнинг ишчи чизмасида қайд этилади, буюмни тайёрлашда унга қатъий амал қилиш зарурий талаб ҳисобланади. (1)

Бетон призмаларининг сиқилиш R_{bn} ва чўзилиш R_{btm} бўйича меъёрий қаршиликлари (тажриба йўли билан аниқланмаса) кубик мустаҳкамлиги орқали аниқланади. Бетоннинг мустаҳкамлигига баҳо берадиган асосий кўрсаткич унинг кубик мустаҳкамлигидир.

Бетоннинг сиқилиш мустаҳкамлиги бўйича синфи (B) бетон кубларни синаш йўли билан аниқланади. Кубнинг қирралари 15 см дан бўлиб, 28 сутка мобайнида $20 \pm 2^\circ C$ ҳароратда, ҳаво намлиги 95 % дан кам бўлмаган шароитда сақлангандан кейин синалади.

Бетон ва темирбетон конструкциялар учун оғир бетоннинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги бўйича куйидаги синфлар кўзда тутилган: B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60. (6)

Оғир бетондан ишланадиган темирбетон конструкцияларида синфи B7,5 дан паст бўлган бетонларни қўллаш рухсат этилмайди. Такрорий юклар таъсир этадиган конструкцияларда синфи B15 дан юқори бўлган бетонлар қўлланилади. Сиқилувчи темирбетон элементлари B15 дан кам бўлмаган бетонлардан ва катта юк остида бўладиган конструкцияларда эса (масалан, кўп қаватли биноларнинг қуйи қават устунларида) синфи B25 дан кам бўлмаган бетонлар қўллаш тавсия этилади.

Зўриқтирилган бетон учун B20.. B60 бўлган бетон синфлари қабул қилинади. Ҳисоб ишларида бетоннинг призма мустаҳкамлиги ишлатилади. Бу мустаҳкамлик кубик мустаҳкамлигининг 72 – 77 % ини ташкил этади: $R_b = 0,75R$.

Бетоннинг бўйлама чўзилиш мустаҳкамлиги бўйича синфи B_t кўпгина иншоотларда (масалан, гидротехника иншоотларида) бетон мустаҳкамлигининг асосий кўрсаткичи ҳисобланади. Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдагига нисбатан 10 – 20 марта кам бўлиб, куйидаги эмпирик формула ёрдамида аниқланади: (7)

$$R_{bt} = 0,5\sqrt[3]{R^2}. \quad (1)$$

Бўйлама чўзилиш мустаҳкамлиги бўйича бетоннинг қуйидаги синфлари белгиланган: В_{0,8}; В_{1,2}; В_{1,6}; В₂; В_{2,4}; В_{2,8}; В_{3,2}. Бетон синфи конструкциянинг вазифаси ва ишлаш шароитига боғлиқ ҳолда техник–иқтисодий кўрсаткичлар асосида белгиланади.

Бетоннинг қирқилишдаги мустаҳкамлиги $R_{sh} = 2R_{bt}$, синишдаги (скальвание) мустаҳкамлиги $(1,5...2)R_{bt}$, кўп сонли такрорий юкланишлардаги мустаҳкамлиги $R_f = (0,95...0,5)R_{bt}$ бўлади.

Шундай қилиб, турли хил куч таъсири остида бетоннинг механик мустаҳкамлиги тахминан қуйидаги қийматларга эга:

кубикларни сикқанда	R;
призмаларни сикқанда	$(0,7...0,8)R$;
ўқ бўйлаб чўзилишда	$(0,05...0,1)R$;
эгилишдаги чўзилишда	$(0,1...0,18)R$;
соф қирқилишда	$(0,15...0,3)R$;
ёрилишда	$(0,1...0,2)R$.

Бетоннинг совукбардошлик бўйича маркаси деганда, сув шимдирилган бетонни навбатма–навбат музлатиб эритганда бетон намуналари бардош берадиган циклар сони тушунилади. Оғир бетон учун совукбардошлик бўйича қуйидаги маркалар белгиланган: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500.

Сув ўтказмаслик бўйича бетон маркаси синалаётган намунадан сув сизиб ўтиши кузатилмайдиган босимни ифодалайди. Сув ўтказмаслик маркалари – W2; W4; W6; W8; W10; W12, бунга мос келадиган сув босимлари – 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 МПа. Зўриқтирилган бетон учун W12 дан кам бўлмаслиги керак.

Зичлик бўйича бетон маркаси унинг қуритилган ҳолатдаги ўртача зичлигини ифодалайди. Енгил бетонларнинг зичлик бўйича маркаси D800 дан D2000 га қадар ҳар 100 ораликда ўзгариб боради. Зичлиги 2000 – 2200 кг/м³ бўлган бетонлар ўрта вазни, 2200 кг/м³) дан ортиқ бўлганлари эса оғир бетонларга киради.

Меъёрий қаршиликлар. Бетон бир жинсли бўлмаганлиги ва турли хил омилларнинг таъсир этиши натижасида хоссалари кенг миқёсда ўзгарувчан бўлади, лекин шунга қарамай, ҳисоб ишларида маълум даражада ишонарли бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичларидан фойдаланишга тўғри келади.

Бетоннинг меъёрий кубик мустаҳкамлиги (меъёрий қаршилик) деганда қуйидаги формуладан аниқланадиган миқдор тушунилади: **(8)**

$$R_n = R_m(1 - 1,64V), \quad (2)$$

бу ерда R_m – бетоннинг ўртача статистик мустаҳкамлиги; V – бетон мустаҳкамлигининг ўзгарувчанлик коэффиценти бўлиб, оғир ва енгил бетонлар учун ўртача 0,135 ни ташкил этади.

Бетоннинг ҳисобий қаршиликлари. (2) Чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи учун бериладиган бетоннинг ҳисобий қаршиликлари R_b ва R_{bt} нинг ишончлилик даражаси 0,997 га тенг. Уларнинг қийматлари меъёрий қаршиликларни ишончлилик коэффицентида бўлиш орқали аниқланади:

сиқилиш учун $R_b = R_{bn}/\gamma_{bc}$; чўзилиш учун $R_{bt} = R_{bnt}/\gamma_{bt}$, бу ерда γ_{bc} ва γ_{bt} бетоннинг сиқилиш ва чўзилишдаги ишончлилик коэффицентлари. Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфини белгилашда $\gamma_{bc} = 1,3$, чўзилиш бўйича эса $\gamma_{bt} = 1,5$ олинади.

Лозим бўлган ҳолларда бетоннинг ҳисобий қаршилиги иш шароити коэффиценти γ_{bi} га кўпайтирилади. Мазкур коэффицент элементнинг ишлаш шароити, иш босқичлари, кесим ўлчамлари ва бошқа омилларга қараб бирдан катта ёки кичик бўлиши мумкин.

Кўп қарра такрорланувчи юklar бетоннинг ҳисобий қаршиликлари R_b ва R_{bt} иш шароити коэффиценти $\gamma_{bi} < 1$ га кўпайтирилади. γ_{bi} нинг қиймати кучланишлар циклини носимметрик коэффиценти $\rho_b = \sigma_{b,min}/\sigma_{b,max}$ ҳамда бетоннинг тури ва намлигига боғлиқ ҳолда аниқланади. Конструкцияни узок муддатли юк таъсирига ҳисоблашда, агар бетон мустаҳкамлигининг ошиб боришини таъминловчи шароит мавжуд бўлмаса (масалан, атроф муҳит намлиги 75% дан юқори

бўлса), у ҳолда оғир бетоннинг ҳисобий қаршилиги $\gamma_{b2} = 0,9$ га қўпайтирилади. Кўтарма кран, шамол, зилзила, портлаш сингари қисқа муддатли юклар таъсир этса, $\gamma_{b2} = 1,1$ олинади.

Чегаравий ҳолатларни иккинчи гуруҳи учун бетоннинг ҳисобий қаршилиги қўпинча миқдор жиҳатидан меъёрий қаршиликларга тенг бўлади: $R_{b,ser}=R_{bn}$ ва $R_{bt,ser}=R_{btn}$. Чунки бетоннинг сиқилиши γ_{bc} ва чўзилиши γ_{bt} даги ишончилилик коэффициенти бирга тенг деб олинади, бетоннинг иш шароити коэффициенти эса фақат қуйидаги ҳоллардагина ҳисобга олинади:

– кўп қаррали такрорий юклар таъсири остида бўлган темирбетон элементларни ёриқлар ҳосил бўлишига ҳисоблашда ($R_{bt,ser}=R_{btn}\gamma_{b4}$);

– оғма ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблашда ($R_{bt,ser}=R_{btn}\gamma_{b4}$).

Кўп қаррали такрорий юклар таъсири остида бўлган темирбетон элементларни оғма ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблашда иккита иш шароити коэффициенти эътиборга олинади ($R_{bt,ser}= \gamma_{b1}\gamma_{b4}=R_{btn}$).

Бетон деформацияси. Материалнинг деформациясига баҳо беришда иккита миқдордан: нормал кучланиш σ ва нисбий деформация ε дан фойдаланамиз (1–расм). Умумий ҳолда бетоннинг тўлиқ деформацияси эластик ва пластик қисмлардан ташкил топади: $\varepsilon_b = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl}$, бу ерда ε_{el} – эластик деформация; ε_{pl} – пластик деформация. Бетоннинг кўп қаррали юкланиши ва юкдан бўшалиши ҳолатида ε_{ep} – юк тўлиқ олингандан сўнг эластик қайтиш деформацияси (1–расм). (5)

Бетон деформациялари модули. Материаллар қаршилиги фанидан маълумки, эластиклик чегарасида кучланиш σ билан нисбий деформация орасидаги боғланиш чизикли қонуниятга эга. Чизикли боғланиш ҳисоб ишларида катта қулайлик яратади. Бироқ, бетон бир жинсли материал бўлмаганлиги сабабли σ билан ε орасидаги боғланиш чизикли эмас (1–расм). Графикни бошланғич қисмидагина $\sigma - \varepsilon$ боғланиш чизикли характерга эга; кучланиш ортган сари эгри чизик тўғри чизикдан узоқлаша боради. Бу ҳол темирбетон конструкцияларини лойиҳалашда маълум қийинчиликлар туғдиради. (3)

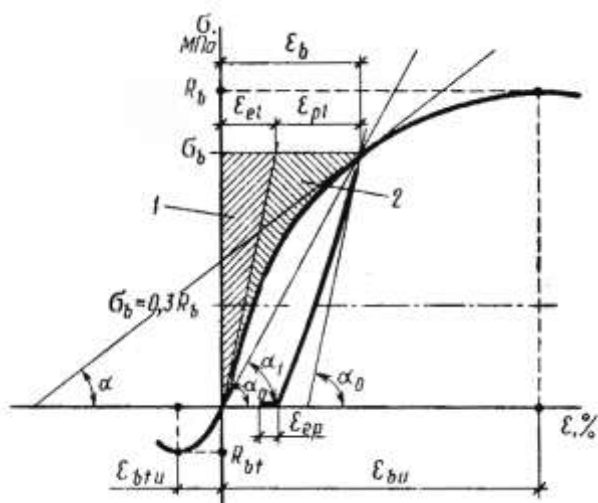
Бетоннинг сиқилишидаги бошланғич эластиклик модули (куч бир зумда қуйилган ҳол учун) қуйидагича ифодаланади:

$$E_b = \tan \alpha_o = \sigma_b / \varepsilon_{el}. \quad (3)$$

Эгри чизикқа ўтказилган уринма ёки кесувчи билан горизонтал ўқ орасидаги бурчак тангенсини $\tan \alpha$ материалнинг деформация модулини ифодалайди.

Чўзилишда ҳам сиқилишда ҳам кучланиш–деформация диаграммаси эгри чизикли эканлиги маълум. Бетоннинг сиқилиш ва чўзилишдаги бошланғич эластиклик модуллари бир–биридан кам фарқ қилади, шу боисдан амалда уларни бир хил олиш мумкин (1–расм).

B20 – B50 синфли оддий бетоннинг эластиклик модули 27000–39000 МПа оралиғида бўлади, бу пўлатнинг эластиклик модулидан 5–8 мартаба кам.



1–расм. Бетоннинг «кучланиш – деформация» умумий диаграммаси.

Бетон учун Пуассон коэффициентининг бошланғич қиймати $\nu=0,2$ бўлиб, бу қиймат кучланиш ортиши билан ортиб боради. Бетоннинг силжиш модули $G=E_b/2(1+\nu)$ га ёки $0,4 E_b$ га тенг.

Хулоса қилиб айтганда, бетоннинг деформацияси, бир томондан бетоннинг таркибига, мустаҳкамлиги ва зичлигига, тўлдирувчилар ва цементнинг эластик–пластик хоссаларига, бошқа томондан, кучланиш ҳолатларига, юкнинг қиймати ва давомийлиги ҳамда иқлим шароитига боғлиқдир. (4)

Бетон деформациясининг чегаравий қийматлари. Бетоннинг синиши олдидан содир бўлган деформация миқдори чегаравий деформация дейилади. Улар бетоннинг мустаҳкамлигига, таркибига ва юкнинг қўйилиш муддатига боғлиқ бўлади.

Мустаҳкамлик ошиши билан у камаёди, юкнинг қўйилиш муддати ошиши билан эса у ҳам ошади. Тажрибалар асосида бетоннинг чегаравий сиқилиш деформацияси $\varepsilon_{bu}=(0,8-3)\times 10^{-3}$. Ҳисоблашларда $\varepsilon_{btu}=2\times 10^{-3}$, юкнинг узок таъсир этишида эса $2,5\times 10^{-3}$ қабул қилинади. Бетоннинг чегаравий чўзилиши 10...20 марта сиқилишидан кичик ва у ўртача $-1,5\times 10^{-3}$ қабул қилинади.

Бетоннинг киришиши ва тоб ташлаши. Кучланишлар камайиши (релаксацияси). Бетоннинг муҳим хоссаларидан бири унинг ҳажмий ўзгаришидир. Бундай ўзгариш цементнинг сув билан бирикиши чоғида рўй берадиган физик–кимёвий жараёнлар, бетондаги намликнинг ўзгариши (ҳавода қотганда намнинг буғланиши, сувда қотганда намликнинг ортиши), қотиш жараёнида ўздан иссиқлик ажралиши, ташқи муҳит ҳароратининг ўзгариши ва, ниҳоят, ташқи юкларнинг таъсири натижасида вужудга келади.

Бетон ҳажмининг ўзгаришга олиб келадиган сабаблардан бири – киришишдир (усадка). Киришишнинг миқдори ε_{sl} цемент тури, бетон таркиби, уни ётқизиш шароити, муҳитнинг намлиги ва ҳарорати каби омилларга боғлиқ бўлиб, ўртача қиймати киришишда 0,3 мм/м ва бўртишда 0,10 мм/м атрофида бўлади. Бетон арматураланса, унинг киришиши ҳам, бўртиши ҳам камаёди.

Киришиш деформацияси вақт ўтган сари камаё боради. Айни пайтда узок муддат давом этиши мумкин. Киришиш сиртдан бошланиб, бетон қуриган сари ичкарилаб боради. Қуёш нурлари таъсирида бетон тез қуриша (Марказий Осиё шароитида айнан шундай бўлади), унинг сиртида ёриқлар пайдо бўлади.

Бетонга узок вақт мобайнида юк ёки кучланиш (шу жумладан ҳарорат, чўкиш ва бошқалардан ҳосил бўлган кучланиш) лар таъсир этганда, вужудга келадиган нозластик деформация тоб ташлаш (ползучесть) деб аталади. Узок вақт давомида вужудга келган тоб ташлаш деформациялари қисқа муддатли кучлар деформациясидан бир неча марта катта бўлиши мумкин. Бетоннинг тоб ташлаши катта амалий аҳамиятга эга, шунинг учун ҳам конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда у албатта эътиборга олинади.

Бетоннинг тоб ташлаши чизикли ёки чизиксиз бўлиши мумкин. Чизикли тоб ташлашда кучланиш билан деформация орасидаги боғланишни чизикли деб қаралса бўлади. Бундай боғланиш сиқувчи кучланиш унча катта бўлмаган ҳолларда, масалан $\sigma_b \leq 0,5R_b$ чегарасида учрайди. Кучланиш каттарок бўлган ҳолларда тоб ташлаш деформацияси чизиксиз бўлади: бунда деформация кучланишга қараганда тезроқ ўсиб боради.

Бетоннинг чизикли тоб ташлаши вақт ўтиши билан киришишига ўхшаб сўниб боради. Юқори даражадаги кучланишларда (чизиксиз тоб ташлаш) юқорида айtilган ҳодисалардан ташқари бетонда микроёриқлар пайдо бўлади ва ўсиб боради. Бу ҳол қайтмас жараён ҳисобланиб, деформациянинг тез ўсиб боришига олиб келади.

Бетоннинг киришишига таъсир этган омиллар тоб ташлаш миқдори ва ривожига ҳам таъсир этади. Тажрибаларнинг қўрсатишича, бетон таркибида цемент ва сув миқдорини оширилиши унинг киришиши ва тоб ташлашини кучайтиради. Эластиклик модули катта бўлган тўлдиргичлар ишлатилса, муҳит намлиги оширилиб, ҳарорат пасайтирилса, конструкция ҳажми (кўндаланг қесим ўлчамлари) катталаштирилса, бетоннинг киришиши ва тоб ташлаши камаёди.

Бетоннинг тоб ташлашига кучланиш ҳолати, кучланиш миқдори, юкланиш вақтидаги унинг ёши ва бошқалар таъсир этади.

Тоб ташлаш ҳодисаси билан кучланишлар релаксацияси (камайиши) тушунчаси орасидаги узвий боғланиш бор. Бетоннинг бошланғич деформацияси ўзгармас бўлиб, вақт ўтиши билан ундаги кучланишларнинг камайиши ҳодисаси **кучланишлар релаксацияси** деб аталади. Релаксация шарти $\varepsilon_b=\varepsilon_{el}+\varepsilon_{pl}=\text{const}$ кўринишида ифодаланади. Кучланишлар релаксацияси ҳам тоб ташлаш сингари вақт ўтиши билан сўниб боради. (8)

Бетоннинг қотишига ва тузилишига қуруқ, иссиқ иқлимнинг таъсири.

Ҳозирги кунга қадар қуруқ иссиқ иқлим шароитида бетоннинг узокқа чидамлилиги бўйича тўлиқ илмий асосланган талаблар ишлаб чиқилмаган, асосий эътибор унинг мустаҳкамлигига

қаратиб келинмоқда. Йилнинг иссиқ даврларида ҳароратнинг баландлиги ва нисбий намликнинг камлиги туфайли бетон таркибидан сув қочиб, цементнинг гидротацияси тўлалигича амалга ошмайди ва бетон тегишли физик–механик хоссаларини олиб улгурмайди. Шу сабабли темирбетон конструкцияларини тайёрлашда бетоннинг таркибидаги сувни сақлаш, куёш радиацияси ва бошқа зарарли таъсирлардан асраш каби турли тадбирларни амалга оширишга тўғри келади. Қуруқ иссиқ иқлим шароитида қурилишнинг сифатини ошириш мақсадида, тез қотадиган ўта мустаҳкам портландцементлар ва енгил ғовакли тўлдиргичлар ишлаб чиқаришни кенг йўлга қўйиш талаб этилади. Республикамизда ғовакли енгил тўлдиргичлардан асосан керамзит, аглопорит ва бошқа ашёлар қўлланилади. Булардан тайёрланган бетонлар қуриш жараёнида сувнинг маълум қисмини ўзига шимиб, намликни ушлаб туради; ҳарорат кўтарилганда, унинг бир қисмини сарф қилади. Натижада, цементнинг гидротацияси учун нормал ҳолат вужудга келади. (2)

Бетонда турли қатламларнинг сув йўқотиши турлича бўлади. Ташқи қатлам сувни энг кўп йўқотиб, ичкарилаган сайин сувнинг йўқолиши камая боради. Шу боисдан бетонни парваришлашни асосий вазифаси бетонда сув қочишини ва шу туфайли ҳажмий деформацияларни вужудга келишининг олдини олишдан иборатдир. Натижада қотаётган бетондаги салбий оқибатларнинг олдини олиш учун:

- бетоннинг устига намланган ёпқичлар (қамиш плита, тахта шит, брезент ва ҳ.к.) ёпилади;
- бетон таркибидаги тўлдиргичлар енгил – ғовакли тўлдиргичлар билан алмаштирилади, тез қотувчи юқори маркали цементлар ишлатилади, В/Ц киймати камайтирилади ва ҳ.к.

Темирбетоннинг зичлиги ундаги арматура миқдори 3% ва ундан кам бўлганда 2500 кг/м^3 қабул қилинади.

Назорат саволлари

- Бетон турлари ва синфланиши
- Бетон синфи ва маркаси қандай ўрнатилади?
- Бетон мустаҳкамлиги нималарга боғлиқ?
- Бетон мустаҳкамлигининг асосий турлари.
- Бетоннинг меъёрий қаршилиги нима?
- Бетоннинг ҳисобий қаршилиги нима?
- Ҳисоблашларда қандай тавсифлардан фойдаланилади?
- “ σ – ϵ ” диаграммасини чизинг ва характерли нуқталарни кўрсатинг. E_b ва E_{brl} орасидаги боғланишни кўрсатинг.
- Бетоннинг тоб ташлаши, киришиши, шишиши ва релаксацияси деб нимага айтилади ва улар нималарга боғлиқ бўлади?
- Қуриқ иссиқ иқлимнинг бетон хоссасига таъсири.

Маъруза 3. Арматура ва арматура буюмлари. Темирбетон (2 соат)

Режа

- Арматураларнинг турлари
- Арматураларнинг физик – механик хоссалари
- Арматуранинг меъёрий ва ҳисобий тавсифлари
- Арматуралаш усуллари
- Темирбетоннинг моҳияти
- Оловбардошлик чегараси
- Темирбетоннинг чириши (коррозияси)

Таянч сўзлар ва иборалар:

стерженли арматура, симли арматура, арматура арқони, иш, монтаж ва конструктив арматуралар, бўйлама ва кўндаланг арматуралар, арматуранинг мустаҳкамлиги, оқувчанлик чегараси, пайвандланган ва тўкилган тўрлар ва каркаслар, қуйма деталлар, рулонли ва текис сим тўрлар, текис ва фазовий каркаслар, темирбетон, монолит конструкциялар, қуйма конструкциялар, йиғма – монолит конструкциялар, темирбетоннинг оловбардошлиги, коррозияси, темирбетоннинг тоб ташлаши, киришиши ва шишиши, арматуранинг ҳимоя қатлами.

Арматураларнинг турлари.

Арматуралар стерженли ва симли арматураларга бўлинади. Сиртининг шаклига қараб текис ва даврий профилли арматуралар бўлади. Даврий профилли арматура текис арматурага қараганда бетон билан мустаҳкамроқ боғланади. Арматурани ишлатиш усулига қараб, у зўриктирилган ва оддий арматурага бўлинади. Арматура конструкция таркибида бажарадиган вазифасига кўра ишчи ва монтаж арматурага бўлинади. Ишчи арматура ҳисоблаш йўли билан, монтаж арматураси эса конструктив мулоҳазаларга кўра ўрнатилади. Таксимловчи арматура ҳам шартли равишда монтаж арматура турига қўшилади. (2)

Темирбетон элементлари камида 0,05 % ва кўпи билан 3,5 % микдорида арматураланади. Арматуралаш фоизининг энг кичик микдори, арматураланган элементнинг чўзилишга бўлган ҳисобий қаршилиги соф бетон элементнинг чўзилишга бўлган қаршилигидан кичик бўлмаслиги керак деган шартдан келиб чиқади. Арматуралашнинг максимал микдори эса иқтисодий мулоҳазалар ва ҳисоблар асосида белгиланади.

Оддий арматура сифатида А–I, А–II, А–III, ва Вр–I, В–I синфли арматуралардан фойдаланилади. Зўриктириладиган арматура сифатида эса А–IV, А–V, А–VI, Ат–V, Ат–VI, Вр–II, В–II ва К–7, К–19 синфли арматуралар ишлатилади.

Агар стерженли арматура кучланиш остида занглаш (коррозия) га нисбатан ўта турғун бўлса, унинг синфий белгисига «К» ҳарфи қўшилади (масалан, Ат–IVK); агар пайвандга монанд бўлса, «С» ҳарфи қўшилади (масалан, Ат–IVC). Агар арматурада ҳар иккала ҳусусият мавжуд бўлса, «СК» ҳарфлари қўшилади (масалан, Ат–V СК).

Темирбетон конструкцияларида даврий профилли стерженли арматуралар кенг қўлланилади. Арматура сиртининг даврий профилли шакли, яъни унинг ғадир–будурлиги, бетон билан ёпишувини янада оширади, бу эса, ўз навбатида, бетон чўзилишга ишлаганида ёриқларнинг кенгайишини камайтиради, арматурани бетон билан бириктирадиган махсус чоралар кўришдан халос этади.

Арматураларнинг физик – механик хоссалари. Арматураларнинг физик – механик хоссалари пўлатнинг кимёвий таркиби, ишлаб чиқариш ва ишлов бериш усулларига боғлиқ. А–I, А–II, А–III синфли юмшоқ пўлатларда углерод 0,2 – 0,4 % ни ташкил этади. Углероднинг микдори оширилса, пўлатнинг мустаҳкамлиги ортиб, қайишқоқлиги ва пайвандланувчанлиги камаёди. Агар пўлат таркибига марганец ва хром қўшилса, унинг қайишқоқлиги камаймаган ҳолда мустаҳкамлиги ортади; кремний қўшилса, пўлатнинг мустаҳкамлиги ортиб, пайвандланувчанлиги ёмонлашади. (3)

Пўлатнинг мустаҳкамлигини киздириб тоблаш ёки оддий чўзиш йўли (1–эгрилик) билан оширса ҳам бўлади. Пўлатни киздириш йўли билан тоблаганда, уни 800 – 900°C га қадар киздирилади, сўнгра кескин совутилади; кейин яна 300 – 400°C га қадар киздириб, аста совутилади (4–эгрилик). Бунинг натижасида пўлат арматуранинг мустаҳкамлиги ортади.

Арматурали пўлатни механик йўл билан пухталаш уни юклаш ва юкдан бўшатиш (совук ҳолатда уни қайта–қайта чўзиш) га, яъни уни σ_y кучланишдан катта бўлган σ_k кучланиш билан чўзиш орқали уни мутаносиблик чегарасини оширишга асосланган. σ_k кучланиш билан қайта чўзилганда, унинг оқувчанлик чегараси кўтарилади (2–эгрилик). Арматурали стерженни кетма–кет кичрайдиган тешикдан зўрлаб суғириш йўли билан ҳам механик усулда пухталаса бўлади. Бунда $\sigma_s - \varepsilon_s$ боғланиш деярли арматура узилишигача тўғри чизикли бўлиб қолади (3–эгрилик) ва бу унинг меъёрий қаршилиги қилиб қабул қилинади.

Пўлат арматурани 3 – 5 % га чўзилса, унинг ички кристалл тузилиши маълум даражада ўзгаради, бу ўзгариш арматура мустаҳкамлигини оширади. Арматура қайта чўзилса, чўзилиш диаграммаси бошланғич диаграммадан фарқ қилади (2–расм).

Маълумки, пўлатнинг асосий физик–механик хоссалари материал намунасини чўзишга синаш жараёнида олинадиган «кучланиш–деформация» ($\sigma - \varepsilon$) диаграммасида ўз аксини топади. Бу диаграммага кўра арматура пўлатлари қуйидаги турларга бўлинади:

1. Оқиш чегараси аниқ кўринадиган юмшоқ пўлатлар;
2. Оқиш чегараси аниқ кўринмайдиган ўтда тобланган пўлатлар;
3. Деярли узилгунга қадар « $\sigma - \varepsilon$ » диаграммасида чизикли боғланишга эга бўлган ўта мустаҳкам пўлатлар.

Пўлатнинг асосий мустаҳкамлик тавсифлари қуйидагилардир:

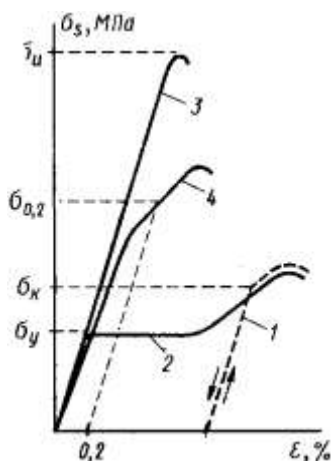
– биринчи турдаги пўлатлар учун оқиш чегараси σ_y , яъни эластиклик чегарасида бўлади (2–расм, а);

– иккинчи ва учинчи турдаги пўлатлар учун шартли оқиш чегараси $\sigma_{0,2}$ бўлиб (бу кучланишнинг шундай қийматики, намунанинг қолдиқ деформацияси 0,2% ни ташкил этади), шартли эластиклик чегараси $\sigma_{0,2}$ бўлади (2–расм, б);

– пўлатнинг вақтли қаршилиги (мустаҳкамлик чегараси) – σ_{su} , узилишидаги чегаравий узайиш ва ҳ.к.

Кам углеродли пўлатларда оқиш майдончаси мавжуд бўлиб, пластиклиги 20% ни ($\varepsilon_n=20\%$) ташкил этади. Мўл углеродли пўлатларни пластиклиги икки маротаба кам бўлади. Чегаравий узайиши қисқа бўлган арматуралар мўрт бўлиб, юк таъсирида бирданига узилиши ва конструкция бузилиш мумкин. Пластиклик хоссалари юқори бўлган пўлатлар темирбетон конструкцияларининг ишлаши учун қулай шароит яратади; статик ноаниқ тизимларда, шунингдек, динамик кучлар таъсирида бунинг аҳамияти айниқса каттадир.

Меъёрий хужжатларда арматуранинг узилишидаги нисбий узайишининг энг кам миқдори берилади. Бу қийматлар А–I – 25%; А–II – 19%; А–III – 14%; А–IV – А–VI – 6% га ва термик мустаҳкамланган арматуралар учун эса Ат–IV; Ат–V; Ат–VI нисбий узайиши 8,7 ва 6% га тенг.



2–расм. Арматура пўлатининг характерли диаграммалари:
а – оқиш майдончаси мавжуд; б – оқиш майдончаси йўқ

Юмшоқ пўлатлар (А–I, А–II, А–III) оддий ҳароратда тоб ташламайди. Юқори углеродли арматуралар эса бетонга ўхшаб тоб ташлаш хусусиятига эга. Ўтда тобланган арматураларни пайвандлаш ярамайди, чунки бунда арматура кизиганда мустаҳкамлиги пасаяди.

Арматуранинг меъёрий ва ҳисобий тавсифлари. Арматуранинг меъёрий қаршилиги $R_{s,ser}$ стерженли арматуралар учун оқувчанлик чегарасининг (физик σ_y ёки шартли $\sigma_{0,2}$), симли арматуралар учун – узилишдаги вақтинчалик қаршилиги σ_u нинг энг кичик назорат қилинадиган қийматига (таъминланганлиги 0,95 дан кичик бўлмаслиги керак) тенг қилиб қабул қилинади.

Арматуранинг ҳисобий қаршилиги чегаравий ҳолатнинг иккинчи гуруҳи учун $\gamma_s = 1$ да ўрнатилган. Синфи А–IV ва ундан юқори бўлган арматуралар билан жиҳозланган темирбетон элементларни ҳисоблашда $\xi \leq \xi_R$ шарт бажарилганда, қуйидаги иш шароити коэффициенти қиритилади: (5)

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)[(2\xi/\xi_R) - 1] \leq \eta, \quad (4)$$

бунда η – А–IV синфли арматура учун γ_{s6} коэффицентнинг максимал қиймати $\eta = 1,2$; А–V, В–II, Вр–II, К–7 и К–19 синфлар учун – $\eta = 1,5$; А–VI синф учун – $\eta = 1,1$.

Арматуралаш усуллари. Темирбетон элементлари пайвандланган сим–тўр ёки каркаслар, алоҳида стерженлардан тўқилган арматуралар, биқир прокат профиллар ва бошқалар билан арматураланади.

Пайвандланган сим тўрлар асосан плитали конструкцияларда ишлатилади. Ишчи арматураларни жойлашишига қараб, улар уч хил бўлади: 1) бўйлама ишчи арматурали; 2) кўндаланг ишчи арматурали; 3) икки йўналишда ҳам ишчи арматурали.

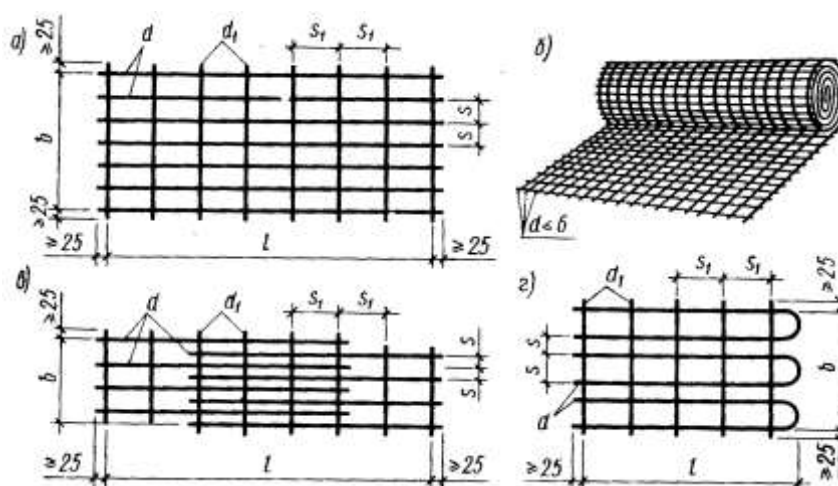
Стандарт сим тўрлар диаметри 4–5 мм бўлган Вр–I синфли ва диаметри 6–8 мм бўлган А–III синфли, ҳамда диаметри 40 мм гача бўлган А–I, А–II, А–III синфли арматуралардан тайёрланади. Сим тўрлар ясси ва ўрамли (рулонли) бўлади. Ўрамли сим тўрларнинг максимал диаметри 5 мм гача бўлади, ясси сим тўрларнинг узунлиги 9 м гача бўлади.

Пайвандланган каркаслар чизикли элементларни (тўсин, устун ва ш. ў.) арматуралаш учун ишлатилади. Улар ясси ва фазовий бўлади (4 – расм).

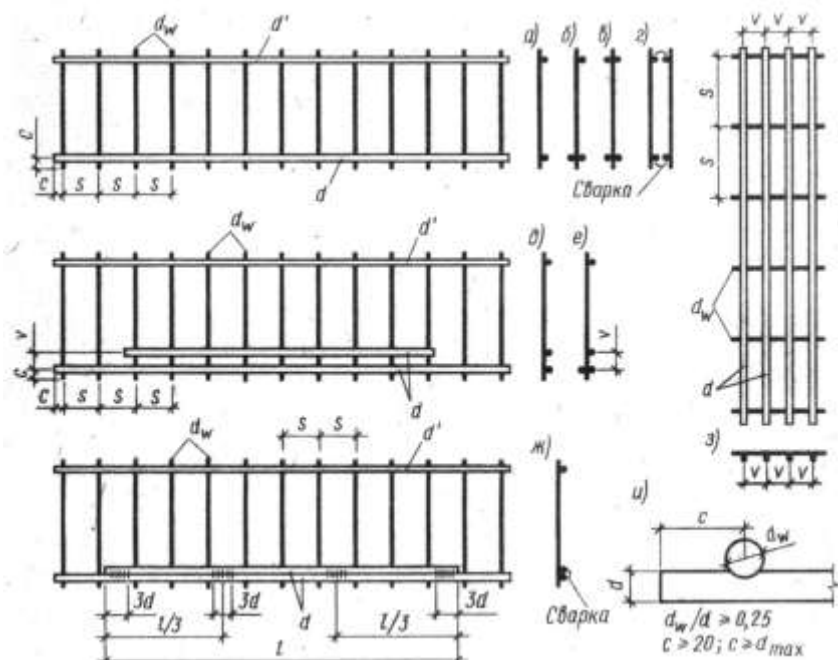
Агар олдиндан зўриктирилмаган ишчи арматура сифатида А–IV, А–V синфли ва термик пухталанган арматуралар (пайвандланмайдигани) ишлатилса, тўқилган каркаслар қўлланилади. (6)

Темирбетоннинг моҳияти. Тош ва ёғоч ибтидоий одамнинг дастлабки қурилиш материали ҳисобланган. Кейинчалик инсон хом ғишт, пишиқ ғишт ва бетон тайёрлашни ўрганди.

Бетон сиқилишга яхши, чўзилишга суст қаршилиқ кўрсатадиган сунъий материалдир. Бетоннинг чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги сиқилишга нисбатан 10 – 20 маротаба кам. Шунинг учун ҳам уни анизотроп материал дейилади. Анизотроп материаллар – турли хил йўналиш бўйича хоссалари ҳар хил бўлган материаллардир. (1)



3–расм. Пайвандланган сим тўрлар



4–расм. Ясси пайвандланган каркаслар

Бетоннинг анизотроплиги бетон ва темирбетон конструкцияларни ҳисоблашда жиддий қийинчиликларга олиб келади. Бетон чўзилишга суст қаршилиқ кўрсатганлиги сабабли арматурасиз тўсин кўп юк кўтара олмайди.

Агар тўсиннинг чўзилиш зонасига арматура жойланса, тўсиннинг юк кўтариш қобилияти анча (тахминан 20 маротаба) ортади. Сиқилишга ишлайдиган темирбетон элементлари ҳам пўлат

стерженлар билан арматураланади. Пўлат сиқилишга ҳам, чўзилишга ҳам яхши қаршилик кўрсатганлиги туфайли сиқилувчи элементнинг юк кўтариш қобилиятини анча оширади.

Пўлат арматура жойлашган бетон темирбетон деб аталади. Темирбетондан ишланган қурилиш конструкцияси темирбетон конструкцияси деб юритилади.

Қуйидаги сабаблар бетон билан пўлат арматуранинг биргаликда ишлашига шароит яратади:

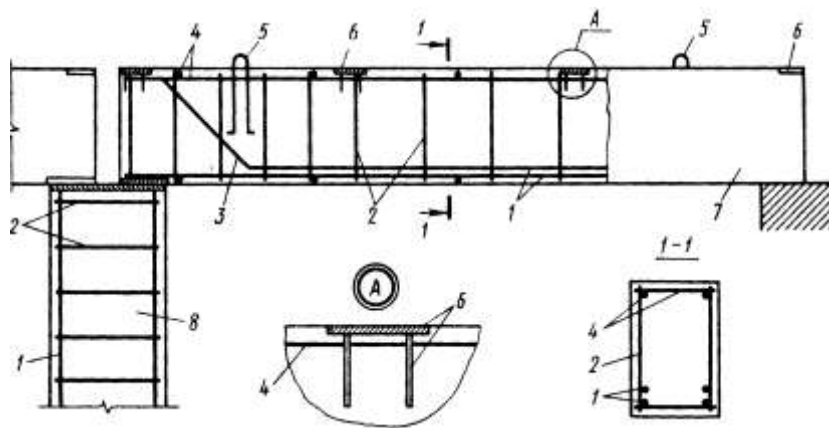
1. Бетон қотиш жараёнида пўлат арматурага маҳкам ёпишади (тишланади); (7)
2. Зич бетон пўлат арматурани занглашдан ва ёнғиндан асрайди;
3. Пўлат билан оғир бетоннинг ҳарорат таъсирида чизикли кенгайиш коэффициентлари бир-бирига жуда яқин (бетон учун $\alpha_b = (1 - 1,5)10^{-5}$; арматура учун эса $\alpha_s = 1,2 \cdot 10^{-5}$).

Ана шу учта муҳим хосса туфайли темирбетон конструкцияларини яратиш имкониятига эга бўлинди. Аммо темирбетоннинг афзаллик ва нуқсонлари ҳам бор.

Темирбетоннинг қуйидаги афзалликлари унинг қурилишда кенг тарқалишига имкон яратди: ўта мустаҳкамлиги, кўпга чидамлилиги, оловбардошлиги, зилзилабардошлиги, маҳаллий материаллардан фойдаланиш имконияти, конструкцияга исталган шакл бериш имконияти.

Қуйидагилар темирбетоннинг нуқсонларига киради: вазнининг оғирлиги; иссиқлик ва товушни осон ўтказиши; мустаҳкамлаш ва тузатишнинг қийинлиги; ёрилиши мумкинлиги; бетон ётқазилгач, арматура ҳолатини текшириш қийинлиги ва ҳоказо. (5)

Конструктив ва монтаж арматуралар конструктив ва технологик мулоҳазаларга кўра ўрнатилади: *конструктив* – ҳисоблашда эътиборга олинмайдиган кучланишларни қабул қилади, *монтаж арматура* эса ишчи арматураларни лойиҳавий ҳолатини таъминлайди ва уларни каркасларга бирлаштиради. Ҳамма арматуралар пайвандланган арматурали буюмларга бирлаштирилади – пайвандланган ёки тўқилган сим тўр ва каркасларга.



5–расм. Темирбетон элементларининг арматураси: 1– бўйлама арматура; 2–хомутилар; 3–букма стерженлар; 4–монтаж арматура; 5 – монтаж илгак; 6 – қуйма детал; 7–тўсин; 8 – устун

Темирбетон конструкциялар тайёрланиш усулларига қараб йиғма, яхлит ва йиғма–яхлит бўлади. Йиғма конструкциялар заводда тайёрланиб, қурилиш майдонида йиғилади, яхлит конструкциялар бевосита қурилиш майдонининг ўзида кўтарилади, йиғма–яхлит конструкциялар эса иккаласининг қўшилишидан ҳосил бўлади, яъни бир қисми заводда тайёрланиб, қолган қисми монолит бетон билан қурилиш майдонида яхлитланади. (8)

Оловбардошлик чегараси (соатларда) темирбетон элементларнинг ўлчами ва уларнинг конструктив схемасига, арматурасига ва, айниқса, арматурани оловнинг бевосита таъсиридан асрайдиган бетоннинг ҳимоя қатламига боғлиқ.

Темирбетоннинг чириши (коррозияси). Агар бетон етарлича зичликка эга бўлмаса, сувнинг филтрланиши таъсирида цемент тошининг таркибий қисми – калций гидрат оксиди эрийди. Бетон коррозияси ишқорли газ, тузлар қоришмаси, кислота ва денгиз суви таъсирида ҳам содир бўлади. Темирбетон конструкцияларнинг коррозияга чидамлилиги бетоннинг зичлиги ва муҳитнинг агрессивлик даражасига боғлиқ. Темирбетон конструкцияларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун муҳитнинг агрессивлик даражаси ва турига қараб, бетоннинг зичлигини орттириш ва ҳар хил махсус қўшимчалар қўшиш орқали бетонни филтрланиш хусусиятини камайтириш, ҳимоя қатламини ошириш лозим. (4)

Назорат саволлари

- Арматура пўлати қандай синфларга бўлинган ва улар темирбетон конструкцияларда қай тарзда ишлатилади?
- Арматуранинг пўлат учун “σ–ε” диаграммасини чизинг ва ундаги характерли нукталарни кўрсатинг.
- т, в, С, к, с, р – бу индекслар нимани кўрсатади?
- Арматура ишлатиш ва тайёрлаш технологиясига кўра қандай гуруҳларга бўлинади?
- Арматураларнинг ишлатилиш соҳалари.
- Арматура қай тарзда пайвандланади ва қандай қилиб пайвандсиз туташтирилади?
- Темирбетоннинг моҳияти нимадан иборат ва арматура билан бетоннинг биргаликда ишлаши нимага асосланган?
- Темирбетоннинг асосий афзалликлари ва камчиликлари нимадан иборат?
- Темирбетон конструкциялар уларни қуриш бўйича қандай синфланади?
- Бетоннинг қилиши, шишиши ва тоб ташлаши темирбетон элементларнинг ишига қандай таъсир этади?
- Ҳароратнинг ортиши темирбетонга қанда таъсир қилади?
- Темирбетонни ҳимоя қилиш учун қандай чоралар кўриш керак?

Маъруза 4. Олдиндан зўриққан темирбетон конструкциялар. Бетон билан арматуранинг бирикуви (2 соат)

Режа

- Олдиндан зўриққан конструкциялар
- Олдиндан зўриқиш ҳосил қилишнинг усуллари
- Арматуранинг таранглаш усуллари
- Арматура билан бетоннинг бирикуви
- Арматураларни анкерлаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

олдиндан зўриқтирилган конструкциялар, бетонда таранглаш, тиргакларда таранглаш, арматуранинг механик, электр–термик, қўшма ва физик–кимё усулларида таранглаш, бирикув мустаҳкамлиги, қистириб маҳкамланган юза узунлиги (длина анкеровки), анкер мосламалар.

Олдиндан зўриққан конструкциялар. Бетонда ёриқ пайдо бўлишининг олдини олиш учун уни чўзилган арматура ёрдамида сиқилади. Тайёрлаш жараёнида сунъий равишда (олдиндан) бетонда сиқилиш ва арматурада чўзилиш кучланишлари уйғотилган темирбетон конструкциялари олдиндан зўриқтирилган конструкциялар деб аталади. **(1)**

Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларнинг афзаллиги уларнинг ёриқбардошлилиги ва биқирлиги юқори даражада эканлигидир. Ана шу хосса туфайли ўта мустаҳкам пўлат ва бетондан фойдаланиш имконияти туғилади, бунинг натижасида оддий арматура темирбетондагига нисбатан 30–70% камроқ бўлади. Айни пайтда бетон сарфи ҳам камайиб, конструкция вазни енгиллашади. Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларда В20...В60 синфли бетон ва ўта мустаҳкам арматура ишлатилади. Ўта мустаҳкам материалларнинг қўлланилиши темирбетон конструкциясининг қўндаланг кесимларни кичрайтириш имконини беради; бу эса конструкция нархини камайтиради, чунки бетон билан арматуранинг нархи мустаҳкамликка нисбатан секинроқ ортади. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкциялари ўзининг занглашга қарши ўта турғунлиги, кўпга чидамлиги ва бардошлилиги билан фарқ қилади. Конструкцияларни олдиндан зўриқтирилиши оралиқ (пролет)ларни катталаштиради, кесимларни кичиклаштириш эвазига улардан самарали фойдаланиш доирасини кенгайтиради. Бетонда чўзувчи кучланишлар пайдо бўладиган конструкцияларда (эгиловчи элементлар, қувурлар, резервуарлар, миноралар ва ҳ.к.) олдиндан зўриқтирилган темирбетондан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

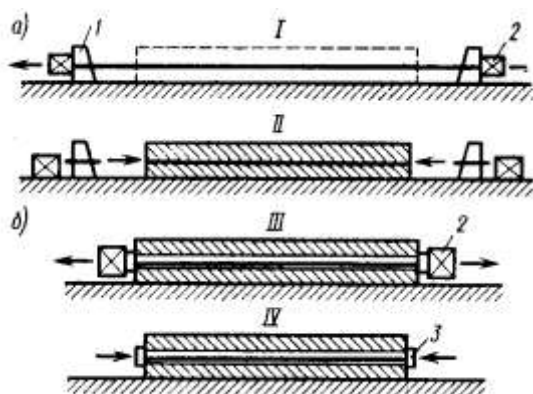
Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларни тайёрлаш учун кўп меҳнат сарфланади, махсус ускуналар ҳамда юқори малакали ишчилар талаб этилади; булар унинг камчилиги ҳисобланади. Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларда фақат сиқилиш эмас, балки чўзувчи кучлар ҳам уйғотадиган қўшимча (масалан, сиқувчи) кучлар мавжуд бўлади; бу кучлар конструкцияни тайёрлаш ва монтаж қилиш жараёнида ёриқлар пайдо қилиши мумкин. Тарангланган арматура бетонга узатиладиган кучли зўриқиш бетоннинг айрим ерлари (масалан, элемент учи, анкерлар

ости) ни емирилиши ҳамда бетон билан арматура орасидаги ёпишувига путур етказиши мумкин. Махсус конструктив чоралар қўллаш орқали бу ҳодисаларни олдини олса бўлади. (2)

Олдиндан зўриқиш ҳосил қилишнинг усуллари. Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни тайёрлаш жараёнида арматурани бетон қуйишдан илгари тиргакларига тираб ёки бетон қотгандан кейин бетоннинг ўзига тираб таранглаш мумкин (6–расм). Баъзи ҳолларда таранглаш ишлари бевосита қурилиш майдончасининг ўзида амалга оширилади. Бунга катта ораликли ва йирик ўлчамли конструкциялар, алоҳида бўлаклари заводларда тайёрланиб, қурилиш майдончасида йиғиладиган темирбетон конструкциялари мисол бўла олади. Бундай ҳолларда конструкциянинг ўзи тиргак вазифасини ўтайди, бетонни ётқизиш жараёнида конструкцияда арматура учун туйнук ёки ўйик қолдирилган бўлади. Туйнуқлар бетон қотиши жараёнида суғуриб олинadиган резина шланглар ёки пўлат қувурлар ёрдамида ҳосил қилинади ёки махсус тайёрланган сирти ғадир – будур пўлат қувурлар бетон ичида қолдирилади. Бетон етарли мустаҳкамликка эришгач, туйнук ёки ўйикдан ўтказирилган арматура таранг тортилади ва учлари маҳкамланади (анкерланади). Кейин арматура билан бетон орасидаги ёпишувни таъминлаш ва арматурани занглашдан асраш мақсадида туйнукка 0,5–0,6 МПа босим остида цемент қоришма хайдалади.

Бетоннинг узатиш мустаҳкамлиги $R_{бр}$, яъни бетоннинг сиқиш дақиқасида мустаҳкамлиги унинг синфини 50% идан ҳамда 11 МПа дан кам бўлмаслиги, А–IV, Ат–IV, К–7, К–19, Вр–II сингари ўта мустаҳкам арматураларда эса 15,5 МПа дан кам бўлмаслиги зарур. (3)

Арматурани таранглаш усуллари. Арматурани таранглашнинг асосан учта усули: механик, электр–термик ва физик–кимёвий (ўз ўзини зўриктириш) усуллари мавжуд. Арматурани механик усул билан таранглашда кўпинча гидравлик домкратлардан фойдаланилади. Бу усулда араматурада катта зўриқиш ҳосил қилишдан ташқари, таранглаш кучини ҳам аниқ ўлчаса бўлади. Бунда чўзиладиган стерженларни домкрат цилиндрига бириктирилади, домкратнинг поршени элемент учига (торец) ёки махсус тиргакларга тиралади. Қудратли домкратларда тарангланадиган арматурани поршен билан бириктирилади. Даста (пучковая) арматурани таранглашда икки йўналишда ишлайдиган енгил кўчма домкратдан фойдаланилади. (5)



6–расм. Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкцияларни тайёрлашнинг асосий усуллари: а – арматурани тиргакларга тираб таранглаш; б – арматурани бетонга қадаб таранглаш; I – арматурани таранглаш ва элементни бетонлаш; II, IV – тайёр элементлар; III – элемент арматурасининг чўзилишдан олдинги кўриниши; 1 – тиргак, 2 – домкрат; 3 – анкер

Айланма стол ёрдамида ўта мустаҳкам симдан узлуксиз арматуралаш усули ҳам самаралидир. Мазкур усул ёрдамида бир ва икки ўкли кучланиш ҳолатида бўладиган тўсин, панел ва қувур сингари турли конструкцияларни олдиндан зўриктириш мумкин. Таранг тортилган сим билан узлуксиз арматуралаш усули олдиндан зўриктирилган резервуарларни бунёд этишда ҳам кенг қўлланилади, бунда махсус қўзғалма машиналардан фойдаланилади. Бу усулни таранг тортилган ипни ғалтакка ўрашга ўхшатса бўлади. (4)

Арматурани таранглашнинг электр–термик усули кейинги йилларда кенг тарқалди: эндиликда олдиндан зўриктирилган конструкцияларнинг 3/4 қисми шу усул билан тайёрланмоқда.

Усулнинг афзаллиги унинг соддалиги ва исталган корхонада қуйиш имконияти мавжудлигидадир. Ишлатиладиган ускуналар 5–10 марта арзон, конструкция тайёрлаш учун

сарфланадиган меҳнат ҳам 2–3 маротаба кам. Бироқ, аниқлиги механик усулдагига қараганда анча паст. Бундан ташқари, бу усулда кўпинча иссиқлайин чўзилган симлардан фойдаланилади, чунки бошқача мустаҳкам симларда юксак кучланиш ҳосил қилиш учун жуда катта ҳароратда қиздиришга тўғри келади, бу эса симнинг механик хоссасига салбий таъсир этиши мумкин. **(4)**

Арматуранинг электр–термик усул билан таранглашда, арматура стерженларининг узунлиги (анкерлар оралиғини) қолип тиргакларида маълум масофага калтароқ олинади (6–расм), арматурадан ток ўтказиб, уни 300–400°C га қиздирилади. Узайган стерженлар қолипнинг тиргакларига эркин жойланади, совиш жараёнида тиргаклар стерженнинг қисқаришига қаршилик кўрсатади, шу йўл билан совиغان стерженлар олдиндан зўриқтирилади. Шундан сўнг қолипга бетон ётқизилади ва бетон етарли мустаҳкамликка эришгандан сўнг арматурани маҳкамлаш ускуналари (анкерлар) дан бўшатилади, бўшаган арматура қисқариб бетонни сиқади.

Баъзан, ўта мустаҳкам симларни таранглашда икки усулни биргаликда қўшиб ишлатиш ҳоллари ҳам учрайди. Қўшма усулга кўра қиздирилган сим айланма стол ёрдамида узлуксиз равишда тарангланади. Таранглашнинг бу усули кучланишнинг 50% и механик усулда, қолган 50% и қиздириб совиштиш натижасида ҳосил қилинади. Бунинг оқибатида машинанинг маҳсулдорлиги икки маротаба ортади, конструкцияси ихчамлашади, олдиндан уйғотилган кучланишнинг назорат қилинадиган қиймати яна ҳам яқинлашади.

Таранглашнинг физик–кимёвий усули ўз–ўзидан зўриқадиган конструкцияларни тайёрлашда қўлланилади. Бунда кенгаювчан цементдан тайёрланган бетоннинг ўзи кенгайиши оқибатида арматурада кучланиш пайдо бўлади. Арматурада уйғонган чўзувчи кучланишлар бетонни сиқади. Шу тариқа конструкция олдиндан зўриқади.

Арматура билан бетоннинг бирикуви. Бу темирбетонни қурилиш материали сифатида мавжудлигини таъминлаб турувчи асосий хоссасидир.

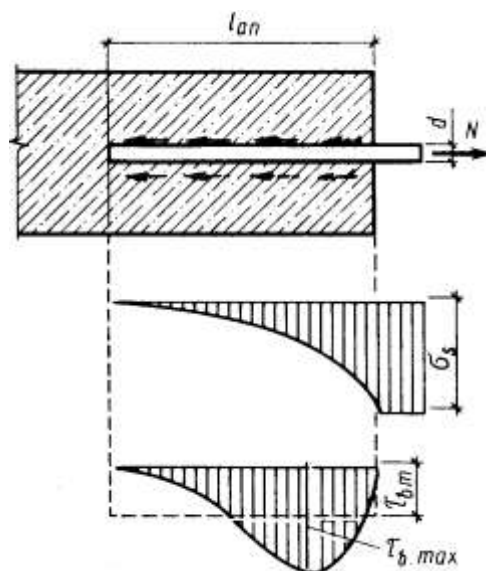
Бетондан стерженни суғуриб олишда уларнинг бирикувидан ҳосил бўладиган уринма кучланиш бир текис тақсимланиши текширишларда аниқланган. Бирикув мустаҳкамлиги бетондаги арматурани суғуриб ёки босиб киргизиш йўли билан аниқланади ва у бетон билан арматуранинг ёпишиши, бетон киришишидан арматурани сиқилиши натижасида содир бўлган ишқалиниши ва даврий профилли арматура бўртиб чиққан жойларининг бетонга илашиши туфайли таъминланади.

Энг катта кучланиш τ_{max} қистириб маҳкамланган юза узунлигига l_{an} боғлиқ эмас. Бирикувни баҳолашда узунлик бўйича ўртача кучланишдан фойдаланилади $\tau_m = N/(\pi d l_{an})$, у оддий бетон ва силлиқ арматура учун 2...4 МПа, даврий профилли арматура учун эса ~7 МПа. Бўйлама кучни арматурадаги кучланиш орқали ифодалаб ($N = \sigma_s n d^2 / 4$), қуйидагини оламиз: **(6)**

$$l_{an} = N/(\tau_{max} \pi d) = \sigma_s d/(4\tau_m). \quad (5)$$

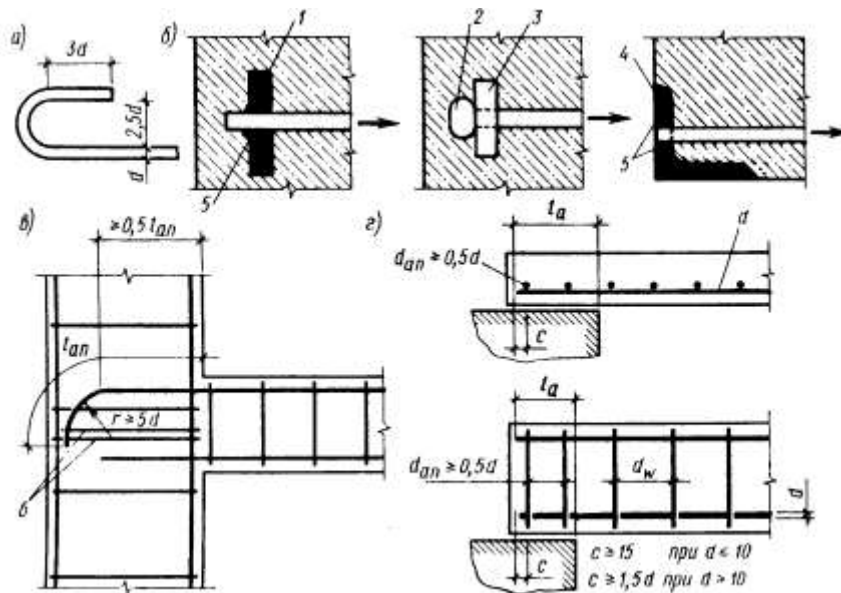
Бу формуладан кўриниб турибдики, стержен диаметри ва ундаги кучланишнинг ортиши қистириб маҳкамланган юза узунлигини оширади. Уни камайтириш учун бетон мустаҳкамлигини ошириш (τ_m) ёки даврий профилли арматура қўллаш лозим.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, қистириб маҳкамланган юза узунлиги силлиқ арматуралар учун (30...40)d, даврий профилли арматуралар учун эса (15...20)d ташкил этади.



7-расм. Арматура билан бетоннинг бирикуви

Арматураларни анкерлаш. Куйида зўриктирилмаган арматураларни анкерлаш схемалари келтирилган.

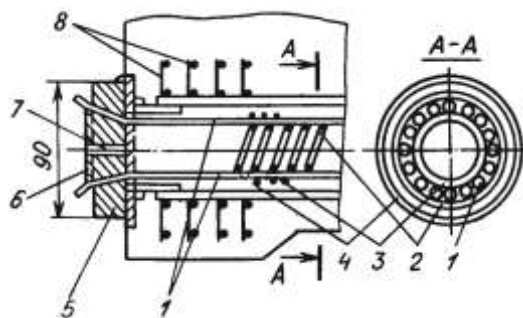


8-расм. Зўриктирилмайдиган арматураларни анкерлаш: а – доирали силлик стерженларни тўқилган каркасларда; б – стержен охирида махсус анкерлар билан; в – стерженларни эгиш; г – четки эркин таянчларда; 1 – пластина; 2 – кийгизилган каллак; 3 – шайба; 4 – бурчак; 5 – пайванд; 6 – стерженларни эгилишига қаршилик кўрсатадиган қўшимча хомутлар

Элементлар диаметри 5 мм гача бўлган Вр-II синфли сим билан анкерсиз арматураланса, бетоннинг синфи В20 дан, диаметри 6 мм ва ундан ортиқ бўлса – В30 дан кам бўлмаслиги лозим. К-7 ва К-19 синфли арконсимон арматура қўлланган элементлардаги бетоннинг синфи камида В30 олинади. Агар А-V (Ат-IV) ва Ат-IV синфли стерженли анкерсиз арматура ишлатилса, арматура диаметри 18 мм гача бўлганда, бетон синфи камида В20 ва В30, арматура диаметри 20 мм ва ундан ортиқ бўлганда, В25 ва В30 дан кам бўлмаслиги керак.

Арматурани бетонга тираб тарангланганда унинг учига анкер мослама ҳамма вақт туриши шарт, аммо тиргакларга тираб тортганда махсус анкерлар ўрнатиш шарт эмас.

Бинокорликда алоҳида ингичка симларни тўплаб дасталанган арматуралардан ҳам фойдаланилади; тутамлама арматура айланма –каркас 2 атрофида параллел жойлашган ва узунасига ҳар 1 метрда белбоғлар билан боғланган ингичка симлар 1 дан ташкил топади. Тутамлама арматура икки томонлама ишлайдиги домкрат билан тарангланади. (7)



9-расм Колодкали ва конуссимон қопқокли анкер: 1 – тарангланган арматура (18 та симдан ташкил топган арматура тугами); 2 – диаметри 2 мм бўлган спирал сим; 3 – диаметри 1 мм бўлган сим боғлама; 4 – канал ишлаш; 5 – дастак; 6 – қопқок (пробка); 7 – канални тўлдириш тешиги; 8 – элемент учига қўйилган сим тўр

Айлана кесимли конструкциялар (резервуарлар, қувурлар ва ҳ.к.) ўта мустаҳкам сим билан узлуксиз равишда арматураланса, симнинг бир учи ўрама спирал остига маҳкамланади ва иккинчи учи сиқувчи болтга ўралиб, бетонда қолдирилган металл тахтакачларга бураб тиғизланади.

Эгилувчи элементларга таъсир этувчи кўндаланг кучнинг қиймати салмоқли бўлса, тўсиннинг таянчга яқин қисмида зарурат бўлган ҳолда, бўйлама арматурадан ташқари кўндаланг арматура – хомутлар ҳам тарангланади. Таянч атрофида тўсиннинг икки ўқ йўналишида олдиндан зўриқтирилиши оғма кесимлар бўйича ёрилишининг олдини олади. **(8)**

Назорат саволлари

- Қандай конструкциялар олдиндан зўриққан конструкциялар дейилади?
- Арматура олдиндан зўриқилишининг моҳияти нимадан иборат?
- Олдиндан зўриққан конструкцияларда қайси синфли арматура ва бетон ишлатилади?
- Олдиндан зўриққан элементлар охириги участкаларининг кучайиши қандай таъминланади?
- Арматура билан бетоннинг бирикуви нимани ҳисобида таъминланади?
- Олдиндан зўриққан элементларда анкер мосламаларнинг қандай хиллари ишлатилади?
- Олдиндан зўриққан эгилувчан элементларда арматура қандай жойлаштирилади?
- Бетоннинг узатиш мустаҳкамлиги нимага тенг?

Маъруза 5. Арматурадаги олиндан зўриқишнинг йўқолиши (2 соат)

Режа

- Олдиндан зўриқишнинг дастлабки йўқолишлари
- Олдиндан зўриқишнинг иккинчи йўқолишлари

Таянч сўзлар ва иборалар:

кучланишнинг тўла йўқолиши, биринчи йўқолиш, иккинчи йўқолиш, кучланиш релаксациясидан, ҳарорат фарқидан, анкер мосламалар деформациясидан, бетоннинг дастлабки тоб ташлашидан, бетон киришишидан, бетон тоб ташлашидан, бетон эзилишидан, блоклар орасидаги чокларнинг деформацияланишидан, арматурани каналларга ишқаланишидан йўқолишлар.

Арматурани таранглаш чоғида унда олдиндан уйғотилган кучланишлар вақт ўтиши билан қайтмас йўқотувлар эвазига камайиб боради. Ушбу йўқотувлар бетоннинг киришиши ва тоб ташлаши, пўлатдаги кучланишларнинг релаксацияси (камайиши), анкерлар деформацияси, арматуранинг туйнук деворларига ишқаланиши ва бошқалар натижасида содир бўлади. Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларни ҳисоблашда ана шу йўқотувларни эътиборга олиш лозим, чунки уларнинг қиймати айрим ҳолларда анча сезиларли бўлиши (бошланғич назорат қилинадиган кучланиш σ_{sp} нинг 30–40% ини ташкил этиши) мумкин. **(3)**

Арматурада олдиндан уйғотилган дастлабки кучланишларнинг қиймати доимий эмас, вақт ўтиши билан кучланишлар камаяди. Камайишнинг бирламчи ва иккиламчи деб аталувчи турлари

бор. Бирламчи камаишлар элемент тайёрланаётган ва бетон сиқилаётган даврда содир бўлади. Иккиламчи камаишлар эса бетон сиқилгандан кейин содир бўлади.

Бирламчи камаишларга қуйидагилар киради: (1)

1. Арматурадаги кучланишлар релаксацияси туфайли камаиш;
2. Ҳарорат фарқи туфайли камаиш;
3. Анкерлар деформацияси туфайли камаиш;
4. Арматурадаги ишқаланиш туфайли камаиш;
5. Пўлат қолиплар деформацияси туфайли камаиш;
6. Бетон сиқилишининг дастлабки соатларида бетондаги тоб ташлаш туфайли камаиш.

Ҳар бир камаиш алоҳида формула орқали аниқланади.

1. Тарангланган арматурадаги кучланишлар релаксацияси натижасида кучланишларнинг йўқолиши асосан (олдиндан уйғотилган) кучланишлар қиймати σ_{sp} га ва арматуранинг турига боғлиқ:

симли арматура тиргакларга тираб механик усулда тарангланганда,

$$\sigma_1 = (0,22\sigma_{sp}/R_{s,ser} - 1)\sigma_{sp}; \quad (6)$$

стерженли арматура учун эса

$$\sigma_1 = 0,1\sigma_{sp} - 20. \quad (7)$$

2. Тарангланган арматура билан тортқич орасидаги ҳароратлар фарқи Δt ҳам В15...В40 синфли бетонни буғлаш ёки қиздириш жараёнида олдиндан уйғотилган кучланишнинг қуйидаги миқдорда камаишига олиб келади:

$$\sigma_2 = 1,25\Delta t, \quad (8)$$

бу ерда Δt нинг аниқ қиймати берилмаса, 65°C га тенг қилиб олинади. Бетоннинг синфи В45 ва ундан юқори бўлса (8) формуладаги 1,25 коэффиценти 1,0 га алмаштирилади.

3. Тортқич мосламаси билан боғланган анкерларнинг деформациясидан одиндан уйғотилган кучланишнинг йўқолиши қуйидаги миқдорни ташкил этади:

$$\sigma_3 = (\Delta l_1 + \Delta l_2)E_s / l, \quad (9)$$

бу ерда Δl_1 – бетон билан анкер орасига қўйиладиган шайба ёки қистирманинг сиқилиши бўлиб қиймати 1 мм га тенг; Δl_2 – стакансимон анкернинг деформацияси, қийматига 1 мм га тенг; тиргакларга тираб таранглангандан $\Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l = 2$ мм деб олинади, l – тарангланаётган стерженнинг узунлиги, мм.

4. Арматура билан туйнук деворлари, бетон сиртлари ёки эғувчи мосламалар орасидаги ишқаланиш оқибатида олдиндан уйғотилган кучланишларнинг йўқолиши қуйидаги формуладан аниқланади: (4)

$$\sigma_4 = \sigma_{sp} [1 - 1/e^{(wx + \delta\theta)}], \quad (10)$$

бу ерда e – натурал логарифм асоси; w – туйнукнинг лойихавий ҳолатига нисбатан оғишини эътиборга оладиган коэффицент ($w = 0 \dots 0,003$); x – арматурада таранглаш мосламасидан ҳисобий кесимгача бўлган масофа, м; δ – арматура билан туйнук девори орасидаги ишқаланиш коэффиценти, ($\delta = 0,35 \dots 0,65$); θ – туйнукнинг эгри участкасидаги ёйнинг марказий бурчаги, рад. Эғувчи мосламаларга ишқаланиш натижасида юз берадиган йўқотувчини аниқлашда (10) формуладаги $wx = 0$ деб олинади.

5. Пўлат қолипнинг деформацияланиш оқибатида содир бўладиган кучланишларнинг йўқолиши қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_5 = \eta \Delta l_1 E_s / l, \quad (11)$$

бирок, 30 МПа дан кам олинмайди. Формуладаги Δl – қолипнинг бўйлама деформацияси; l – тиргакларнинг ташқи қирралари орасидаги масофа. Арматура механик усулда тарангланса,

$$\eta=(n-1)/2n, \quad (12)$$

бўлади, бу ерда n – ҳар хил вақтда тортиладиган стерженлар гуруҳи сони.

Тиргакларга таяниб тарангланган арматура бўшатиладиган, олдиндан уйғотилган кучланиш бетонни сика бошлади, бунда бетонда эластик деформациялар билан бир қаторда тезкор тоб ташлаш юз беради. (2)

6. Бу ҳол олдиндан уйғотилган кучланишларнинг маълум миқдорда йўқолишига (камайтишига) олиб келади:

$$\sigma_{bp}/R_{bp} \leq a \text{ бўлганда, } \sigma_6=40\sigma_{bp}/R_{bp};$$

$$\sigma_{bp}/R_{bp} > a \text{ бўлганда, } \sigma_6=40\alpha+85\beta(\sigma_{bp}/R_{bp}-a), \quad (13)$$

бу ерда σ_{bp} – арматурани сиқилишидан бетонда ҳосил бўлган кучланиш; $\alpha=0,25+0,025 R_{bp}$ бўлиб, 0,8 дан ортиқ олинмайди; $\beta=5,25-0,185 R_{bp}$, бу коэффициентнинг қийматлари 1,1...2,5 оралиғида бўлади.

Темирбетон элементида иссиқ ишлов берилса, (13) формуладан топиладиган йўқотувчилар 0,85 коэффициентга кўпайтирилади.

Иккиламчи камайтишларга қуйидагилар киради:

7. Арматурадаги кучланишлар релаксацияси;
8. Бетоннинг киришиши;
9. Бетоннинг тоб ташлаши;
10. Қувур ва резервуарларнинг ўралган арматура таъсирида бетоннинг эзилиши туфайли камайтиши;

11. Йиғма элемент блоклари орасидаги чокларнинг сиқилиши туфайли вужудга келадиган камайтиш.

7. Арматура релаксация туфайли йўқотув $\sigma_7=\sigma_1$.

8. Бетоннинг узок муддатли тоб ташлаши натижасида зўриқишларнинг берилишидан то фойдаланиш юқларининг қўйилишигача бўлган вақт мобайнида йўқотилган кучланишлар оғир бетон учун қуйидаги формулалардан топилади: (5)

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

$$\sigma_{bp}/R_{bp} > 0,75 \text{ бўлганда } \sigma_9=300(\sigma_{bp}/R_{bp}- 0,375). \quad (14)$$

Бу ерда ҳам, агар элементга иссиқ ишлов берилса, йўқолган кучланиш миқдори 0,85 га камайтирилади.

9. Вақт ўтиши билан содир бўладиган киришиш деформациялари ҳам кучланишни олдиндан йўқолишига олиб келади. Тиргакларга тираб тарангланганда йўқолиш миқдори В35, В40, В45 ва бундан катта синфли оғир бетонлар учун $\sigma_8=40; 50$ ва 60 МПа ни ташкил этади. Бетонга тираб таранглаганда киришиш натижасида содир бўладиган йўқотиш $30; 35$ ва 40 МПа ни ташкил этади. Олдиндан уйғотилган кучланишнинг йўқолиши йиғма блоклардан ташкил топган конструкция чоклари орасидаги деформация – σ_{11} , спирал кўринишида ўралган сим арматура остидаги бетоннинг эгилиши сингари сабаблар туфайли ҳам содир бўлади.

10. Спирал ва ҳалқасимон арматуранинг симлари остида бетоннинг эзилишидан вужудга келган йўқотув σ_{10} фақат бетонга ўраб тарангланадиган элемент ташқи диаметри d_{ext} 300 см гача бўлган қувурлар, резервуарлардагина ҳисобга олинади ва $\sigma_{10}=70-0,22d_{ext}$ тенг юлади.

11. Йиғма конструкцияларнинг алоҳида бўлаклари орасидаги чокларнинг сиқилишидан вужудга келадиган йўқотув σ_{11} қуйидаги формуладан топилади:

$$\sigma_{11}=n\Delta/E_s/l, \quad (15)$$

бу ерда n – чўзиладиган арматура бўйлаб жойлашган чоклар сони; Δl – чоклар деформацияси бўлиб, бетон билан тўлдирилган ҳар бир чок учун 0,3 мм га, бетонсиз уланган чок учун 0,5 га тенг бўлади; l – тарангланаётган арматура узунлиги, мм.

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни ҳисоблашда бетоннинг сиқилиши тугагунга қадар бўладиган йўқотувлар σ_{los1} билан сиқилиш тугагандан кейин юз берган йўқотувлар σ_{los2} бир-биридан фарқ қилиш лозим, йўқотувларнинг тўлиқ қиймати $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}}$ бўлади.

Арматураларни тиргакларга тираб тарангланганда σ_{los1} арматурадаги кучланишнинг камайиши, хароратлар фарқи, анкерлар деформацияси, арматуранинг ишқаланиши, қолип деформацияси, тезкор тоб ташлашлар эвазига вужудга келади, яъни $\sigma_{\text{los1}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$, σ_{los2} эса бетоннинг тоб ташлаши ва киришишидан ҳосил бўлади, яъни $\sigma_{\text{los2}} = \sigma_8 + \sigma_9$.

Арматуранинг бетонга тираб тарангланганда арматурадаги кучланишнинг йўқолиши σ_{los2} анкерлар деформацияси ва арматурани ишқаланишидан, яъни $\sigma_{\text{los1}} = \sigma_3 + \sigma_4$; арматурадаги кучланишнинг иккиламчи камайиши σ_{los2} бетоннинг тоб ташлаши ва киришиши арматура симлари остида бетоннинг эзилиши, йиғма блокли конструкцияларда чоклар деформациясидан вужудга келади, яъни $\sigma_{\text{los2}} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$. Йўқотувларнинг умумий сон қиймати σ_{los} меъёр бўйича 100 МПа дан кам олинмайди. (2)

Назорат саволлари

- Арматурада олдиндан зўриқишнинг биринчи ва иккинчи йўқолишларини санаб чиқинг.
- Арматурадаги йўқолишлар тури.
- Арматурадаги биринчи йўқолишлар қандай аниқланади?
- Арматурадаги иккинчи йўқолишлар қандай аниқланади?
- Арматурадаги тўла йўқолишлар қандай аниқланади?

Маъруза 6. Олдиндан зўриққан темирбетон элементлардаги кучланишларни аниқлаш (2 соат)

Режа

- Келтирилган кесим
- Келтирилган кесимнинг геометрик тавсифлари
- Бетон ва арматурадаги кучланишларни аниқлаш
- Эгиладиган элементлар кесимидаги кучлар схемаси
- Олдиндан зўриқишнинг миқдорлари
- Олдиндан зўриқишнинг назорат қилинадиган миқдорлари

Таянч сўзлар ва иборалар:

келтирилган кесим, ундаги ҳисобий кучлар схемаси, келтирилган кесим юзаси, статик моменти ва инерция моменти, бетондаги кучланиш миқдори, арматурани таранглаш аниқлиги коэффициенти, олдиндан зўриқиш миқдори, назорат қилинадиган олдиндан зўриқиш миқдорлари.

Келтирилган кесим. Темирбетон элементларида материаллар қаршилиги формулаларини қўллаш учун, унинг кесимини статик жиҳатдан тенг кучли бўлган бир жинсли тизимга келтирилади. Бетон ва арматурани биргаликда ишлаши, улар орасидаги бирикув (сцепления) нинг мавжудлиги туфайли арматура билан бетоннинг деформацияси бир ҳил бўлади, яъни $\epsilon_s = \epsilon_b$. Шунга қўра $\sigma_s/E_s = \sigma_b/E_b$, бунда $\sigma_s = E_s \sigma_b/E_b = \alpha \sigma_b$, $\alpha = E_s/E_b$. Бунинг маъноси шуки, арматура кесимининг ҳар бир юза бирлигига шартли равишда бетон юзасининг «n» та бирлиги мос келади.

Элементлардаги кучланишларни ҳисоблашларда олдиндан зўриқтириш аниқлиги коэффициенти эътиборга олинади. (6)

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp}, \quad (16)$$

бунда $\Delta\gamma_{sp}$ – арматурадаги олдиндан зўриқишнинг четга чиқишини чегаравий қиймати; арматурани механик усулда таранглаган $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$; электр–термик усулда таранглаганда,

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5p(1 + 1/n^{1/p})/\sigma_{sp}, \quad (17)$$

аммо 0,1 дан кичик эмас. Бунда p (26) формуладан топилади, n_p –элемент кесимидаги зўриқтирилган стерженлар сони. Олдиндан зўриқиш салбий таъсир қилганда «плюс», ижобий таъсир қилганда «минус» белгиси олинади.

Олдиндан зўриқишларни йўқолишини ҳисоблашда, ёриқлар очилиш энини аниқлашда ва деформацияга ҳисоблашда $\Delta\gamma_{sp} = 0$ ($\gamma_{sp}=1$) қабул қилиш рухсат этилади.

Келтирилган кесимнинг геометрик тавсифлари. 10–расмда тасвирланган темирбетон элементининг келтирилган кесим юзаси

$$A_{red} = A + \alpha A_{sp} + \alpha A_{sp}' + \alpha A_s + \alpha A_s'. \quad (18)$$

Келтирилган кесимнинг чўзилган қиррага нисбатан статик моменти

$$S_{red} = S + \alpha A_{sp} a_p + \alpha A_{sp}' (h - a_p') + \alpha A_s a_s + \alpha A_s' (h - a_s). \quad (19)$$

Чўзилган қиррадан келтирилган кесим оғирлик марказигача бўлган масофа

$$y = S_{red} / A_{red}. \quad (20)$$

Ана шу келтирилган кесимнинг нейтрал ўққа нисбатан инерция моменти

$$I_{red} = I + \alpha A_{sp} (y_{sp})^2 + \alpha A_{sp}' (y_{sp}')^2 + \alpha A_s (y_s)^2 + \alpha A_s' (y_s')^2. \quad (21)$$

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларда оддий темирбетон конструкциялардаги зўриқишларга қўшимча равишда бетонда тарангланган арматурадан бериладиган сиқилиш зўриқишлари пайдо бўлади. Шунинг учун олдиндан зўриктирилган конструкцияларни лойиҳалашда уларда одатдаги юклардан ташқари сиқувчи кучлар таъсирига ҳам ҳисобланади. (7)

Бетон ва арматурадаги кучланишларни аниқлаш. Олдиндан зўриктирилган элементнинг бўйлама ўқига тик бўлган кесимдаги кучланишлар бетон кесими ва тарангланган ҳамда тарангланмаган арматура кесимлари юзасидан ташкил топган келтирилган юза учун эластик жисмдаги каби аниқланади. Барча бўйлама арматуралардаги сиқувчи кучларни тенг таъсир этувчиси P ташқи куч сифатида қабул қилинади.

Тенг таъсир этувчи куч P ва унинг келтирилган юза оғирлик марказигача бўлган елкаси e_{op} қуйидаги формулалардан аниқланади (10–расм):

$$P = \sigma_{sp} A_{sp} + \sigma_{sp}' A_{sp}' - \sigma_s A_s - \sigma_s' A_s'; \quad (22)$$

$$e_{op} = (\sigma_{sp} A_{sp} Y_{sp} - \sigma_{sp}' A_{sp}' Y_{sp}' - \sigma_s A_s Y_s + \sigma_s' A_s' Y_s') / P, \quad (23)$$

бу ерда σ_{sp} ва σ_{sp}' – тарангланган A_{sp} ва A_{sp}' арматурадаги кучланишлар; σ_s ва σ_s' – тарангланмаган A_s ва A_s' арматурадаги кучланишлар.

Бетондаги кучланиш умумий ҳолда номарказий сиқилиш ҳолатидаги элемент каби қуйидаги формуладан аниқланади:

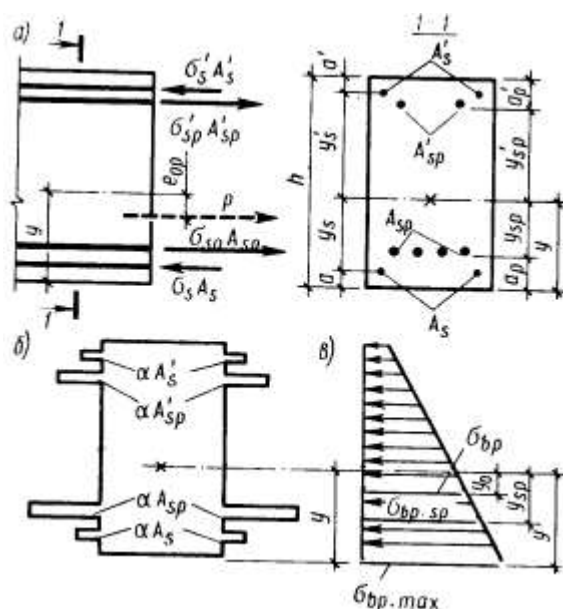
$$\sigma_{bp} = P / A_{red} \pm P e_{op} Y_o / I_{red}, \quad (24)$$

бу ерда A_{red} – бетон кесимида келтирилган юза; I_{red} – келтирилган кесим оғирлик марказидан ўтувчи ўққа нисбатан A_{red} юзадан олинган инерция моменти; Y_o – келтирилган кесимнинг оғирлик марказидан кучланиш аниқланаётган толагача бўлган масофа (10–расм, б). $\alpha = E_s / E_b$; E_b ва E_s бетон ва арматуранинг эластиклик модуллари. (8)

Бетон ва арматурадаги кучланишлар назорат қилинувчи кучланишларни текширишда, тоб ташлаш ва кўп юклар таъсирида вужудга келадиган йўқолишларни аниқлашда, ёрилишбардошлилик билан деформацияларни ҳисоблашда ва бошқа шу каби ҳолларда топилади.

Олдиндан зўриктирилган элементларни ҳисоблашнинг ўзига хос–хусусиятлари бор. Бу хусусиятларни элементларни ташқи юкларга ҳисоблашдан олдин кўриб чиқиш керак.

Эгиладиган элементлар кесимидаги кучлар схемаси



10 – расм. Олдиндан зўриктирилган элемент кесимида ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлашга доир: а – сиқилишдаги кучланишларнинг жойланиши; б – келтирилган юзанинг геометрик характеристикасини топишга доир схема, в – сиқувчи кучланиш эпюраси

Олдиндан зўриқишнинг миқдорлари. Арматурани тиргакларга таранглаб олдиндан зўриқиш ҳосил қилишдаги элемент кучланганлик ҳолатларини кўриб чиқамиз. Чўзилган зонага юзаси A_{sp} бўлган, сиқилган зонага эса юзаси A'_{sp} бўлган арматура жойлаштирилади, бунда $A_{sp} > A'_{sp}$. Пастдаги ва юқоридаги арматураларни тиргакларда σ_{sp} ва σ'_{sp} кучланишлар билан тарангланади (11, а–расм).

Конструкцияларни лойиҳалашда олдиндан уйғотиладиган кучланишнинг қиймати пўлатнинг эластиклик чегарасидан катта бўлмаслиги, бироқ жуда кичкина бўлмаслиги ҳам зарур.

Темирбетон конструкцияларни лойиҳалашда σ_{sp} ва σ'_{sp} одатда бир хил қилиб олинади ва қуйидаги ораликда белгиланади: (3)

арматурани механик усулда таранглаганда $0,32 R_{s,ser} \leq \sigma_{sp} \leq 0,95 R_{s,ser}$,

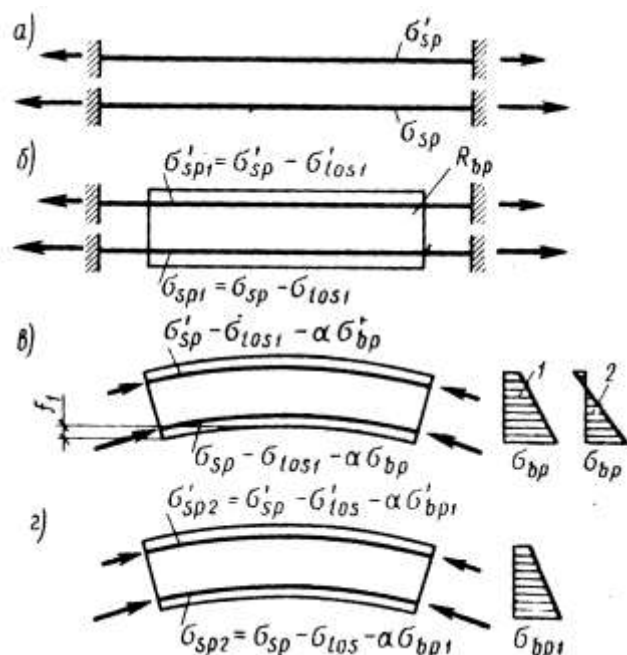
арматурани электр–термик ва электр–термомеханик усулларда таранглаганда

$$0,30 R_{s,ser} + p \leq \sigma_{sp} \leq R_{s,ser} - p, \quad (25)$$

Арматура механик усулда тарангланганда $p=0,05\sigma_{sp}$; электр–термик усулда эса

$$p=30+360/l \quad (26)$$

бўлади, бу ерда l – тиргакларнинг ташки сирталари орасидаги масофа, м да.



11-расм. Арматуранинг тиргакларда таранглаб олдиндан зўриқиш ҳосил қилишдаги эгиловчи элемент кучланганлик ҳолати

Олдиндан зўриқишнинг назорат қилинадиган миқдорлари. Тиргакларга тираб таранглашда ҳосил бўладиган кучланишнинг назорат қиладиган қиймати σ_{con1} ни аниқлаш учун, σ_{sp} дан анкерларнинг деформацияланиши ва арматуранинг ишқаланиши натижасида йўқотилган кучланишлар (буларни аниқлаш усуллари қуйида берилади) айириб ташланади. Арматуранинг бетонга тираб тортишдан ҳосил бўлган кучланишнинг назорат қилинадиган қиймати қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma_{con2} = \sigma_{sp} - \alpha \sigma_{bp}. \quad (27)$$

Арматуранинг тиргакларга таранглаб тортишдан ҳосил бўлган кучланишнинг назорат қилинадиган қиймати қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma_{con1} = \sigma_{sp} - \sigma_3 - \sigma_4, \quad (28)$$

бунда $\sigma_{bp} - P_1$ сиқувчи куч таъсирида A_{sp} арматуранинг оғирлик маркази сатҳида бетонда содир бўладиган биринчи йўқотишларни ҳисобга олиб аниқланадиган кучланиш. σ_{sp} – йўқотишларни ҳисобга олмасдан қабул қилинади.

Арматуранинг элементда (стержен, канат, ўрамларда) назорат қилинадиган куч. (2)

$$P_{con} = \sigma_{con} A_{spi}, \quad (29)$$

бу ерда P – олдиндан уйғотилган кучланишлар тенг таъсир этувчиси; e_{op} – елка; y_{sp} – келтирилган кесимнинг оғирлик марказидан тарангланган арматурадаги зўриқишларни тенг таъсир этувчисигача бўлган масофа (10-расм); $\alpha = E_s/E_b$.

Назорат қилинадиган кучланиш σ_{con2} нинг қиймати шундай белгиланиши керакки, ҳисобий кесимда σ_{sp} га тенг бўлган кучланиш ҳосил бўлсин.

Назорат саволлари

- Келтирилган кесим нима?
- Келтирилган кесим геометрик тавсифлари қандай аниқланади?
- Олдиндан сиқилишда ҳосил бўлган куч қандай аниқланади?
- Бетондаги зўриқиш миқдори қандай аниқланади?
- Арматурадаги олдиндан зўриқиш миқдори қандай аниқланади?
- Арматурадаги назорат қилинадиган кучланиш қандай аниқланади?

Маъруза 7. Эгиладиган темирбетон элементларнинг кучланганлик ҳолати (2 соат)

Режа

- Темирбетоннинг эгилишдаги кучланиш ҳолати босқичлари
- Олдиндан зўриқтирилган темирбетоннинг кучланиш ҳолати босқичлари
- Эгиладиган элементлар нормал кесимидаги кучланишлар эпюраси
- Сиқилган зонанинг нисбий баландлигининг чегаравий қиймати
- Темирбетонли тўсин емирилишининг схемалари ва ҳисоблаш ҳоллари

Таянч сўзлар ва иборалар:

оддий ва олдиндан зўриқтирилган элементларнинг емирлиш схемалари ва босқичлари, якка ва кўш арматурали кесимлар, ҳисоблаш ҳоллари, нормал ва керагидан ортиқча арматураланган кесимлар, нисбий баландликнинг чегаравий қиймати.

Темирбетоннинг эгилишдаги кучланиш ҳолати босқичлари. Темирбетон тўсин эгилганда, унинг кесимларидаги эгувчи моментнинг қийматига қараб навбати билан кучланиш–деформацияланиш ҳолатининг уч босқичи рўй беради.

I босқичда юк кам бўлади, бетон ва арматурадаги кучланиш ҳам шунга яраша бўлиб, бетон асосан эластик чегарада деформацияланади. Кучланишлар эпюраси сиқилиш ва чўзилиш зоналарида деярли тўғри чизиқли бўлади (12–расм,1). Юкнинг ортиши билан бетон ва арматурадаги кучланиш ортади, бетондаги эластиклик ва ноэластиклик деформациялар ривожланади, кучланишлар эпюраси бироз эгрилашади, тўсиннинг нейтрал ўқи сиқилиш зонаси томон силжийди. Бу **босқич I** деб белгиланади. Мазкур босқичда бетоннинг чўзилиш зонаси ҳам дарздан ҳоли бўлади, зўриқишлар бутун кесим бўйича қабул қилинади. Кучланишларни аниқлашда эластик қаршиликлар формуласидан фойдаланиш мумкин. Босқичнинг охирида тўсиннинг чўзилган тола қатламида кучланиш бетоннинг чўзилишидаги мустаҳкамлик чегараси R_{bt} га тенглашади. Темирбетон элементларининг ёрилишга бардошлилиги шу босқич бўйича ҳисобланади. **(2)**

II босқичда бетоннинг чўзилиш зонасида ёриқлар пайдо бўлади. Ёрилган кесимда бетондаги кучланиш нолга тенг деб олинади. Ёриқ билан нейтрал ўқ орасидаги кичкина чўзилиш зонаси ҳисобга олинмайди. Сиқилиш зонасида бетондаги кучланиш сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасидан кам бўлиб, чўзилувчи арматурадаги кучланиш аввал σ_s га, босқич охирида эса R_s га тенглашади. Бу босқич конструкцияларни чегаравий ҳолатларини иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблашда асосий босқич саналади. **(5)**

III босқич элементнинг синиши (бузилиши) олдидаги босқичдир. Бунда бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланишлар эпюраси пластик деформациялар эвазига эгрилашади. Бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланиш R_s ёки σ_s га тенглашади, чўзилиш зонасидаги ёриқлар катталашади, тўсин биқирлиги камаяди, солқилик тез ўсиб бориб, тўсин синади.

III босқичда тўсиннинг синиши чўзилувчи арматуранинг сони ва механик хоссаларига боғлиқ. Агар тўсин ўз меъёрида арматураланган бўлса, синиш чўзилган арматура томонидан бошланади. Бундай емирилиш **биринчи схема** бўйича емирилиш дейилади. Арматурадаги кучланиш оқиш чегарасига етганда, арматуранинг пластик деформацияси ва тўсиннинг солқилиги тез ўсиб боради, бунинг оқибатида бетоннинг сиқилиш зонасида кучланиш мустаҳкамлик чегарасига етади ва бетон емирилади. Шундай қилиб, темирбетон элементи синишдан илгари, унда «пластик шарнир» ҳосил бўлади, бу кесимда бетон ва арматурадаги кучланиш чегаравий қийматга эришади. Бунга асосланиб (А.Ф.Лолейт таклифига кўра), юк кўтариш қобиляти бўйича ҳисоблаш формулаларини, статиканинг мувозанат шартларидан фойдаланиб чиқарса бўлади. **(6)**

Эгиловчи элементларда чўзилувчи арматуранинг миқдори меъёридан кўп бўлса, емирилиш бетоннинг сиқилиш зонасида бошланади, бунда чўзилувчи арматурадаги кучланиш чегаравий қийматга етиб бормаслиги мумкин. Бундай емирилиш **иккинчи схема** бўйича емирилиш дейилади (12– расм). Бузувчи кучланишлар ҳамда чегаравий ҳолатлар усулининг замирида III босқич ётади. Ушбу босқич конструкция элементларни чегаравий ҳолатларининг I гуруҳи бўйича ҳисоблашда асосий босқич саналади.

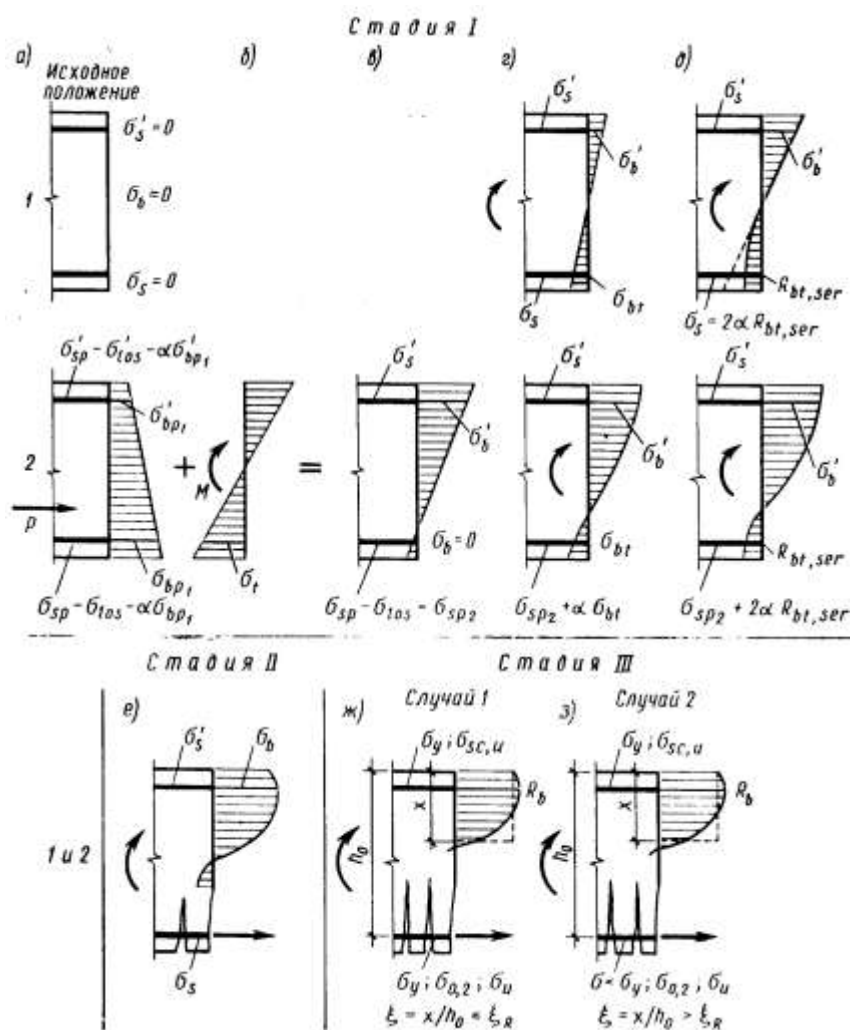
Олдиндан зўриктирилган темирбетоннинг кучланиш ҳолати босқичлари. Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкцияларда бетонни сиқиш бошланганида, ташқи кучлар таъсирида емирилишгача бўлган кучланишлар ҳолати бир неча характерли босқичларга бўлинади. Ўқ бўйлаб чўзиладиган элементга марказий сиқувчи ва ташқи кучлар таъсирини кўриб ўтайлик. Бетон сиқилгандан кейин элементда қуйидаги кучланиш ҳолати таркиб топади: **(1)**

–йўқолувчиларнинг бирламчи турлари содир бўлгач бетонда σ_{b1} , арматурада $\sigma_{sp}-\sigma_{los1}-\alpha\sigma_{b1}$;

–йўқотувларнинг ҳамма турлари содир бўлгач, бетонда σ_{b2} , арматурада $\sigma_{sp}-\sigma_{los}-\alpha\sigma_{b1}$ кучланиш ҳосил бўлади. Бу ерда 1 – индекси кучланишларидан бирламчи йўқотувлар, 2 – индекси эса барча йўқотувлар айириб ташланганлигини билдиради. Элементнинг бу ҳолатида олдиндан уйғотилган кучланишлар муқим қарор топган бўлиб, ташқи кучлар қўйилгунга қадар 0 босқичига киритса бўлади. Ташқи чўзувчи кучлар ортган сари бетонда олдиндан уйғотилган сиқувчи кучланишлар камайиб, арматурадаги чўзувчи кучланишлар орта боради. Бетонда олдиндан уйғотилган кучланишлар сўнгганда, арматурадаги кучланиш $\sigma_{sp2}=\sigma_{sp}-\sigma_{los}$ бўлади. Шу ҳолатдан бошлаб элемент оддий темирбетон элементи каби ишлайди, чунки унда олдиндан уйғотилган кучланишлар сўнгган бўлади. Элементнинг бундай ҳолати **1а босқичга** киради. Ташқи кучларнинг янада ортиши бетонда чўзувчи кучланишларни пайдо қилади, бу кучланишлар орта бориб, чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси R_{bt} га тенглашиши мумкин. Элементнинг бу ҳолати **I босқичга** кириб, элементни ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблаш ана шу босқичга асосланади. **(3)**

Навбатдаги **II босқичда** бетонда ёриқлар пайдо бўлади, бироқ арматурадаги кучланиш ҳисобий қаршилиқдан кичикроқ бўлади. Кучнинг янада ортиши элементда **III босқични** юзага келтиради, бу босқичда элемент емирилади.

Эгиладиган элементлар нормал кесимидаги кучланишлар эпюраси



Сиқилган зонанинг нисбий баландлигининг чегаравий қиймати. ξ_R – нисбий баландлик ξ нинг чегаравий қийматини қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$\xi_R = \omega / [1 + (\sigma_{sR} / \sigma_{sc,u})(1 - \omega / 1,1)], \quad (30)$$

Бу ерда ω бетон сиқилиш зонасини тавсифлайдиган микдор бўлиб, $\omega = \alpha - \beta R_b$ формуладан топилади. Бундаги α – бетоннинг хилига боғлиқ бўлган коэффициент ($\alpha = 0,85 \dots 0,75$); β – бетонга боғлиқ бўлмаган коэффициент ($\beta = 0,008$); σ_{sR} – арматурадаги чўзилиш кучланиши, МПа, арматуранинг хилига қараб олинади; $\sigma_{sc,u}$ – сиқилиш зонасида жойлашган арматурада ҳосил бўладиган чегаравий кучланиш; унинг қиймати $\gamma_{b2} \geq 1,0$ бўлса, 400 МПа ва $\gamma_{b2} \gamma_{b2} < 1$ бўлса, 500 МПа га тенг бўлади. Элементлар сиқилиш босқичида ҳисобланса, $\sigma_{sc,u} = 330$ МПа.

Оқиш майдончаси мавжуд бўлмаган пўлат билан арматураланган темирбетон элементларнинг сиқилиш зонаси нисбий баландлигининг чегаравий қиймати (31) дан аниқланади. **(4)**

$$\xi_R = \omega / [1 + (\sigma_{sR} / \sigma_{sc,u})(1 - \omega / 1,1)], \quad (31)$$

Бунда арматурадаги кучланиш $\sigma_{sR} = R_s + 400 - \Delta\sigma_{spi}$ (МПа) бўлади.

Бу ерда σ_{sp} – барча йўқотувлар ҳисобга олинганда арматурада олдиндан уйғотилган кучланишнинг қиймати; $\Delta\sigma_{spi}$ – олдиндан уйғотилган кучланишнинг қиймати эластиклик чегарасидан ошганда арматурада вужудга келадиган нозластик деформацияларда ҳосил бўлган қўшимча йўқотув А–IV, А–V, А–VI синфли стерженлар учун $\Delta\sigma_{spi} = 1500 - \sigma_{spi} / R_{si} - 1200 \geq 0$, арматуранинг бошқа хиллари учун $\Delta\sigma_{spi} = 0$. **(7)**

Юқоридаги формулани емирилишнинг биринчи ва иккинчи схемалари орасидаги чегаравий шартни аниқлашда фойдаланса бўлади. $\sigma_s = R_s$ деб олиб, нисбий баландликни чегаравий қийматини ξ_R топамиз, бунда арматурадаги чўзувчи кучланиш чегаравий қийматга етади. Емирилиш иккинчи схема бўйича содир бўлганда, арматурадаги кучланиш қуйидаги формуладан топилади:

$$\sigma_{sR} = \sigma_{sc,u} / (1 - \omega / 1,1) (\omega / \xi_i - 1) + \sigma_{sp}. \quad (32)$$

Темирбетонли тўсин емирилишининг схемалари ва ҳисоблаш ҳоллари. Тажрибалардан маълумки, агар $\xi \leq \xi_R$ бўлса емирилиш **биринчи схема** бўйича, агар $\xi > \xi_R$ бўлса емирилиш **иккинчи схема** бўйича содир бўлади.

Шундай қилиб, оддий ва олдиндан зўриктирилган конструкцияларни ягона услуб билан ҳисоблаш мумкин. Бунда кучланганлик ҳолатининг III босқичи асос қилиб олинади.

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларда эластиклик иши узаяди (I босқич). Агар оддий элементларда ёриқлар синдирувчи моментнинг 10... 15% да содир бўлса, олдиндан зўриктирилган конструкцияларда эса улар синдирувчи моментнинг 70...80% да содир бўлади.

Темирбетон элементлар учун кесим танлашда шуни назарда тутиш лозимки, тенг кучли мустаҳкамликка эришиш учун, кесим ўлчамлари билан арматуралаш фоизини ўзаро мослаштириш керак. Масалан, элемент кесимининг баландлиги ортиши билан арматура кесим юзасининг кичрайиши кузатилади. Конструкцияларни ҳисоблашда уларнинг энг тежамкор ва арзон нусхаларини танлашга интиломқ зарур. Тажрибаларнинг кўрсатишича, тўсинларда $\xi = 0,2 \dots 0,3$ ва плиталарда $\xi = 0,1 \dots 0,25$ олинса, маблағ тежалади. **(8)**

Назорат саволлари

- Эгилувчи элементларнинг кучланганлик ҳолати босқичлари.
- Тўсин ўкига нормал турган кесим бузилишининг асосий ҳоллари қандай?
- Ҳисоблашнинг икки ҳоли ўртасидаги чегарани аниқлаш учун қандай характеристикадан фойдаланилади?
- Биринчи ҳол бўйича ҳисоблашда кучлар схемаси ва зўриқишлар эпюраси.

Маъруза 8. Қурилиш конструкцияларини ҳисоблаш асослари ва усуллари. Темирбетон конструкцияларини чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблаш (2 соат)

Режа

- Конструкциялар мустаҳкамлигини рухсат этилган кучланишлар усулларида ҳисоблаш
- Конструкциялар мустаҳкамлигини синдирувчи куч усулларида ҳисоблаш
- Чегаравай ҳолатлар бўйича ҳисоблаш
- Чегаравий ҳолатларни биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш
- Чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича

Таянч сўзлар ва иборалар:

рухсат этилган кучланиш, синдирувчи куч, чегаравий ҳолат, чегаравий ҳолатнинг биринчи ва иккинчи гуруҳи, ишончлилик коэффициентлари.

Конструкциялар мустаҳкамлигини рухсат этилган кучланишлар усулларида ҳисоблаш.

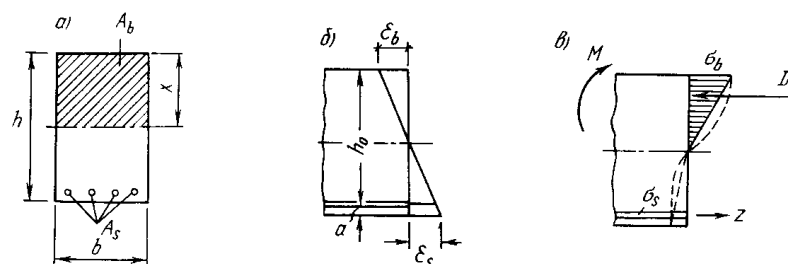
Рухсат этилган кучланишлар бўйича ҳисоблаш усули темирбетоннинг эластик материал сифатида ишлатилишига асосланади, бироқ темирбетоннинг асосий хоссалари ҳам қисман ҳисобга олинади. Кесим танланганда, бетон ва арматурадаги кучланиш рухсат этилган кучланишлардан ошмайдиган қилиб танланади.

Темирбетон эластиклик назариясининг асосий қоидалари қуйидагилардан иборат. Ҳисоб ишлари эгилишдаги кучланиш ҳолатининг II босқичи бўйича олиб борилади: сиқилиш зонасида кучланишлар эпюраси учбурчак шаклида деб фараз этилади, чўзилиш зонасида бетоннинг иши ҳисобга олинмайди, чўзувчи кучларни арматура қабул қилинади деб ҳисобланади (13–расм). (2)

Ясси кесимлар фарази (гипотезаси) ўз кучига эга деб қаралади. Бунинг натижасида кўндаланг кучлар, бетоннинг бир жинсли эмаслиги, турли эластиклик хоссаларига эга бўлган ашёларнинг мавжудлиги, бетоннинг киришиши, чўзилиш зонасида ёриқларни ҳосил бўлиши сингари қатор таъсирлар остида кесимнинг қийшайиши эътиборга олинмайди. Кучланишнинг қандай бўлишидан қатъий назар сиқилиш зонасида бетоннинг эластиклик модули ўзгармас деб олинади, ҳисоб ишларида бетоннинг маълум синфи учун ўзгармас бўлган меъёр сон $\alpha = E_s/E_b$ қўлланилади.

Кучланишларни аниқлашда деформация кучланишига тўғри мутаносиб деб саналади, яъни Гук қонунига амал қилади. Бироқ, сиқилиш ва чўзилиш зоналари учун ўзига мос эластиклик модуллари олинади.

Темирбетон элементларида материаллар қаршилиги формулаларини қўллаш учун, унинг кесимини статик жиҳатдан тенг кучли бўлган бир жинсли тизимга келтирилади. Бетон ва арматурани биргаликда ишлаши, улар орасидаги бирикув (сцепления)нинг мавжудлиги туфайли арматура билан бетоннинг деформацияси бир хил бўлади, яъни $\varepsilon_s = \varepsilon_b$; шунга кўра $\sigma_s/E_s = \sigma_b/E_b$, бунда $\sigma_s = E_s \sigma_b/E_b = \alpha \sigma_b$. (1)



13– расм. Эгилишдаги кучланиш деформацияланиш ҳолати: а–кесимни Арматуралаш; б–деформациялар эпюраси; в–кучланишлар эпюраси

Бунинг маъноси шуки, арматура кесимининг ҳар бир юза бирлигига шартли равишда бетон юзининг « α » та бирлиги мос келади.

Рухсат этилган кучланиш усули талайгина жиддий камчиликларга эга. Биринчидан, II босқичда бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланишлар эпюраси аслида учбурчак эмас, эгри чизиқли шаклга эга. Иккинчидан, α сонининг қиймати доимий эмас, у бетондаги кучланиш миқдори, бетоннинг таркиби, ёши, иқлимий шароити ва бошқа омилларга боғлиқ.

Ҳисобий қийматларни тажриба қийматлари билан таққослаш шуни кўрсатадики, темирбетон арматурасининг элементларида вужудга келадиган ҳисобий кучланиш амалий кучланишдан ҳамма вақт катта бўлади; бу эса пўлатни ортиқча сарфлашга олиб келади. Бунда α сонини ўзгариши арматурадаги кучланиш миқдорига кам таъсир этади. Бетондаги кучланиш эса α сонининг қабул қилинган миқдорига қараб, ҳақиқий қийматдан катта ёки кичик бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, бу усул, бир томондан, бетон ва арматурадаги кучланишнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш, иккинчи томондан, конструкцияларни олдиндан белгиланган мустаҳкамлик заҳираси бўйича лойиҳалаш имкониятини бермайди. Шу билан бирга, тажрибалар эластиклик назария жуда мустаҳкам бетон ва арматураларга тўғри келмаслигини кўрсатди. (4)

Конструкциялар мустаҳкамлигини синдирувчи куч усулларида ҳисоблаш. Мазкур усулнинг ана шу камчиликлари темирбетон элементларини ҳисоблашнинг мукамалроқ усулини яратиш заруратини уйғотади. Бузувчи зўриқишлар усули шу тарика дунёга келади. Усулнинг заминиди қуйидаги қоидалар ётади:

1. Ҳисоб ишлари кучланиш ҳолатларининг учинчи яъни бузилиш босқичи асосида бажарилади. Ҳисоблаш формулаларида бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси ва пўлатнинг оқиш чегарасидан фойдаланилади. Бетон чўзилиш зонасида ишламайди деб қаралади.

2. Бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланишлар эпюраси тўғри тўртбурчак шаклида қабул қилинади, аслида эпюра эгри чизиқли бўлади. Бу ҳисоб аниқлигига кўп таъсир этмайди (2% дан кам), формулани анча соддалаштиради. (5)

3. Ана шунга асосланган ҳолда, элементнинг бузилиши олдидаги мувозанат шартидан фойдаланиб, бузувчи зўриқишлар аниқланади. Элементга таъсир этадиган куч рухсат этилган зўриқишдан катта бўлмаслиги керак.

Рухсат этилган зўриқиш бузувчи зўриқиш (куч)ни мустаҳкамлик заҳираси коэффицентига бўлиш орқали аниқланади, яъни $M \leq M_u/K$, $N \leq N_u/K$. Бу ерда M_u ва N_u – бузувчи момент ва бўйлама куч, K –мустаҳкамлик заҳираси (запаси) коэффиценти бўлиб, қиймати 1,2..1,8 оралиғида олинади. Бу усулда ташқи юклар таъсирида бетон ва арматураларда уйғонадиган кучланишларнинг қийматлари номаълум бўлиб қолади, бироқ, мустаҳкамлик заҳираси коэффиценти маълум бўлади, бунинг аҳамияти муҳимроқдир. Ясси кесимлар фарази, материалларнинг эластиклик модули ва сонига бўлган эҳтиёж йўқолади.

Бузувчи зўриқишлар усулида темирбетоннинг эластик–пластик хоссалари, юк остида элементнинг ишлаш ҳолати тўғрироқ ҳисобга олинади. Арматура ишидан тўлароқ фойдаланиш эвазига, рухсат этилган кучланишлар усулидагига нисбатан, анчагина металл тежалади.

Ягона мустаҳкамлик заҳираси коэффицентини қўллаш туфайли юклар ва материаллар мустаҳкамлигининг ўзгарувчанлигини эътиборга олиш имкониятининг йўқлиги усулнинг камчилигидир.

Чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш. 1955 йилдан бери темирбетон конструкциялари шу усул билан ҳисобланади. Чегаравий ҳолатлар усули бузувчи кучлар усулининг такомиллашган варианты ҳисобланади. Бу усулга кўра конструкция мустаҳкамлиги бир эмас, бир неча коэффицентлар орқали ҳисобланади. Мазкур усул бўйича ҳисобланган конструкциялар бирмунча тежамли бўлади.

Конструкцияларни бу усул бўйича ҳисобланганда, уларнинг чегаравий ҳолатлари аниқланади. Конструкция элементлари ташқи кучларга қаршилик кўрсата олмай қоладиган ҳолат – чегаравий ҳолат деб аталади. (2)

Чегаравий ҳолатлар икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳ бўйича элементлар мустаҳкамлик, устиворлик, чидамлилик, совуқбардошлилик ва ҳоказоларга ҳисобланади. Иккинчи гуруҳ бўйича конструкциялар бикирлик ва ёриқбардошлиликка ҳисобланади.

Чегаравий ҳолатлар усулида қуйидаги коэффицентлар қўлланилади:

- 1) юкларга доир ишончлилик коэффиценти γ_{if} ;
- 2) бетонга доир ишончлилик коэффиценти γ_{bc} ва γ_{bt} ;
- 3) арматурага доир ишончлилик коэффиценти γ_s ;
- 4) бетоннинг ва арматуранинг иш шароити коэффиценти γ_{bi} , γ_{si} ;
- 5) юкларнинг уйғунлашуви бўйича ишончлилик коэффиценти γ_{ic} .

Чегаравий ҳолатларни биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш орқали конструкциялар бузилишининг (мустаҳкамликка ҳисоблаш), конструкция шакли устиворлиги йўқолишининг (устиворликка ҳисоблаш), чарчаш натижасида бузилишининг, кўп қарра такрорланувчи юклар

таъсирида бузилишининг, куч омиллари ҳамда ноқулай ташқи муҳитни (кетма–кет музлаш эриш, намиқиш, қуриш ҳолатини ўзгариши) зарарли таъсири остида бузилишининг олди олинади.

Чегаравий ҳолатлар усулида ҳисоблаш йўли билан конструкциянинг бутун хизмати давомида, шунингдек тайёрлаш, ташиш ва ўрнатиш даврида юк кўтариш бўйича чегарадан чиқиб кетмаслиги таъминланади. Чегаравий ҳолатлар биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш ғоясини қуйидаги тенгсизлик орқали ифодаласа бўлади:

$$\sum N_n \gamma_f \gamma_{lc} \leq \Phi [S; R_n \gamma / \gamma_m \gamma_n]. \quad (33)$$

(33) ифоданинг чап қисми ҳисобий зўриқиш бўлиб, ҳисобий юк ва турли таъсирларнинг энг ноқулай комбинацияларида ҳосил бўлган максимал зўриқишни ифодалайди. Бу зўриқишнинг қиймати меъёрий юклардан ҳосил бўлган зўриқиш N_{ni} дан ташқари, юкнинг ўзгарувчанлигини эътиборга олувчи юк бўйича ишончлилик коэффициенти γ_{fa} , вазифаси бўйича ишончлилик коэффициенти γ_n га ва (конструкцияни реал юкланиш шароитини эътиборга олувчи) юкларни уйғунлашуви коэффициенти γ_{lc} га боғлиқдир. Табиийки, ҳисобий зўриқиш кесимнинг юк кўтариш қобилияти Φ дан ортиб кетмаслиги керак. Φ нинг ўзи материалнинг меъёрий қаршилиги R_m ; материаллар бўйича ишончлилик коэффициенти γ_m ; материал ва конструкцияларнинг ишлаш шароити коэффициенти γ_i ; юк кўтариш қобилиятига таъсир этувчи, геометрик ва бошқа омилларга боғлиқ бўлган S параметрига боғлиқ миқдордир.

Чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича бажариладиган ҳисоблар конструкциянинг меъёридан ортиқча деформацияланиши (солқилик, бурилиш бурчаклари) ва тебранишларни олдини олади, ёриқларнинг пайдо бўлиши, ривожланиши ва ёпилишини тартибга солади. (8)

Иккинчи гуруҳ бўйича эгилишга ҳисоблаганда, меъёрий юклардан ҳосил бўлган эгилиш Δ меъёردа кўрсатилган рухсат этилган f дан ортиб кетмаслиги керак.

$$\Delta \leq f / \gamma_n. \quad (34)$$

Бундан ташқари темирбетон конструкциялар уларнинг ёриқбардошлигига қўйиладиган талабларга мувофиқ ёриқлар пайдо бўлишига ҳисобланади.

$$T \leq T_{cr}. \quad (35)$$

Ёки ёриқлар очилишига

$$a_{cr} \leq [a_{cr}]. \quad (36)$$

Конструкцияларни чегаравий ҳолатнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш уларнинг ҳамма босқичида (тайёрлаш, ташиш, монтаж қилиш ёки қуриш ва фойдаланиш (эксплуатация қилиш)) олиб борилади.

Назорат саволлари

- Конструкцияларни рухсат этилган кучланиш бўйича ҳисоблаш усули.
- Конструкцияларни синдирувчи куч бўйича ҳисоблаш усули
- Конструкцияларни чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблаш усули
- Конструкциянинг чегара ҳолати нима?
- Конструкциялар биринчи гуруҳ чегара ҳолати бўйича қандай ҳисобланади?
- Конструкциялар иккинчи гуруҳ чегара ҳолати бўйича қандай ҳисобланади?
- Материалларнинг ишончлилик коэффициентлари нима учун киритилади ва уларнинг бетон ва арматура учун аҳамияти қандай?

Маъруза 9. Эгилувчи темирбетон элементлар. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш асослари (2 соат)

Режа

- Эгилувчи темирбетон элементларни лойиҳалашнинг ўзига хос - хусусиятлари
- Плиталар ва уларни лойиҳалаш

- Тўсинлар ва уларни лойиҳалаш
- Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементларини лойиҳалаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

плиталар, плиталарнинг кўндаланг кесимлари, йиғма, йиғма–яхлит ва яхлит плиталар, контури бўйлаб тиралган плиталар, тўсинлар, уларнинг кўндаланг кесимлари, бўйлама ва кўндаланг арматуралар, ишчи, монтаж арматуралар, тўғри тўртбурчакли, тавр, қўштавр кесимли, релс кўринишидаги, П–шаклидаги, трапеция кўринишидаги кесимли олдиндан зўриктирилган тўсинлар, арматураларнинг жойлашиш схемаси. (6)

Эгилувчи темирбетон элементларни лойиҳалашнинг ўзига хос–хусусиятлари. Темирбетонли эгилувчи элементлар плита ва тўсин кўринишида қўлланилади. Булар мураккаб конструкциялар ва иншоотларнинг таркибига ёки алоҳида ҳолда ҳам учраши мумкин: масалан, қовурғали ёпмалар (14–расм), иншоотларнинг каркаслари ва б.

Қалинлиги h_s узунлиги l ва эни b_s дан анча кичик бўлган ясси элементларга – **плиталар**, узунлиги l кўндаланг кесимлари h ва b дан бир неча бор катта бўлган чизиқли элементлар эса **тўсинлар** дейилади.

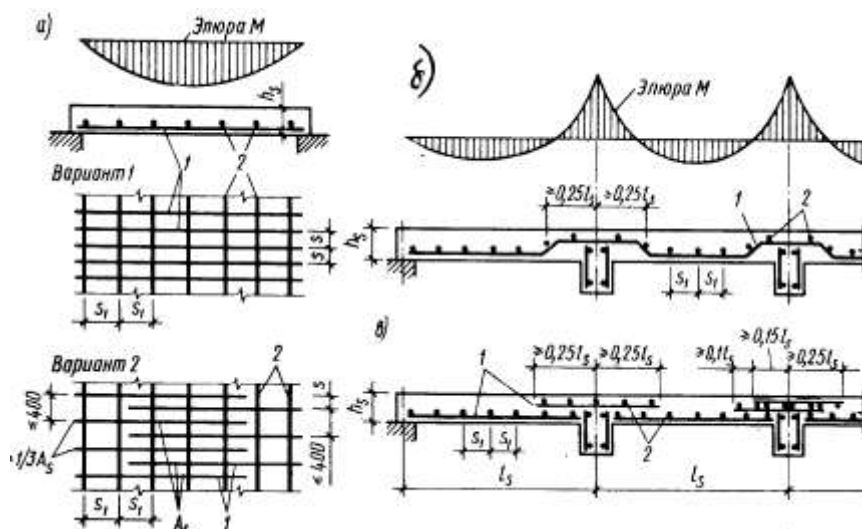
Плиталар ва уларни лойиҳалаш. Плиталар яхлит, текис ва қовурғали бўлади; оралиқлари сонига қараб – бир оралиқли (14– расм, а) ва кўп оралиқли (14–расм, б); тайёрлаш усулига қараб – йиғма, монолит ва йиғма – монолит бўлиши мумкин.

Плиталар ўзаро тик стерженлардан ташкил топган тўрлар билан арматураланади. Агар ишчи арматура фақат бир йўналишга керак бўлса, у ҳолда иккинчи йўналишдаги арматура зўриқишларни тақсимлаш ва бўйлама арматураларни ўзаро боғлаш вазифасини ўтайди. Бу арматура бетоннинг ҳарорат таъсирида ва киришиши натижасида вужудга келадиган деформацияни жиловлайди, ташишда қулайлик туғдирадиган тўр ҳосил қилади.

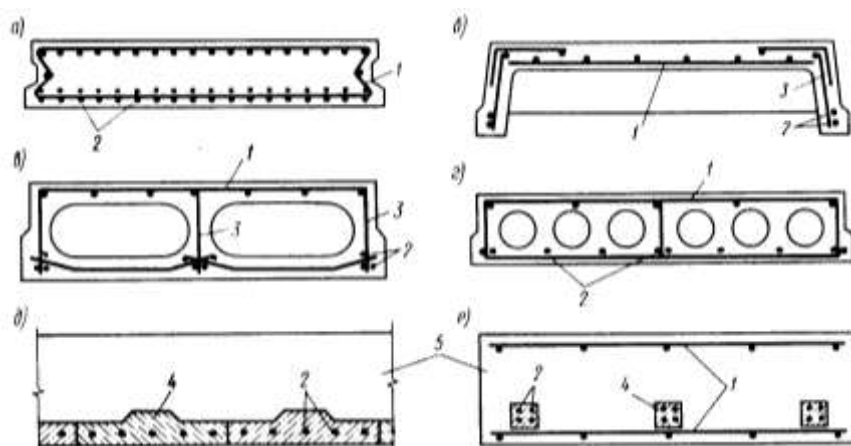
Яхлит плиталарнинг қалинлиги одатда $h = 50 \dots 100$ мм олинади. Катта оралиқнинг кичик оралиққа нисбати $l_2/l_1 > 3$ бўлган тўсинсимон плиталарда, шунингдек ўлчамлар нисбатидан қатъиназар, контур бўйлаб таянган плиталарда, биринчи ҳолда ишчи арматура l_1 оралиқ бўйлаб, иккинчи ҳолда – плитанинг таяниш чизиғига тик равишда қўйилади. Икки йўналишда эгиладиган плиталарда ишчи арматура ҳар иккала йўналишда жойлаштирилади. (2)

Тўсинсимон плиталарнинг ишчи арматуралари унинг чўзилувчи сиртига яқин жойлаштирилиши зарур; бунда, албатта, талаб этилган ҳимоя қатлами қолдирилади. Эркин таянган плиталарда арматура тўри фақат пастки чўзилиш зонасига, кўп оралиқли узлуксиз плиталарда эса, эгувчи моментлар эпюрасига мувофиқ равишда, таянчлар оралиғида пастки ва таянч устида эса устки чўзилиш зонасига жойланади.

Плиталарнинг ҳисобий узунликлари: қовурғали монолит плиталарда – очик оралиқ узунлигига тенг бўлади, эркин таянган плиталарда – очик оралиқ узунлигига плита қалинлигини қўшиб олинади. Плиталарда ишчи арматуралар диаметри 5–12 мм, монтаж арматураларники эса 4–8 мм олиниши мумкин. Ишчи арматуранинг умумий юзаси ҳисоб асосида белгиланади; монтаж арматурасининг юзаси конструктив равишда қабул қилинади; бу юза энг катта момент ҳосил бўладиган кесимдаги ишчи арматура юзасининг 10 % идан кам бўлмаслиги лозим.



14-расм. Плиталарни арматуралаш: а – бир ораликли; б – узлуксиз арматураланган кўп ораликли; в – худди шундай, узлукли арматураланган; 1 – ишчи стерженлар; 2– монтаж стерженлари



15-расм. Йиғма, йиғма-монолит плиталарнинг кўндаланг кесимлари: 1 – пайвандланган тўр; 2 – ишчи арматура; 3 – ясси каркаслар; 4 – йиғма элементлар; 5 – монолит бетон

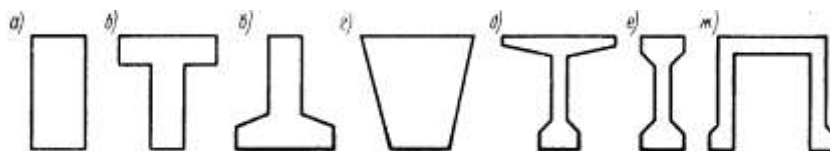
Ишчи стерженлар орасидаги масофа плитанинг ўрта қисмида ва таянч устида, плита қалинлиги $h_n \leq 150$ мм бўлса, кўпи билан 200 мм; агар $h_n > 150$ мм бўлса, кўпи билан $1,5h_n$ олинади. Стерженлар оралиғи қолган участкаларда 350 мм дан ортмаслиги керак. Таксимловчи арматуралар оралиғи ҳам кўпи билан 350 мм олинади. Плиталарни ўрама ёки текис кўринишда тайёрланган стандарт пайванд симтўрлар билан арматуралаш мақсадга мувофиқдир. Бундай симтўрлар диаметри 3–5 мм бўлган оддий арматурабоп симлардан ёки диаметри 6–10 мм бўлган А – III синфли даврий профили пўлатдан ишланади. Пўлатни тежаш мақсадида ишчи стерженларнинг бир қисми, таянчгача етказилмай, эгувчи моментлар эпюрасига мувофиқ равишда, ораликда узиб қўйилиши мумкин. Таянчгача етказиладиган стерженларнинг кесим юзаси энг катта мусбат эгувчи моментга мос бўлган кесимдаги арматуралар кесим юзасининг $1/3$ қисмидан кам бўлмаслиги керак. (1)

Тўсинлар ва уларни лойиҳалаш. Темирбетон тўсинларнинг кўндаланг кесимлари турли шаклларга эга бўлиши мумкин. Булар ичида энг кўп тарқалганлари тўғри тўртбурчак (16-расм, а), токчаси юқорида жойлашган тавр (16-расм, б) ва кўштавр (16-расм, в) шаклли кесимлардир. Шулар билан бир қаторда токчаси пастда жойлашган тавр (16-расм, г), трапециясимон (16-расм, д), ичи бўш (16-расм, е) ва бошқача шаклли кесимлар ҳам қўлланади. Тавр шаклли кесимлар алоҳида тўсинларда ҳам, қовурғали монолит ёпмаларда ҳам учрайди (16-расм, ж).

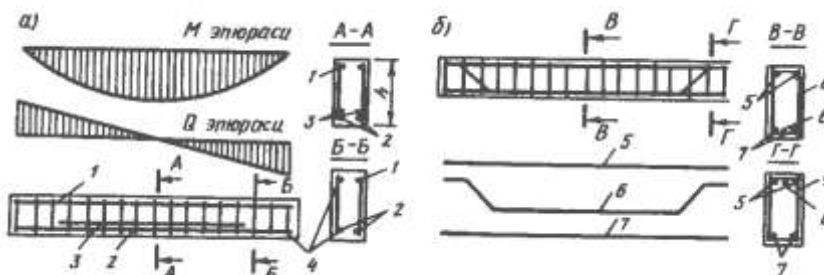
Кўндаланг кесимлар баландлиги одатда тўсин узунлигининг $1/10 - 1/20$ қисмини, кенглиги эса баландликнинг $1/2 - 1/4$ қисмини ташкил этади. Кўндаланг кесим ўлчамларини бирхиллаштириш мақсадида тўсиннинг баландлиги (агар $h < 500$ мм бўлса) 50 мм ва ($h > 500$ мм бўлса) 100 мм га каррали қилиб олинади; тўсиннинг кенглиги 100, 120, 150, 180, 200, 250 мм, давоми 50 мм га каррали бўлади.

Бўйлама ишчи арматура, озгина ҳимоя қатлами қолдирилган ҳолда, тўсиннинг чўзилиш зонасига жойланади. Қия кесимларда қаршилиқни ошириш мақсадида кўндаланг арматуралар ўрнатилади. Бундан ташқари, кўндаланг арматурани маҳкамлаш ва фазовий каркас ҳосил қилиш учун тўсиннинг сиқилиш зонасига монтаж арматураси қўйилади. (4)

Тўсинлар асосан пайвандланган каркаслар билан (17-расм, а), баъзи ҳолларда тўқима каркаслар билан (17-расм, б) арматураланади. Пайванд тўрлардаги чўзиловчи стерженлар 2 таянчга қадар олиб борилади, 3 стержен ораликда узиб қўйилади. Монтаж стерженлари 1 ва кўндаланг 4 стерженлар қирқувчи кучларни қабул қилади. Тўқима каркасдаги бўйлама чўзиловчи стержен 7 ҳам таянчга қадар мўлжалланган, 6 – букилган стержен, 5 – монтаж стержени, 8 – очик хомут, 9 – ёпик хомут ҳам каркас ҳосил қилиш учун ишлатилади.



16–расм. Темирбетон тўсинларнинг кўндаланг кесим юзалари



17–расм. Бир ораликли тўсинларни арматуралаш. а – пайванд каркаслар; б – тўкима каркаслар.

Тўсин кесимидаги ясси пайванд тўрларнинг сони турлича бўлиши мумкин. Тўсин кесимининг кенглиги 100 –150 мм бўлса – битта, кенглик каттароқ бўлса – иккита ва ундан ортиқ тўр ўрнатилади. Пўлатни тежаш мақсадида ишчи бўйлама арматураларнинг бир қисми таянчларгача етказилмай, ораликда узиб қўйилиши мумкин. Бу иш ҳисобларга асосланган ҳолда амалга оширилади. Бироқ (тўсиннинг кенглиги 150 мм ва ундан ортиқ бўлса) камида икки стержен таянчга қадар давом эттирилиши зарур. Алоҳида ясси тўрлар стерженлар ёрдамида бирлаштирилиб, фазовий каркас ҳосил қилинади. (3)

Тўсинлар тўкима каркаслар билан арматураланса, кўндаланг кучларни қабул қилиш учун хомутлар ўрнатилади. Агар сиқилиш зонасидаги бўйлама стерженлар иккитадан ортмаса – очик хомут, иккитадан ортса ва ҳисоб бўйича сиқилиш зонасига арматура қўйилиши лозим бўлса – ёпик хомут қўйилади. Тўсиннинг кенглиги 350 мм дан катта бўлса, тўрт симли хомут қўйиш тавсия этилади; бундай хомут иккита икки симли хомутдан ташкил топади.

Тўкима каркасларда бўйлама ишчи арматуранинг бир қисмини таянч яқинида букиб, сиқилиш зонасига киритиб қўйиш мақсадга мувофиқдир (17– расм, б). Тўсиннинг бу қисмида чўзилувчи арматура камроқ талаб этилади, бироқ кўндаланг кучларни (бош чўзувчи кучланишларни) қабул қилиш учун кўпроқ арматура талаб этилади. Букмалар асосан 45° бурчак остида ўтказилади, бироқ баланд тўсинларда (баландлиги 800 мм дан ортиқ бўлса) букилиш бурчагини 60° га қадар ошириш, баландлиги паст бўлган тўсинларда 30° га қадар камайтириш мумкин.

Ишчи бўйлама арматуранинг диаметри 10–40 мм оралиғида олиниши зарур. Тўкима каркас хомутларининг диаметри тўсин кесимининг баландлиги 800 мм гача бўлса – камида 6 мм, 800 мм дан ортиқ бўлса – камида 8 мм олинади. Монтаж арматурасининг диаметрини 10–12 мм олса бўлади.

Тўсин кесимининг баландлиги 700 мм дан катта бўлса, тўсиннинг иккала ён сирти яқинига ҳар 400 мм ораликда диаметри 10–12 мм бўлган бўйлама стерженлар ўрнатиш тавсия этилади. Бу стерженлар кесимларининг йиғинди юзаси тўсин қовурғаси кесим юзасининг 0,1 % идан кам бўлмаслиги керак. Тавр кесимли баъзи тўсинларда пайвандланган каркаслар билан бир қаторда тоқчаларни арматуралаш учун пайванд тўрлари ишлатилади. (5)

Бетон ётқизиш ва зичлаштиришни қулайлаштириш учун, шунингдек арматура билан бетон орасидаги ёпишув ишончлироқ бўлиши учун бўйлама стерженлар орасидаги масофа арматура диаметридан кичик бўлмаслиги ҳамда пастки арматуралар оралиғи 25 мм дан, устки арматуралар оралиғи 30 мм дан кам бўлмаслиги лозим. Арматуралар кесим баландлиги бўйича икки қатордан ортиқ бўлса, бўйлама стерженлар орасидаги масофа горизонтал йўналишда 50 мм дан кам бўлмаслиги керак.

Хомутлар орасидаги масофа тўсин кесимининг баландлиги $h < 450$ мм бўлса, $1/2h$ ёки кўпи билан 150 мм; агар кесим баландлиги 450 мм дан катта бўлса, $1/3h$ ёки кўпи билан 300 мм олинади. Бу талаб таянчларга яқин участкалар учун тааллуқлидир. Тўсинга текис ёйиқ куч қўйилган бўлса, таянч олди участкаси $1/4$ деб, агар йиғиқ кучлар қўйилган бўлса, таянчдан биринчи йиғиқ кучгача бўлган масофа қабул қилинади. Тўсиннинг қолган қисмларида хомутлар

орасидаги масофа $3/4h$ гача оширилиши мумкин, лекин хомут масофаси 500 мм дан ошмаслиги керак.

Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементларини лойиҳалаш. Олдиндан зўриктирилган элементлар учун арматура пўлатлари конструкция тури, бетон синфи, таъсир этувчи кучларнинг тавсифи (характери), атроф муҳитнинг ҳарорати ва зарарлилиги, ишлаш шароити ва бошқа омилларга боғлиқ ҳолда танланади. Иложи борица мустаҳкамлиги юқорирок бўлган арматура танлашга ҳаракат қилиш керак, бетоннинг синфи конструкциянинг тури, бетоннинг хили, тарангланган арматурани синфи ва диаметри, анкерининг бор–йўқлигига қараб белгиланади. (7)

Элементлари диаметри 5 мм гача бўлган Вр–II синфли сим билан анкерсиз арматураланса, бетоннинг синфи В20 дан, диаметри 6 мм ва ундан ортиқ бўлса – В30 дан кам бўлмаслиги лозим. К–7 ва К–19 синфли арқонсимон арматура қўлланган элементлардаги бетоннинг синфи камида В30 олинади. Агар А–V (Ат–IV) ва Ат–IV синфли стерженли анкерсиз арматура ишлатилса, арматура диаметри 18 мм гача бўлганда бетон синфи камида В20 ва В30, арматура диаметри 20 мм ва ундан ортиқ бўлганда В25 ва В30 дан кам бўлмаслиги керак.

Тарангланган арматурани бетонга яхши бирикуви ва зўриқишларнинг бетонга узатилишини таъминлаш мақсадида арматурани учига анкер деб аталган махсус маҳкамловчи мослама ўрнатилади. Арматурани тиргакларга тираб таранглаганда, агар арматура билан бетон ўзича пухта бирикса, масалан, арматура даврий профилли пўлатдан ёки сим арқонлар (канат)дан ташкил топган бўлса, анкер ускуналамаса ҳам бўлади. Бироқ, бунинг учун бетон юқори даражада мустаҳкам бўлиши, бундан ташқари, махсус конструктив чоралар қўлланган (қўшимча кўндаланг арматуралар ўрнатиш, химоя қатламининг қалинлиги оширилган) бўлиши лозим. (1)

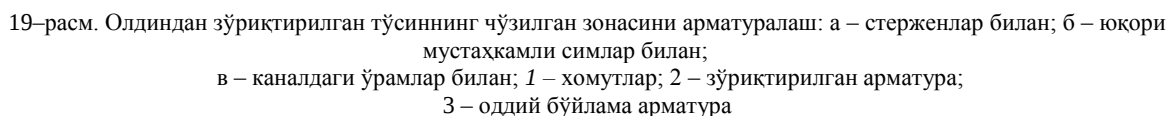
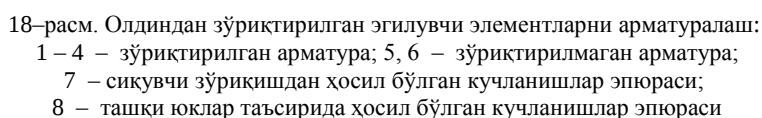
Айлана кесимли конструкциялар (резервуарлар, қувурлар ва ҳ.к.) ўта мустаҳкам сим билан узлуксиз равишда арматураланса, симнинг бир учи ўрама спирал остига маҳкамланади ва иккинчи учи сиқувчи болтга ўралиб, бетонда қолдирилган металл тахтакачларга бураб тигизланади.

Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкцияларда тарангланган арматура таъсир этувчи кучга қараб жойлаштирилади. Марказий чўзиладиган элементларда (фермаларнинг пастки тасмалари, тортқичлар ва ҳ.к.) тарангланган арматура кесим бўйлаб бир текисда жойлаштирилади, резервуар ва қувурларнинг деворлари махсус машиналар ёрдамида ўта мустаҳкам сим билан арматураланади ёки ҳалқа симлар ўралиб, домкрат ёки тортувчи муфталар ёрдамида тарангланади.

Эгилувчи номарказий чўзилувчи ва елкаси катта бўлган номарказий сиқилувчи элементларнинг кесими қўштавр, тавр ва қутисимон шаклларда лойиҳаланади. Эгилувчи элементларда тарангланган асосий арматурани чўзилиш зонасига жойланади, баъзан кесим юзаси $A_{sp}=(0.15...25) A_s$ бўлган тарангланган арматура сиқилиш зонасига ҳам ўрнатилади (18–расм, а–в). Тарангланган арматурани сиқилиш зонасига жойлашдан мақсади шуки, у номарказий сиқилган (тайёрлаш жараёнида) бетонни ёрилишдан асрайди, чунки эгилувчи тўсиннинг сиқилиш зонаси бундай пайтда чўзилишга ишлай бошлайди ва тўсинда ёрилиш ҳавфи пайдо бўлади. (2)

18–расм, г да сиқувчи куч ва ташқи ёйиқ ва юк таъсирида тўсинда вужудга келадиган кучланишлар эпюраси тасвирланган; бу ерда елка I_{op} ўзгармас бўлиб, кучланиш моментлар эпюрасига мувофиқ равишда парабола бўйича ўзгаради. Эпюраларнинг алгебраик йиғиндисини олганда (йиғинди эпюра 18–расм, г да штрихлаб кўрсатилган) тўсиннинг пастки қиррасидаги чўзувчи кучланишлар анча камаяди, агар сиқувчи куч P ва унинг елкаси тўғри танланса, ўша кучланиш бутунлай йўқолиши мумкин. Тўсиннинг таянч яқинидаги юқори қисмида сиқувчи P кучдан ҳосил бўлган чўзувчи кучланиш сақланиб қолади, тўсиннинг шу участкаси емирилиши ҳам мумкин, элемент учларидаги кучланишларнинг камайтириш мақсадида пастки тарангланган арматуранинг бир қисми букиб қўйилади (18–расм, а). Бунда елка e_{op} ҳамда сиқувчи куч P , демак, чўзувчи кучланиш ҳам элементнинг учи томон кичрайиб боради. Таянч яқинидаги оғма кесимида ҳосил бўладиган бош чўзувчи кучланишларни қабул қилишда ҳам тарангланган арматурани букиш фойдадан ҳоли эмас. (5)

Эгилувчи элементларга таъсир этувчи кўндаланг кучнинг қиймати салмоқли бўлса, тўсиннинг таянчга яқин қисмида зарурат бўлган ҳолда, бўйлама арматурадан ташқари кўндаланг арматура – хомутлар ҳам тарангланади. Таянч атрофида тўсиннинг икки ўқ йўналишида олдиндан зўриктирилиши оғма кесимлар бўйича ёрилишининг олдини олади.



Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни лойиҳалаш жараёнида куч кўп тушадиган айрим жойларини кучайтириш талаб этилади. Анкерлар ва тортиш мосламалари ўрнатилган жойлар ана шундай жойлардан саналиб, бу жойлар кўшимча қўндаланг арматура ёки металл тахтакач қўйиш ёки ўша участкада элемент кесимини катталаштириш йўли билан кучайтирилади.

- Плиталарга таъриф беринг.
- Плиталарда тўрлар қандай жойлаштирилади?
- Плиталар кўндаланг кесимлари қандай бўлади?
- Тўсинга таъриф беринг.
- Тўсинларда бўйлама ва кўндаланг арматуралар нимага хизмат қилади?
- Тўсинларни арматуралаш схемасини келтиринг.
- Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни лойиҳалаш схемалари.

Маъруза 10. Темирбетон элементларнинг нормал кесимлари бўйича мустаҳкамлиги. Тўғри тўртбурчак шаклидаги якка арматурали кесим мустаҳкамлиги (2 соат)

Режа

- Эгилувчи элементлар мустаҳкамлигини нормал кесимлар бўйича ҳисоблаш
- Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементлар
- Эгиладиган элементлар кўндаланг кесимидаги куч схемаси ва зўриқишлар эпюраси
- Арматуралаш фоизини белгилаш
- Тўғри тўртбурчакли кесимларни жадвал бўйича ҳисоблаш
- Эгилувчи элементлар мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схемалар

Таянч сўзлар ва иборалар:

нормал кесим, куч схемаси, зўриқишлар эпюраси, мувозанат тенгламаси, кесимни танлаш, синиш ҳоллари, кўтарувчанлик хусусияти, якка арматурали кесим, мустаҳкамлик шarti, нисбий баландлик, минимал, максимал ва оптимал арматуралаш фоизи, бетон ва арматура синфларини белгилаш.

Эгилувчи элементлар мустаҳкамлигини нормал кесимлар бўйича ҳисоблаш. Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти ниҳоясига етгач, у ё нормал ёки оғма кесим бўйича емирилади (20 – расм,б).

Нормал кесим бўйича емирилиш эгувчи момент таъсирида, оғма кесим бўйича эса кўндаланг куч таъсирида рўй беради. Меъёрида арматураланган темирбетон элементларнинг емирилиши чўзилувчи арматурадан бошланади. Арматурадаги кучланиш оқиш чегарасига етганда, бетоннинг сиқилиш зонаси баландлиги кескин кичраяди, бу эса бетоннинг емирилишига олиб келади. Чўзилувчи арматуралар сони кўп бўлган тўсинларда емирилиш сиқилиш зонасидаги бетондан бошланади, бунда арматурадаги кучланиш оқиш чегарасидан анча кичик бўлади; бу албатта тежамкорликка зиддир. (6)

Темирбетон тўсинлар бузилишидаги ана шу икки ҳолга мос равишда икки хил ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган:

а) биринчи усулга кўра ҳисоб нормал микдорда арматураланган темирбетон элементларнинг емирилиши чўзилувчи арматурадаги кучланиш ҳисобий қаршиликка етишганда рўй берадиган ҳол учун бажарилади;

б) иккинчи усулга кўра ҳисоб арматура микдори керагидан ортиқча бўлган элементларда емирилиш бетоннинг сиқилиш зонасидан бошланадиган ҳол учун амалга оширилади.

Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементлар. Бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланишлар эпюраси тўғри тўртбурчакли қилиб олинади (аслида эса эпюра эгри чизикли бўлади). Шунда ҳисоб анча соддалашади (20–расм, г).

Геометрик тавсифлар:

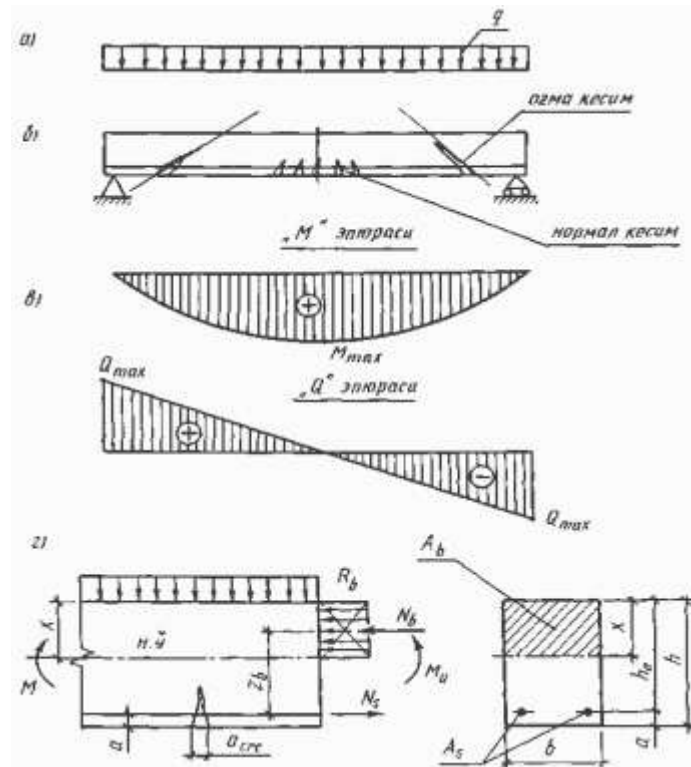
$$A_b = bX, \quad (34) \quad \text{ва} \quad Z_b = h_0 - 0,5X, \quad (37)$$

бунда h_0 – ишчи баландлик; a_s – ҳимоя қатлами.

Сиқилиш зонасининг баландлиги X ни аниклаш учун статиканинг мувозанат тенгламасини тузамиз:

$$R_s - R_b bX = 0, \quad (38)$$

Эгиладиган элементлар кўндаланг кесимидаги куч схемаси ва зўриқишлар эпюраси



20– расм. Эгилувчи элементни ҳисоблаш: а – ёйиқ юк, б – тўсин;
в – эпюралар; г – яқка арматурали элементни мустаҳкамликка ҳисоблаш

бу ерда

$$R_b b X = R_s A_s. \quad (39)$$

Бундан сиқилаётган зонанинг баландлиги X келиб чиқади

$$X = R_s A_s / R_b b. \quad (40)$$

Элемент учун мустаҳкамлик шarti куйидаги кўринишга эга:

$$M \leq N_b Z_b; \quad (41)$$

$$\text{бетон бўйича} \quad M \leq R_b b X (h_0 - 0,5 X); \quad (42)$$

$$\text{арматура бўйича} \quad M \leq N_s Z_b. \quad (43)$$

$$M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5 X), \quad (44)$$

Арматуралаш фоизини белгилаш. Агар $X = \xi h_0$ бўлса, унда $\xi h_0 = R_s A_s / R_b b$ бўлади. Бундан бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги: **(1)**

$$\xi = R_s A_s / R_b b h_0 = \mu R_s / R_b, \quad (45)$$

бу ерда $\mu = A_s / b h_0$ – арматуралаш коэффициенти; μ_{100} – арматуралаш фоизи.

(45) формуладан кўринадики, μ нинг ортиши билан ξ ҳам ортиб боради. Бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги чегаравий қийматини (45) формулага қўйиб, арматуралаш коэффициентининг энг катта қийматига эга бўламиз:

$$\mu_{\max} = \xi_R R_b / R_s, \quad (46)$$

бу ерда ξ_R — нисбий баландлик ξ нинг чегаравий қиймати.

(46) формуладан арматуралашнинг максимал қиймати бетон ва арматуранинг ҳисобий қаршиликларига боғлиқ эканлиги яққол кўриниб турибди.

Шу билан бирга, меъёрларда арматуралашнинг минимал қиймати ҳам белгилаб қўйилган. Эгилувчи стерженлар учун чўзилишга ишловчи арматуранинг минимал кесим юзаси $A_s = 0,0005bh_0$ қилиб белгиланган (b — тўғри тўртбурчакли кесимнинг эни). Агар элементнинг арматуралаш фоизи белгиланган минимумдан кичик бўлса, уни арматураланмаган бетон элемент сифатида ҳисоблаш лозим. (2)

Арматуралашнинг оптимал фоизи тўсинлар учун $\mu = 1 \dots 2 \%$, плиталар учун $\mu = 0,3 \dots 0,6 \%$.

Тўғри тўртбурчакли кесимларни жадвал бўйича ҳисоблаш. Амалда якка арматунали тўғри тўртбурчак кесимли элементлар жадвал ёрдамида ҳисобланади /2/. Бунинг учун (42) ва (44) формулаларга ўзгартириш киритамиз: $M \leq R_b b X (h_0 - 0,5X)$, агар $X = \xi h_0$ бўлса, $M \leq R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5\xi h_0)$ бўлади, h_0 ни қавсдан ташқарига чиқарамиз $M \leq R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5\xi)$; агар $\alpha_m = \xi (1 - 0,5\xi)$ белгиласак, $M \leq R_b b h_0^2 \alpha_m$ келиб чиқади. Бу ердан

$$\alpha_m = M / R_b b h_0^2. \quad (47)$$

Шу ишни арматура учун ҳам такрорлаймиз. $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5X)$, $X = \xi h_0$ ни билган ҳолда $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5\xi h_0)$ дан h_0 ни қавсдан ташқарига чиқарамиз:

$$M \leq R_s A_s h_0 (1 - 0,5\xi). \quad (48)$$

Агар $1 - 0,5\xi = \zeta$ деб белгиласак, $M \leq R_s A_s h_0 \zeta$ келиб чиқади. Бу тенгламадан арматуранинг юзасини топамиз:

$$A_s = M / R_s h_0 \zeta. \quad (49)$$

Агар тўғри тўртбурчакли кесимнинг ўлчамлари маълум бўлса, α_m орқали жадвалдан ζ коэффициент аниқланади, сўнгра (49) формуладан арматура юзаси A_s топилади. (20–расм).

Бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги $\xi = X/h_0$. ξ нинг чегаравий қиймати ξ_R тарзида ифодаланади. $\xi = \xi_R$ бўлганда элемент чегаравий ҳолатда бўлиб, арматурадаги кучланиш R_s га тенглашади. (3)

Табиийки, ξ_R нинг чегаравий қиймати ва шунга мос чегаравий арматуралаш мавжуд, бу чегарадан ўтгач, емирилиш чўзилган арматурадан эмас, балки сиқилган бетондан бошланади. Ҳисобнинг биринчи ва иккинчи ҳоллари орасидаги чегара ҳам ана шундан иборатдир (20– расм). Шундай қилиб, агар $\xi = X/h_0 \leq \xi_R$ бўлса, элементлар биринчи ҳолнинг формулалари (39) ва (49) асосида ҳисобланади. Агар $\xi > \xi_R$ бўлса, ҳисоб иккинчи ҳол формулалари бўйича амалга оширилади. Тажрибаларнинг кўрсатишича ξ_R нинг қиймати бетон ва арматуранинг хоссаларига боғлиқ бўлади.

Бетоннинг мустаҳкамлиги ортган сари, унинг қайишқоклиги пасайиши ҳисобига, бетоннинг сиқилиш зонасида фурсатидан илгарироқ мўрт емирилиш содир бўлади, бу эса ξ_R нинг камайишига олиб келади. Тажрибаларнинг кўрсатишича, бетон ва арматуранинг мустаҳкамлиги ортган сари ξ_R нинг қиймати камая боради. Демак, кесимнинг сиқилиш зонаси кичрая боради. ξ_R (31) формуладан топилади.

Конструкцияларни ҳисоблашда уларнинг энг тежамкор ва арзон нусхаларини танлашга интилмоқ зарур. Тажрибаларнинг кўрсатишича, тўсинларда $\xi = 0,2 \dots 0,3$ ва плиталарда $\xi = 0,1 \dots 0,25$ олинса, маблағ тежалади. (7)

Элемент якка тартибда арматураланганда, сиқилиш зонасидаги бетон бузилмаган ҳолда қабул қила оладиган моментнинг чегаравий қиймати қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$M_R = \alpha_R R_b b h_0^2, \quad (50)$$

$$\text{бу ерда} \quad \alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R). \quad (51)$$

Ҳисобнинг иккинчи ҳолида $\xi_R > \xi$, яъни элементнинг емирилиши сиқилиш зонасидан бошланади, деб олинади. Арматуралаш фоизини керагидан ортиқча олиш темирбетон элементларнинг мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширмайди. Бундай элементлар мустаҳкамлигини $X = \xi_R h_0$ деб олиб, (48) формула ёрдамида ҳисобласа бўлади. Ҳисобни янада аниқроқ бажариш мақсадида (39) ва (49) формулалардаги R_s ўрнига σ_s ни қўйиш тавсия этилади, чунки арматурадаги кучланиш сиқилиш зонасидаги бетоннинг барвақт емирилиши оқибатида ҳисобий қаршилик қийматига етиб бора олмайди.

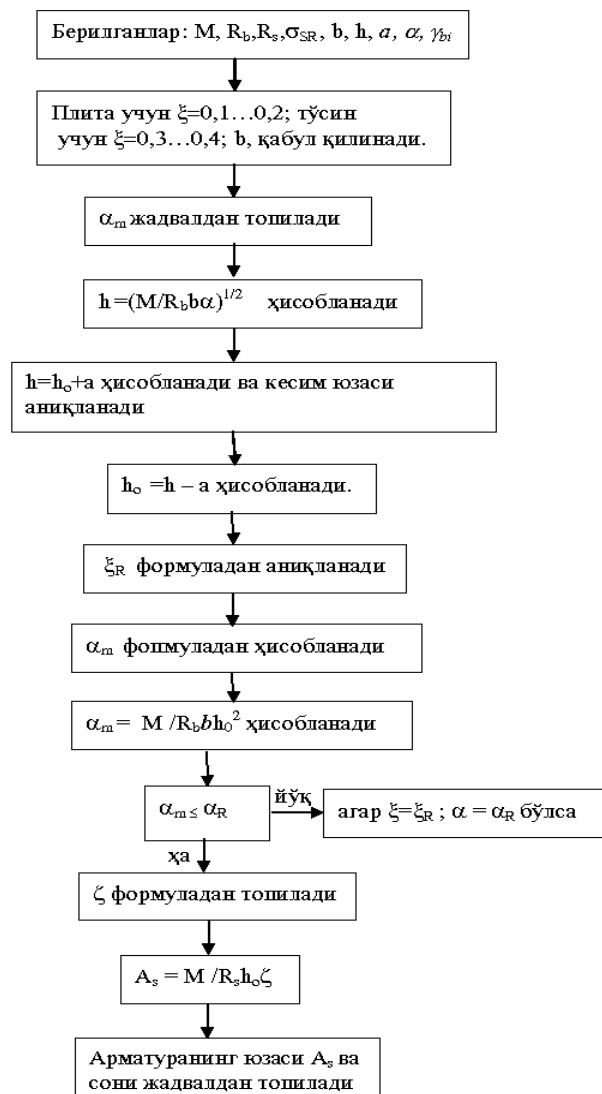
Ҳар бир i – қаторда жойлашган стержендаги кучланиш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{si} = [\sigma_{sc,u} / (1 - \omega / 1,1) (\omega / \xi_i - 1)], \quad (52)$$

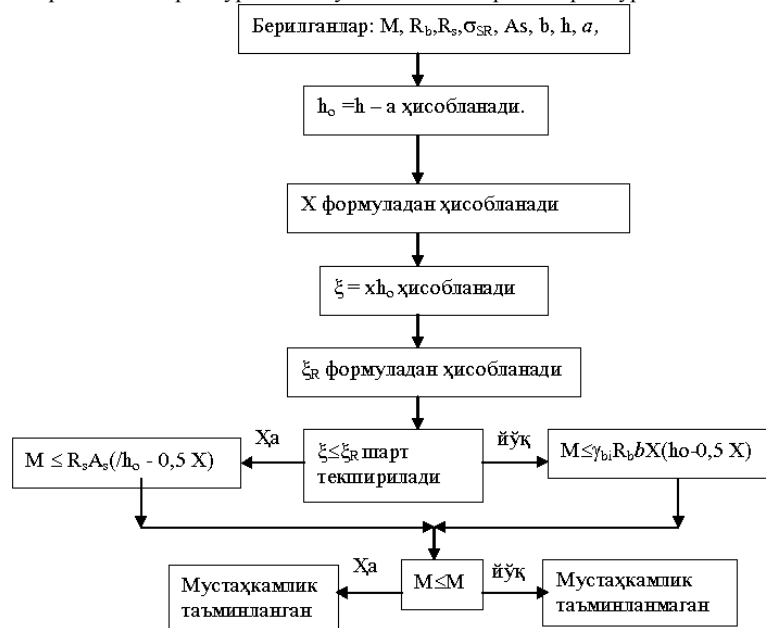
бу ерда $\xi_i = X / h_{oi}$, h_{oi} – энг сиқилган нуқтадан тегишли қатор арматурасининг оғирлик марказидан ўтувчи ўқкача бўлган масофа.

σ_{si} кучланишлари ҳар қандай ҳолда ҳам ҳисобий қаршиликлар R_s ва R_{sc} нинг абсолют қийматларидан ортиб кетмаслиги зарур. Бундай ҳолда ҳисоб мувозанат тенгламалари билан (52) формулани биргаликда ечиш орқали бажарилади. (8)

Эгилувчи элементлар мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схемалар



21–расм. Якка арматурали эгилувчи элементларнинг арматура юзасини топиш



22–расм. Эгилувчи элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Назорат саволлари

- Статиканинг кесимларни ҳисоблашда фойдаланадиган асосий шартлари қандай?
- Нормал кесим ҳисобий схемасини чизинг.
- Тўғри тўртбурчак шаклидаги якка арматура кесим учун асосий ҳисоблаш формулалари қандай кўринишга эга?
- Ҳисоблаш тартиби.
- Якка арматурали тўғри тўртбурчакли кесим кўтарувчанлик хусусияти қандай аниқланади?
- Арматуралаш фоизи нима дегани?
- Бетон ва арматура синфи қандай танланади?
- Нормал кесим мустаҳкамлиги қандай текширилади?

Маъруза 11. Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурали кесим мустаҳкамлиги (2 соат)

Режа

- Қўш арматурали тўғри тўртбурчакли кесим
- Кўндаланг кесимда куч схемаси ва зўриқиш эпюраси
- Арматура кесимининг юзасини аниқлаш
- Қўш арматурали тўғри тўртбурчакли кесим мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схема

Таянч сўзлар ва иборалар:

нормал кесим, куч схемаси, зўриқишлар эпюраси, мувозанат тенгламаси, мустаҳкамлик шarti, синиш ҳоллари, кўтарувчанлик хусусияти, нисбий баландлик.

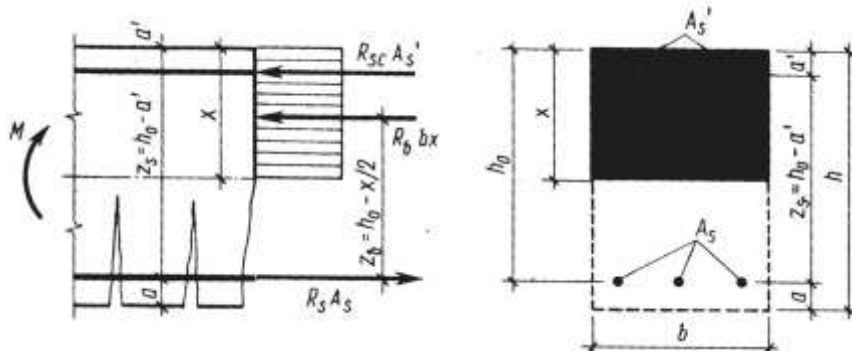
Қўш арматурали тўғри тўртбурчакли кесим. Бетоннинг сиқилиш зонасига арматура қўйиш кам фойда берада, баъзан шундай қилишга тўғри келади.

Сиқилиш зонасига арматура қуйидаги уч ҳолда қўйилади;

- 1) элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари чегараланган бўлса;
- 2) бетоннинг синфини ошириб бўлмаса;
- 3) элементга икки хил ишорали эгувчи моментлар таъсир этса.

Қўш арматурали кесимларни ҳисоблаш формулалари ҳам якка арматура кесимлар учун берилган формулалар каби тузилади (20 – расм). Агар якка арматура қўйганда $X > \xi_R h_0$ бўлса, у ҳолда сиқилиш зонасига ҳисоб бўйича арматура қўйиш лозим бўлади. Сиқилиш зонасидаги арматура қабармаслиги учун, ҳар 50 см масофага хомутлар қўйилади (23–расм). (2)

Кўндаланг кесимда куч схемаси ва зўриқиш эпюраси



23–расм. Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурили кесимнинг ҳисоблаш схемаси

Арматура кесимининг юзасини аниқлаш. Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурили кесим учун эгилишдаги мустаҳкамлик шарти қуйидаги кўринишга эга:

$$M \leq M_b + M'_s; \quad (53)$$

$$M \leq R_b A_b Z_b + R_{sc} A'_s Z_s; \quad (54)$$

$$M \leq R_b b X (h_0 - 0,5X) + R_s A_s (h_0 - a'). \quad (55)$$

Бу ерда M_s ва M'_s – сиқилган зонада сиқилган бетон ва сиқилган арматура қабул қиладиган ички моментлар.

Сиқилиш зонасининг чегараси

$$R_b b X = R_s A_s - R_{sc} A'_s \quad (56)$$

мувозанат тенгламасидан топилади. Бунда $X \leq \xi_R h_0$ шарт бажарилади деб қаралади. Бу ерда ξ_R – арматура ва бетоннинг хоссаларига боғлиқ бўлган коэффицент, ξ нинг чегаравий қиймати.

Ҳисобий момент, арматура ва бетон синфлари берилган бўлса, кесим танлашда икки типдаги масала учрайди. (4)

Масала 1. Кўндаланг кесимнинг ўлчамлари h ва b олдиндан берилган. A_s ва A'_s лар юзасини танлаш талаб қилинади.

Арматураларни шундай танлаш керакки, уларнинг (A_s ва A'_s) сарфи минимал бўлсин. Бу сиқилган бетоннинг максимал кўтарувчанлик хусусиятидан тўла фойдаланилганда эришилади, яъни $X = \xi_R h_0$.

(55) формулага X ўрнига унинг максимал қийматини қўйиб, қуйидагини аниқлаймиз:

$$M \leq R_b b \xi_R h_0^2 (1 - 0,5 \xi_R) + R_{sc} A'_s (h_0 - a_s'), \quad (57)$$

бунда $R_b b \alpha_R h_0^2 = M_{bmax}$ – сиқилган бетон қабул қиладиган максимал момент.

Бундан

$$A'_s = (M - R_b b \alpha_R h_0^2) / (R_{sc} (h_0 - a_s')). \quad (58)$$

Чўзилган арматура юзасини (56) формуладан $X = \xi_R h_0$ қўйиб топиш мумкин.

Агар A'_s нолга тенг ёки манфий чикса, унда ҳисоб бўйича сиқилган арматура керак ва кесим якка арматурили қилиб лойиҳаланади. Бундай ҳолда сиқилган зонага арматура конструктив мулоҳазаларга мувофиқ ёки бошқа ишорали моментга ҳисоблаш йўли билан топилади ва A_s ни танлашда эътиборга олинади. (6)

Масала 2. Кесим ўлчамлари h , b ва сиқилган арматура юзаси A'_s маълум.

Сиқилган арматура қабул қиладиган моментни аниқлаймиз:

$$M_{sc} = R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s). \quad (59)$$

Бетон сиқилган зонасига тўғри келадиган момент бўйича (55) формуладан $M_b = M - M_{sc}$, уни баландлигини топамиз

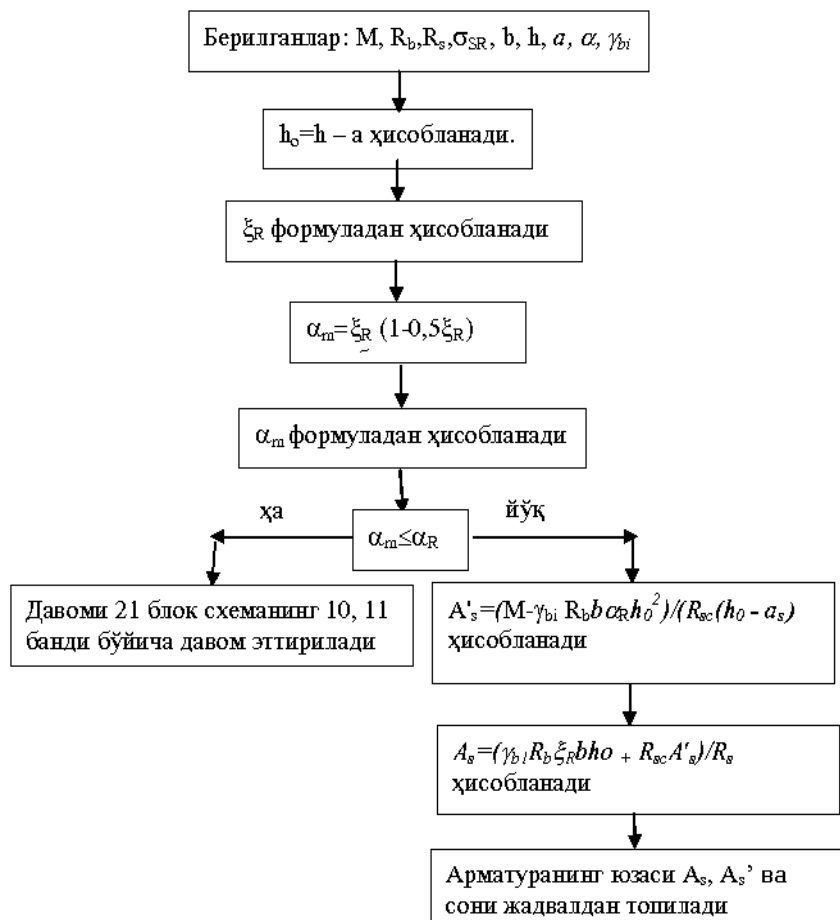
$$x = h_0 - a'_s, \quad (60)$$

$\xi \leq \xi_R$ шартга амал қилиб, X ни қийматини (53) формулага қўйиб, A_s аниқлаймиз.

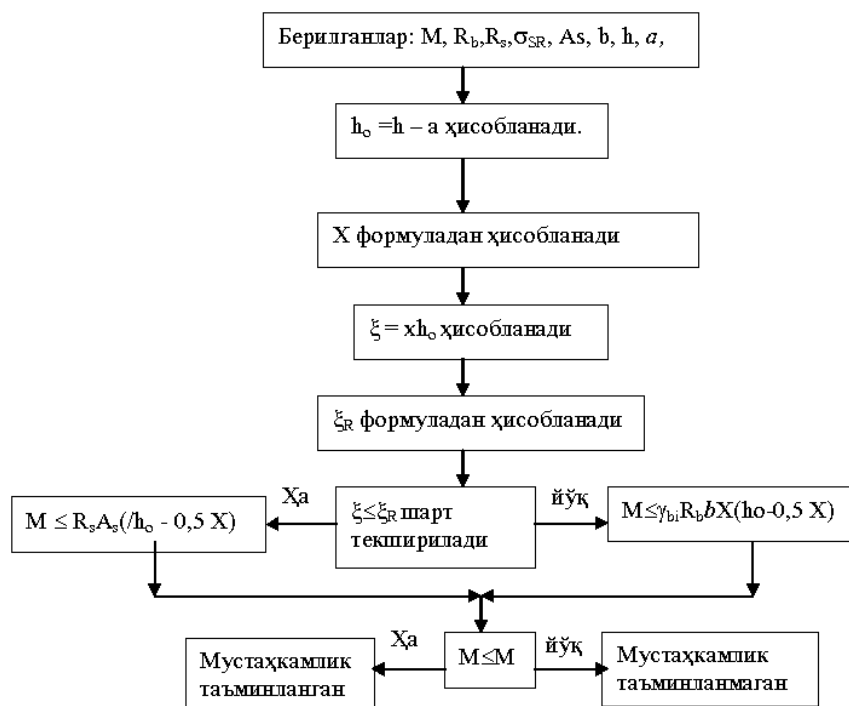
$$A_s = (R_b b X + R_{sc} A'_s) / R_s. \quad (61)$$

Кесим мустаҳкамлигини текширишда (ҳамма маълумотлар берилган) (56) формуладан сиқилган зона баландлигини ҳисоблайди, кейин (55) формуладан мустаҳкамлик шarti текширилади. Агар $\xi > \xi_R$ бўлса, унда A'_s ни катталаштириш ёки тўсин кесим ўлчамларини ўзгартириш керак.

Қўш арматурали тўғри тўртбурчакли кесим мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схема



24–расм. Қўш арматурали эгилувчи элементларнинг арматура юзаси A_s ва A'_s топиш



25–расм. Эгилувчи элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Назорат саволлари

- Қўш арматурали кесим нима?
- Статиканинг кесимларни ҳисоблашда фойдаланладиган асосий шартлари қандай?
- Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурали кесим учун асосий ҳисоблаш формулалари қандай кўринишга эга?
- Бундай кесим қандай ҳолларда ишлатилади?
- Қўш арматурали кесимларни ҳисоблаш йўли қандай?
- Арматура кесимини танлаш ва уни текшириш.

Маъруза 12. Тавр шаклидаги кесим (2 соат)

Режа

- Тавр, қўштавр ва қутисимон кесимли элементлар
- Тавр шакли кесимларни мустаҳкамликка ҳисоблаш
- Тавр шакли кесимнинг ҳисобий схемаси
- Тавр шакли юзаларда нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаш

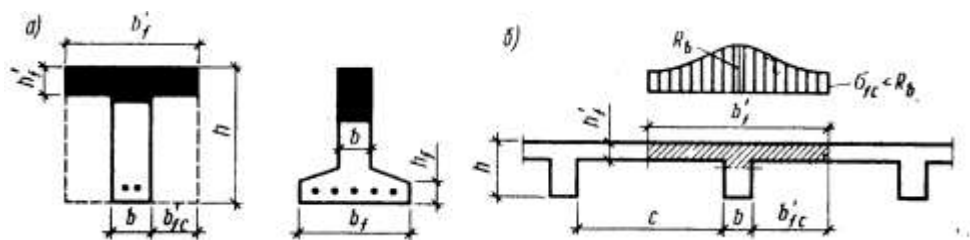
Таянч сўзлар ва иборалар:

кесим схемаси, зўриқишлар эпюраси, мувозанат тенгламалари, мустаҳкамлик шarti, арматура юзасини танлаш, токча чиқиқлари эни, тавр шакли кесим ҳисобий ҳоллари.

Тавр, қўштавр ва қутисимон кесимли элементлар. Токчаси сиқилиш зонасида жойлашган тавр кесимли эгилувчи элементлар алоҳида тўсин кўринишида ёки қовурғали ёпма таркибида кенг қўлланилади. Бундай кесимнинг макбул томони шундан иборатки, буларда бетоннинг чўзилиш зонасидаги ишламайдиган юзаси кичиклаштириб, сиқилиш зонасидаги юзаси, аксинча, катталаштирилган. Токчаси чўзилиш зонасида жойлашган тавр шакли элементлар кам ишлатилади. Токчанинг чўзилиш зонасига жойлаштирилиши элементнинг мустаҳкамлигини оширмайди. Бундай кесимлар тўғри тўртбурчак шакли кесимлар сингари ҳисобланиб, кенглиги қовурғанинг энига тенг қилиб олинади. (5)

Тавр кесимли элементларнинг токчаси сиқилиш зонасида жойлашса, ҳисоб жараёнида унинг кенглиги чегараланади. Токча юпқа бўлиб, қовурғадан чиққан қисми узун бўлса, қовурға билан

токчанинг уланган ерида кучланишлари ортиб кетади, соддароқ қилиб айтганда синадиган ҳолга тушиб қолади. Шунинг учун токчанинг ёпма узунлиги (свес) ҳисоб жараёнида чекланади.



26–расм. Тавр шакли кесимли тўсинни ҳисоблашга доир

Тажрибадан маълумки, қовурғадан узоқлашган сари токча чиқиқларидаги сиқувчи кучланиш (σ_{fc}) камая боради ва элемент синаётганда бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилигидан кичик бўлади (26, б–расмда кучланиш эпюраси).

Бу узунлик элемент узунлигининг $1/6$ қисмидан ошмаслиги керак. Бундан ташқари, элементдаги қўндаланг қовурғалар узунлиги бўйлама қовурғалар узунлигидан катта бўлса, ёки қўндаланг қовурғалар умуман бўлмаса, $h'_f < 0,1h$ бўлганда, токчанинг ёпма узунлиги $6h'_f$ дан ошмаслиги лозим (26–расм). Агар $h'_f \geq 0,1h$ бўлса, токчанинг кенглиги b'_f бўйлама қовурғаларнинг ён сиртлари орасидаги масофага тенг қилиб олинади.

Алоҳида тўсинларда токчанинг ҳисобий кенглиги қовурғанинг ҳар иккала томонида: $h'_f \geq 0,1h$ бўлганда $6h'_f$ дан ошмаслиги; $0,05h \leq h'_f \leq 0,1h$ бўлганда $3h'_f$ дан катта бўлмаслиги лозим. Агар $h'_f < 0,05h$ бўлса, токчанинг қанотлари умуман ҳисобга олинмайди, кесим шакли тўғри тўртбурчак деб қабул қилинади ҳамда шунга яраша ҳисобланади.

Тавр шакли кесимларни мустақкамликка ҳисоблаш. Тавр шакли кесимларни ҳисоблашда қуйидаги икки ҳол учраши мумкин:

- 1) нейтрал ўқ токчадан ўтган ҳол;
- 2) нейтрал ўқ қовурғадан ўтган ҳол (27–расм).

Агар сиқилган токчанинг қаршилиги арматура қаршилигидан ортиқ бўлса, у ҳолда мувозанатни таъминлаш учун сиқилиш зонасининг бир қисмидан фойдаланиш кифоя қилади. Бу эса 1–ҳолга мос келади. (8)

Агар сиқилган токчанинг қаршилиги арматура қаршилигидан кам бўлса, мувозанатни таъминлаш учун қовурғанинг бир қисмини ишга солиш зарур бўлади, бунда нейтрал ўқ қовурғадан ўтади (2–ҳол).

Агар $X \leq h'_f$ бўлса, ҳисоб тўғри тўртбурчакли кесим учун берилган формулалар асосида бажарилади (1–ҳол).

Нейтрал ўқ учун

$$R_b b'_f X = R_s A_s, \quad (62)$$

$$X = R_s A_s / R_b b'_f. \quad (63)$$

Мустақкамлик шarti:

$$M \leq R_b b'_f X (h_0 - 0,5X). \quad (64)$$

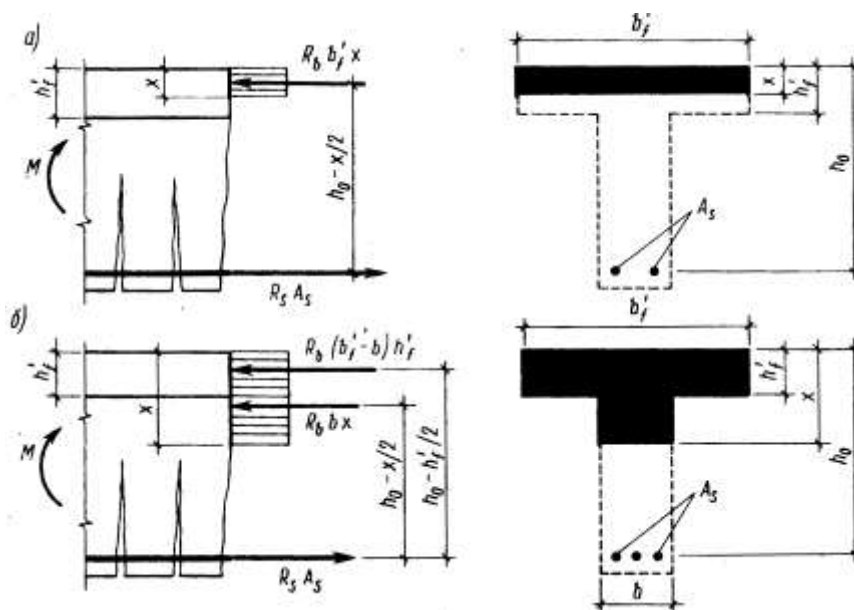
Агар $X > h'_f$ бўлса, нейтрал ўқ ҳолати (сиқилиш зонаси чегараси қуйидаги тенгламадан топилади (2–ҳол):

$$R_s A_s = R_b b X + R_b (b'_f - b) h'_f. \quad (65)$$

Бу ҳол учун мустақкамлик шarti қуйидагича бўлади:

$$M \leq R_b b X (h_0 - 0,5X) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5X). \quad (66)$$

Тавр шаклли кесимнинг ҳисобий схемаси



27-расм. Тавр шаклидаги кесим: а – нейтрал ўқ токчадан ўтган ҳол;
б – нейтрал ўқ қовурғадан ўтган ҳол

Тавр шаклли кесимлар учун $X \leq \xi_R h_0$ шарт қаноатлантирилиши зарур. Чўзилувчи арматуранинг юзаси A_s ни аниқлаш учун (65) ва (66) ифодаларни ўзгартирамиз. Бунда $X = \xi h_0$ деб олсак,

$$R_s A_s = \xi R_b b h_0 + R_b (b'_f - b) h'_f. \quad (67)$$

(66) формуланинг биринчи ҳадини ўзгартирамиз ва

$$R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5 h_0) = R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5 \xi) = \alpha_m R_b b h_0^2. \quad (68)$$

У ҳолда (66) формула куйидаги кўринишни олади:

$$M \leq \alpha_m R_b b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f). \quad (69)$$

A_s ни аниқлаш учун (69) дан α_m топилади:

$$\alpha_m = M / R_b b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f), \quad (70)$$

сўнгра жадвалдан ξ аниқланади, кейин (67) формуладан A_s топилади.

Тавр шаклли юзаларда нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаш. Нейтрал ўқ ҳолати куйидаги белгилар бўйича аниқланади:

- агар A_s ва кесим ўлчамлари маълум бўлса, $R_s A_s \leq R_b b h_f$ бўлганда, нейтрал ўқ токчадан ўтади;
- агар ҳисобий эгувчи момент ва кесим ўлчамлари маълум бўлиб, A_s номаълум бўлса, у ҳолда $M \leq R_b b h_f (h_0 - 0,5 h_f)$ бўлганда, нейтрал ўқ токчадан ўтади, акс ҳолда ўқ қовурғани кесиб ўтади.

Қўштавр ёки қутисимон кесимли элементларни мустаҳкамликка ҳисоблашда, уларни тенг кучли тавр шаклли кесимга келтирилади. Бунда чўзилувчи токча ҳисобга олинмайди, чунки чўзилиш зонасида жойлашган бетон дарз кетгач, ишдан чиқади. Барча чўзилувчи арматуралар қовурғага тўпланади, ишчи баландлик h_0 ўзгаришсиз қолаверади. Қовурғанинг кенглиги қутисимон элементнинг вертикал деворлари қалинликларининг йиғиндисига ёки қўштавр қовурғаси энига тенг бўлади. (7)

Назорат саволлари

- Токча чиқиқлари эни қандай белгиланади?
- Тавр шаклидаги кесим нейтрал ўқининг ҳолати қандай аниқланади?
- Тавр шаклидаги кесимни ҳисоблашнинг биринчи ёки иккинчи ҳоли қандай аниқланади?
- Арматуралар юзаси қандай аниқланади?
- Тавр шаклидаги кесим мустаҳкамлиги қандай текширилади?
- Токчаси чўзилган зонада бўлган тавр шаклли кесим қандай ҳисобланади?

Маъруза 13. Эгилувчан темирбетон элементлар қия кесимларининг мустаҳкамлиги (2 соат)

Режа

- Эгилувчи элементлар оғма кесимларининг мустаҳкамлигини ҳисоблаш
- Оғма кесимларга кўндаланг кучлар таъсири
- Оғма кесимларга эгувчи моментлар таъсири
- Оғма кесимларнинг моментлар бўйича ҳисоби
- Арматураларни анкерлаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

қия кесим, кучлар схемаси, зўриқишлар эпюраси, мувозанат тенграмаси, мустаҳкамлик шарт, қия кесим проекцияси, кўндаланг арматура ва хомутлар қадами ва диаметри, қия кесимни кўндаланг кучга мустаҳкамлиги, қия кесимни эгувчи моментга мустаҳкамлиги.

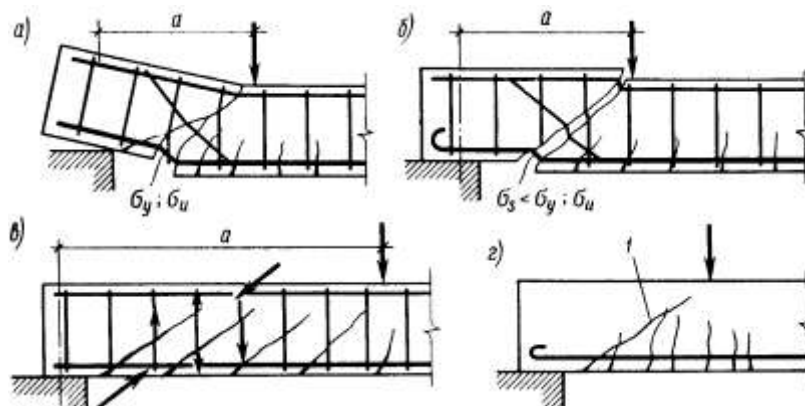
Эгилувчи элементлар оғма кесимларининг мустаҳкамлигини ҳисоблаш. Эгилувчи элементларнинг эгувчи момент ва кўндаланг кучлари катта қийматга эга бўлган қисмларидаги оғма кесимлар мустаҳкамликка текширилади. Бунда элементларнинг бузилишида қуйидаги икки ҳол учраши мумкин:

- 1) элемент фақат кўндаланг куч таъсирида бузилади;
- 2) элемент ҳам кўндаланг куч, ҳам эгувчи момент таъсирида бузилади.

Биринчи ҳолда кўндаланг кучнинг катта қиймати таъсирида оғма кесимда силжиш рўй беради (28–расм).

Бузилиш чоғида элементнинг бир қисми иккинчи қисмига нисбатан силжийди. Бундай бузилиш элементларнинг ўзаро оғишига қаршилик кўрсатадиган, бетонга мустаҳкам бириккан (анкерланган) ишчи арматура мавжуд бўлган ҳолдагина рўй бериши мумкин. Сиқувчи ва қирқувчи кучларнинг биргаликдаги таъсири натижасида бетоннинг сиқилиш зонаси бузилади (қирқилади). Шунинг учун ҳам оғма кесимларнинг кўндаланг кучлар таъсирига бўлган мустаҳкамлиги мажбурий равишда ҳисобланади. (6)

Оғма кесимларга кўндаланг кучлар таъсири. Тажрибаларнинг кўрсатишича, оғма кесимларнинг кўндаланг кучлар таъсирига бўлган мустаҳкамлиги етарли даражада бўлмаса, балка шу кесим бўйлаб емирилади.



28–расм. Эгилувчи элементнинг қия кесим бўйича синиш схемалари:
а – бош кучланиш йўналишининг тарҳи; б – оғма кесимда кўндаланг кучлар таъсири

Агар ташқи юклардан ҳосил бўлган кўндаланг кучлар қиймати оғма кесим қабул қила оладиган кўндаланг кучдан кичик бўлса, у ҳолда оғма кесимнинг мустаҳкамлиги таъминланган бўлади:

$$Q_0 = Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_b, \quad (71)$$

бу ерда Q_0 – ташки юклардан ҳосил бўлган кўндаланг куч; Q_{sw} – оғма кесимда жойлашган хомутлардаги зўриқишлар йиғиндиси; $Q_{s,inc}$ – оғма кесимда жойлашган оғма стерженлардаги зўриқишларнинг вертикал ўққа проекциялари йиғиндиси; Q_b – бетоннинг сиқилиш зонаси қабул қила оладиган кўндаланг куч.

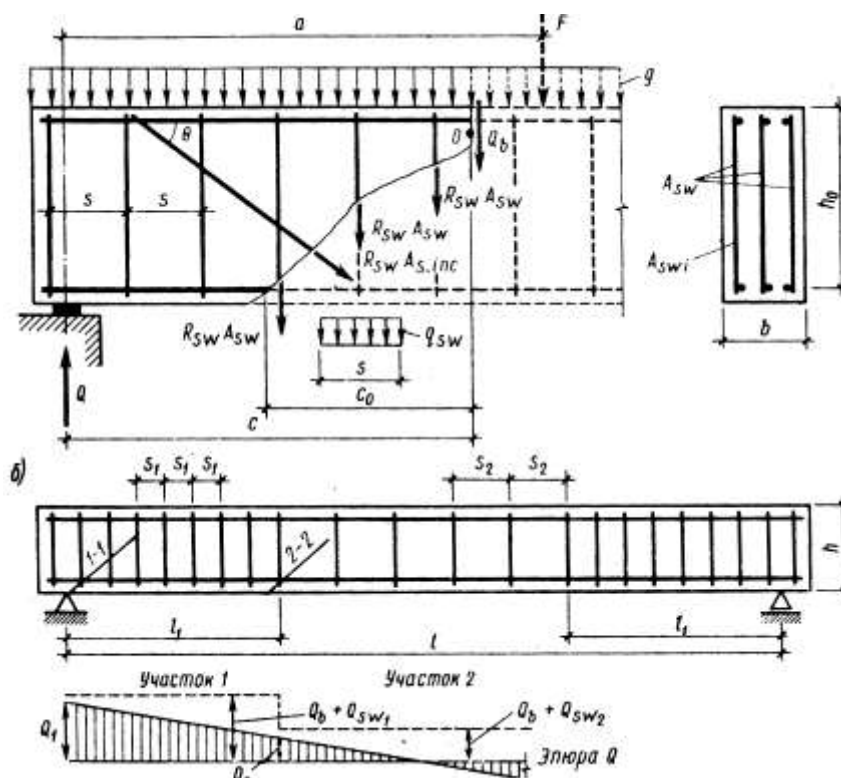
Хомутлардаги зўриқишлар қуйидаги формулалардан топилади:

$$Q_{sw} = \sum R_{sw} A_{sw} \quad \text{ёки} \quad Q_{sw} = q_{sw} C, \quad (72)$$

бу ерда C – оғма кесим проекцияси; $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S$ – хомутлардаги зўриқиш интенсивлиги, яъни элементнинг узунлик бирлигига мос бўлган зўриқиш.

$Q_{s,inc}$ нинг миқдори қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_{s,inc} = \sum R_{sw} A_{s,inc} \sin \theta. \quad (73)$$



29–расм. Оғма кесимнинг кўндаланг кучга ҳисоблаш тарҳи

Q_b кучи қуйидагича аниқланади:

$$Q_b = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 / c, \quad (74)$$

бирок, $Q_b \geq \varphi_{b3} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0$ дан кам бўлмаслиги лозим.

Акс ҳолда бетоннинг қаршилиги етарли бўлмайди. Бундай ҳолда хомутларнинг сони ва диаметрини ёки бетоннинг синфини ошириш керак бўлади.

φ_{b2} коэффициент бетоннинг турига қараб 1,5...2 оралиғида олинади. $\varphi_{b3} = 0.4...0.6$ – бу ҳам бетонга боғлиқ. Сиқилувчи тоқчаларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент қуйидаги формуладан топилади: (5)

$$\varphi_f = 0.75 (b'_f - b) h'_f / b h_0 \leq 0.5. \quad (75)$$

Бўйлама кучлар таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент φ_n қуйидаги формулалардан топилади:

а) сиқувчи бўйлама кучлар мавжуд бўлганда,

$$\varphi_n = 0,1N/R_{bt}bh_0 \leq 0,5; \quad (76)$$

б) чўзувчи бўйлама кучлар мавжуд бўлганда,

$$\varphi_n = 0,2N/R_{bt}bh_0 \leq 0,5. \quad (77)$$

Коэффициентлар йиғиндинси $(1 + \varphi_f + \varphi_n) \leq 1,5$

Оғма кесимларга эгувчи моментлар таъсири. Эгувчи моментнинг қиймати аста ортиб бориши натижасида бош чўзувчи кучланишлар ҳам ортиб бориб, бетоннинг чўзилишдаги қаршилиги $R_{bt, ser}$ га етганда, элементда қия ёриқ пайдо бўлади. Бетоннинг чўзилиш зонаси ишдан чиқади, барча чўзувчи кучлар бўйлама ва кўндаланг арматураларга узатилади. Бундай ҳолда арматура яхши анкерланмаган бўлса, суғирилиб чиқиши, бетоннинг сиқилиш зонаси кичрайиб, бузилиш рўй бериши мумкин. Бунда кучланишлар оқиш чегараси σ_y га ёки вақтинчалик қаршилик σ_u га тенглашади. (7)

Оғма кесимнинг эгувчи момент бўйича мустаҳкамлик шarti қуйидагича ифодаланади:

$$M_O \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc}, \quad (78)$$

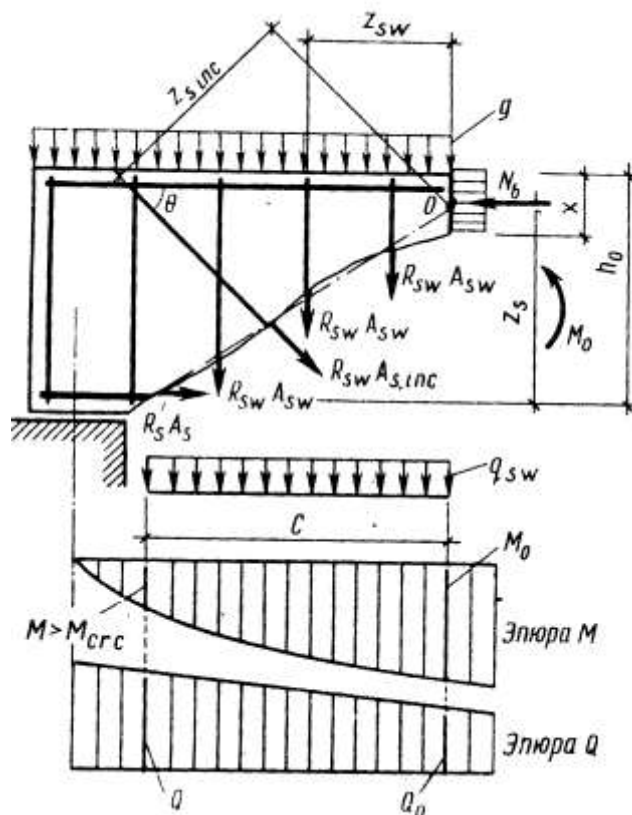
бу ерда M_O – таянч реакция ва ташқи кучлардан O нуқтага нисбатан олинган момент; M_s – бўйлама арматурадаги зўриқишдан олинган момент; $M_s = R_s A_s Z$; M_{sw} – оғма кесимда жойлашган хомутлардаги зўриқишлардан олинган момент; $M_{sw} = \Sigma R_{sw} A_{sw} Z_{sw}$; $M_{s,inc}$ – оғма стерженлардаги зўриқишлардан олинган момент; (3)

$$M_{s,inc} = \Sigma R_{s,inc} A_{s,inc} Z_{s,inc}. \quad (79)$$

Эгувчи моментларнинг оғма кесимларга бўлган таъсири элементнинг таянч зонасида текширилади. Агар маълум конструктив талабларга амал қилинса, мустаҳкамликка ҳисоблашга ҳожат қолмайди.

Агар нормал кесим бўйича аниқланган чўзилувчи арматурани таянчларгача давом эттириб, учлари анкерлаб қўйилса, исталган оғма кесимнинг эгувчи момент таъсирига бўлган мустаҳкамлиги таъмин этилган бўлади. Анкерлашни кучайтириш мақсадида баъзан таянч зонасига қўшимча арматура жойланади ёки стержен учларига пластиналар пайвандланади. (1)

Оғма кесимларнинг моментлар бўйича ҳисоби



30-расм. Оғма кесимнинг эгувчи моментга ҳисоблаш тарҳи

Оғма кесимларнинг мустаҳкамлиги моментлар бўйича (78) формула ёрдамида текширилади. Элемент энг ҳавфли оғма кесимининг бўйлама ўққа бўлган проекцияси C_1 проекциялар тенгласидан топилади. Энг ҳавфли оғма кесим таянчга яқин кесимдан бошланади. Бу кесимда ташқи кучлардан ҳосил бўлган момент M ёриқ ҳосил қилувчи момент $M_{сгс}$ га тенг бўлади.

Оғма кесимларни ҳисоблашда нейтрал ўқ ҳолати барча кучларнинг бўйлама ўққа бўлган проекциялари тенгласидан аниқланади.

Қатор конструктив тадбирлар амалга оширилса, оғма кесимларнинг момент бўйича юк кўтариш қобилияти нормал кесимларникидан кам бўлмайди; бундай ҳолларда оғма кесимларни момент бўйича ҳисоблашга эҳтиёж қолмайди. (4)

Арматураларни анкерлаш. Элементнинг оғма кесим бўйича мустаҳкамлигини таъминлайдиган конструктив тадбирлар қуйидагилардан ташкил топади. Аввало, хомутлар ва букмалар орасидаги масофалар, хомутларнинг диаметрлари, шунингдек букмаларнинг жойланиши юқорида келтирилган талаблар даражасида бўлиши лозим. Қолаверса чўзилган бўйлама арматуранинг бетонга мустаҳкам бирикиши (анкерланиши) ҳам катта рол ўйнайди, чунки бунда арматура имкониятларидан тўла фойдаланилади. Эгилувчи элемент эркин таянса, бирикишни пухталаш мақсадида бўйлама арматуранинг учи элементдан ташқарига камида $5d$ масофага чиқариб қўйилади. Агар (70) шарт қаноатлантирилмаса, яъни ҳисобга кўра кўндаланг арматура талаб этилса, у ҳолда арматуранинг чиққан қисми узунлиги $l_s \geq 10d$ олинади (29-расм).

Пайванд тўрларда силлиқ сиртли бўйлама арматураларнинг учига I_s масофада камида битта, агар ҳисоб бўйича кўндаланг арматура талаб этилса, камида иккита анкерловчи (бириктирувчи) кўндаланг арматура пайвандланиши лозим. Энг четки анкерловчи стержендан бўйлама стерженнинг учигача бўлган масофа $d \leq 10$ мм бўлса, 15 мм дан, $d > 10$ мм бўлса, $1,5d$ дан кам бўлмаслиги керак. Анкерловчи стерженнинг диаметри энг йўғон бўйлама арматура диаметрининг ярмидан кичик бўлмаслиги зарур. Агар анкер (бириктиргич)лар бўлмаса, арматуранинг учигаги нормал кучланиш нолга тенг бўлади; элемент учидан узоклашган сари арматура билан бетон орасидаги бирикув (сцепление) ҳисобига кучланиш орта боради ва $I_{ан}$ масофада (29- расм, в)

унинг қиймати тўлиқ ҳисобий қаршилиқ R_s га тенглашади. Анкерлаш зонасининг узунлиги қуйидаги формула билан аниқланади: (7)

$$I_{an} = (\omega_{an} R_s / R_b + \Delta \lambda_{an}) d, \quad (80)$$

Чўзилиш зонасидаги даврий профилли арматура учун $\omega_{an} = 0,7$ ва $\Delta \lambda_{an} = 11$, текис сиртли арматура учун эса $\omega_{an} = 1,20$ ва $\Delta \lambda_{an} = 11$. Бундан ташқари, I_{an} 250 мм дан ва $20d$ дан кам бўлмаслиги керак. Четки озод таянчларда анкерлаш зонаси узунлиги кўндаланг арматура ва кўндаланг йўналишдаги сиқилиш кучланишлари таъсирини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади. Кейинги омиллар анкерлаш зонасини ихчамлаштиради.

Назорат саволлари

- Қия кесим ҳисобий схемаси
- Хомутлар қадами қандай аниқланади?
- Қия кесимни ҳисоблашдаги шарт – шароитлар нималардан иборат?
- Қандай ҳолда қия кесим мустаҳкамлиги текширилади?
- Қия кесимнинг кўндаланг куч таъсирига мустаҳкамлиги қандай текширилади?
- Қия кесимнинг эгувчи моментга мустаҳкамлиги қандай ҳисобланади?
- Кўндаланг арматурасиз қия кесим мустаҳкамлиги қандай текширилади?

Маъруза 14. Сиқилган темирбетон элементларни лойиҳалаш (2 соат)

Режа

- Сиқилувчи элементларнинг конструктив хоссалари
- Сиқилган элементларни арматуралаш
- Сиқилган элементларнинг эгилювчанлиги
- Элемент эгилишини ҳисобга олиш
- Тасодифий елкали элементларнинг эгилювчанлигини ҳисоблаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

сиқилган темирбетон элементлар, симметрик ва носимметрик арматурали кесимлар, бўйлама ва кўндаланг арматуралар, эксцентриситетли сиқилган элементларни лойиҳалаш, номарказий сиқилган элементлар эгилювчанлиги, арматуралаш схемаси. (

Сиқилувчи элементларнинг конструктив хоссалари. Оралиқда жойлашган устунлар; фермаларнинг устки тасмалари, юқориловчи ховонлари, устунлари ва бошқа шунинг каби элементлар шартли равишда марказий сиқилувчи элементлар таркибига киритилади. Аслида қурилиш конструкцияларида марказий сиқилиш соф кўринишда учрамайди, элементлар ҳамиша тасодифий елкали номарказий сиқилиш ҳолатида бўлади. (5)

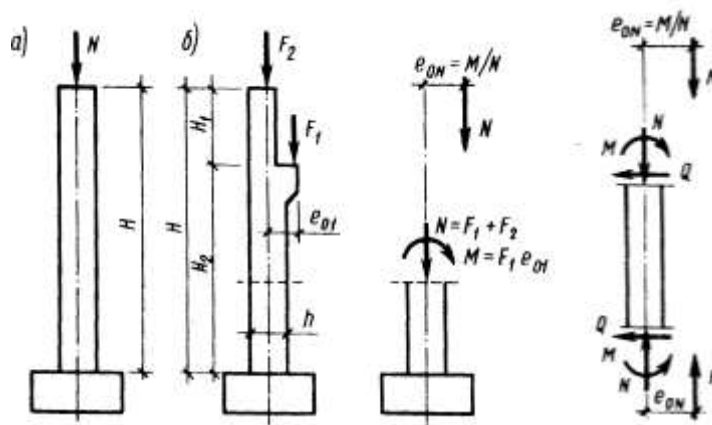
Бундай элементлар хомутлар воситасида боғланган бўйлама ишчи арматуралар билан жиҳозланади. Элементга қўйиладиган юкни бўйлама арматура бетон билан биргаликда қабул қилади. Бу ерда кўндаланг стерженлар (хомутлар) бўйлама арматураларни муддатидан илгари қабаришдан асраш вазифасини ўтайди.

Бўйлама куч елкаси унча катта бўлмаса, кўндаланг кесим квадрат шаклида олинади. Эгувчи моментнинг қиймати катта бўлса, кесимнинг момент текислигидаги ўлчамлари катталаштирилади, яъни тўғри тўрт бурчак шаклига келтирилади. Амалда кўштавр кесимли устунлар ҳам қўлланилади. (3)

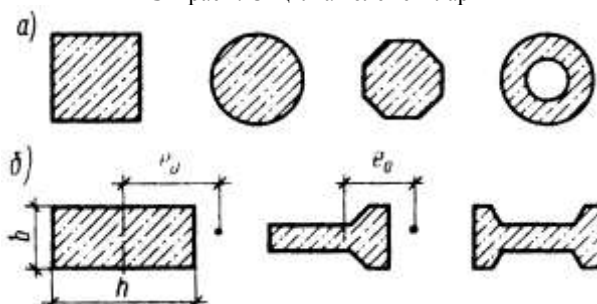
Елканинг қиймати $e_o = M/N + e_a$ формуладан топилади; бу ерда e_a – тасодифий елка (эксцентриситет).

Сиқилувчи элементларда ишлатиладиган бетоннинг синфи В15 дан, агар катта юк қўйилса, В25 дан кам бўлмаслиги керак.

31 ва 32-расмларда сиқилган элементларнинг куч схемалари ва кўндаланг кесимлари келтирилган.

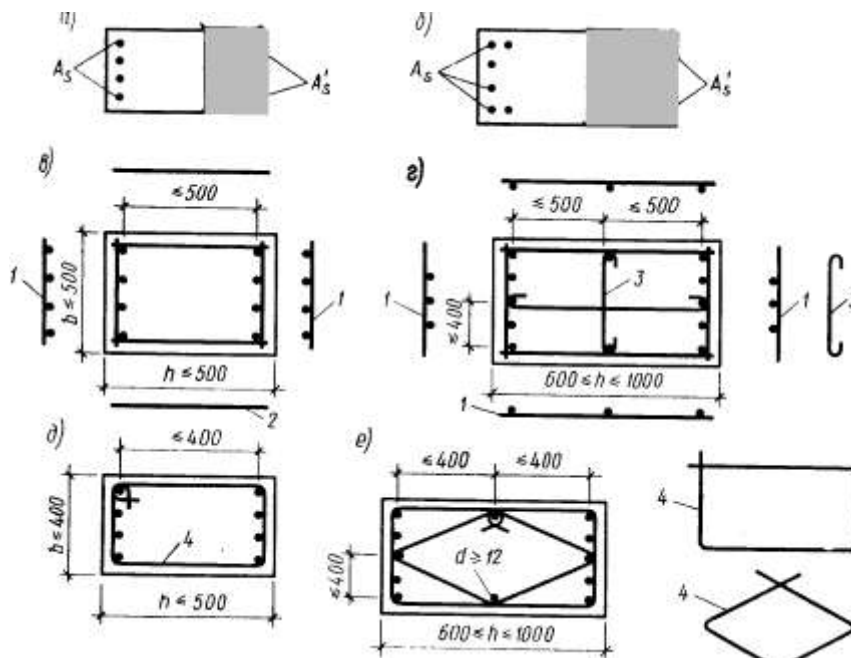


31-расм. Сиқилган элементлар



32-расм. Сиқилган элементларнинг кўндаланг кесимлари

Сиқилган элементларни арматуралаш. Устунларнинг бўйлама арматуралари диаметри 12–40 мм бўлган А–III ва А–IIIС синфли пўлатдан ишланади. Кўндаланг арматура учун асосан А–II, А–I синфли пўлат стерженлар ҳамда В–I синфли сим ишлатилади. **(4)**



33-расм. Ҳисобий эксцентриситетли сиқилган элементларни арматуралаш:

1 – найвандланган каркаслар; 2 – бириктирувчи стерженлар; 3 – шпилкалар; 4 – хомутлар

Арматуралар ясси ёки фазовий каркас кўринишида бириктирилади. Кесим юзасида арматура миқдори 3 % дан ортмаслиги ва 0,1–0,05 % дан кам бўлмаслиги лозим.

Кўндаланг кесими 40x40 см бўлган устунларга 4 та бўйлама арматура етарли (33-расм). Ишчи арматуралар ораси 40 см дан ортса, орасига қўшимча стержен қўйиш зарур. Устунларнинг кесим

ўлчами 500 мм гача бўлса, 50 мм га каррали, агар ундан юқори бўлса, 100 мм га каррали ўлчамларга эга бўлишлари керак. (6)

Кўндаланг арматуралар ҳисобланмай қўйилади. Улар орасидаги масофа S пайвандланган каркасларда $20d$, тўқима каркасларда $15d$ олинади. Ҳар иккала ҳолда ҳам хомутлар орасидаги масофа 50 см дан ошмаслиги керак. Кўндаланг стерженларнинг ҳимоя қатлами 1,5 см дан кам бўлмаслиги лозим. Устунлар симметрик равишда арматураланади.

Агар эгилиш текислигида бўйлама стерженлар орасидаги масофа 500 мм дан ошса, унда улар орасига диаметри 12 мм дан катта бўлган конструктив бўйлама арматура ўрнатилади, бироқ, бўйлама стерженлар орасидаги масофа 500 мм дан ошиб кетмаслиги керак (33–расм, з, е).

Кўндаланг арматура. Хомутлар устунларга конструктив мулоҳазаларга кўра ўрнатилади. Улар ҳамма бўйлама стерженларни ўраб олиши ва уларни кабариб чиқишидан сақлаши керак.

Элемент эгилишини ҳисобга олиш. Эгилувчи элементларга номарказий қўйилган кучлар бўйлама куч N нинг бошланғич елкаси e_0 ни катталаштиради (34–расм). Шу сабабдан сиқилувчи темирбетон элементларни ҳисоблашда бетоннинг ноэластик деформациясини ва чўзилиш зонасидаги ёриқларни эътиборга олувчи тархдан фойдаланилади.

Конструкция деформацияланмаган тарҳи бўйича ҳисобланса, у ҳолда эгилишнинг елка e_0 га бўлган таъсири коэффиценти орқали эътиборга олинади. (82)–(85) формулалар таркибига кирган, бўйлама куч N билан A_s арматуранинг оғирлик марказигача бўлган масофа қўйидаги формуладан аниқланади: (2)

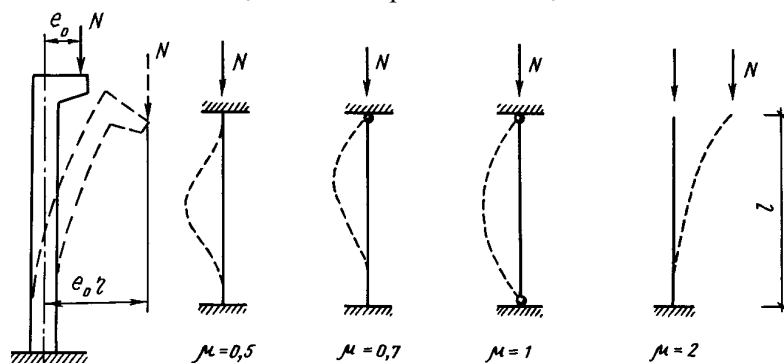
$$e = (e_0 + e_a)\eta + e_c, \quad (81)$$

бу ерда e_0 – бўйлама куч N елкаси; e_c – элемент ўқидан A_s арматурадаги зўриқишнинг тенг таъсир этувчисигача бўлган масофа (36–расм, б); e_a – тасодикий елка; коэффиценти формула $\eta = 1/(1 - N/N_{cr})$ дан топилади. Бунда N_{cr} – критик куч

$$N_{cr} = 6,4E_b/I_{ef}^2 \{ I/\varphi_l [0,11/(0,1 + \delta_e/\varphi_p) + 0,1] + \alpha I_s \}, \quad (82)$$

бунда $I_s = \mu b h [(h_0 - a')^2]$.

Эгилувчанликнинг пастки қиймати $l_0/r < 17$, юқори қиймати $l_0/r > 83$.



34–расм. Эгилувчи элементларда бўйлама куч елкасининг ортиши

35–расм. Устуннинг ҳисобий узунлигини аниқлаш

Стерженнинг ҳисобий узунлиги l_0 учларини бириктирилиш шартларига боғлиқ ҳолда аниқланади $l_0 = \mu l$ (37–расм).

Тасодикий елкали элементларнинг эгилувчанлигини ҳисоблаш. (8) Сиқилувчи элементларни ҳисоблашдан олдин унинг ҳисоблаш тарҳи танланади (35–расм). Элементнинг ҳисобий баландлиги унинг эгилувчанлигига боғлиқ. Элементнинг эгилувчанлиги $\lambda = l_0/r$, бу ерда r – кесимнинг инерция радиуси.

Меъёрларга кўра тасодикий e_a елка $h/30$ ёки $l/600$ нисбатларнинг каттасига тенг қилиб олиниши керак.

Назорат саволлари

• Сиқилган элементлар уларни арматуралашнинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ ҳолда қандай 3 турга бўлинади?

- Сиқилган элементларнинг кўндаланг кесимлари
- Тасодифий эксцентриситет нима ва у нимага тенг?
- Сиқилган элементларнинг эгиловчанлиги қандай аниқланади?
- Силишнинг икки ҳоли ва у қандай тавсифланади?

Маъруза 15. Сиқилган темирбетон элементларни ҳисоблаш (2 соат)

Режа

- Тасодифий елкали сиқилган элементларни ҳисоблаш
- Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак бўлган элементларнинг номарказий сиқилиши
- Сиқилган элементлар арматурасининг юзасини аниқлаш
- Сиқилган элементларнинг ҳисобий схемалари
- Сиқилган элементлар мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схемалар

Таянч сўзлар ва иборалар:

эксцентриситетли сиқилган элементларни ҳисоблаш, ҳисобий схема, мувозанат тенгламалари, мустаҳкамлик шарти, силиш ҳоллари, критик куч, мувозанат тенгламалари, кесимни текшириш.

Тасодифий елкали элементларни ҳисоблаш. Сиқилувчи элементларни ҳисоблашдан олдин унинг ҳисоблаш тарҳи танланади (35–расм).

Тасодифий елкали сиқилувчи элементнинг юк кўтариш қобиляти (87) формула бўйича текширилади (36–расм, а). Агар элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари маълум бўлса, (87) формуладан арматуранинг юзини аниқласа бўлади: **(1)**

$$A_s + A'_s = (N / \eta \varphi R_{sc}) - (A R_b / R_{sc}). \quad (83)$$

бу ерда φ –бўйлама эгилиш коэффиценти кетма–кет яқинлашув усулида белгиланади.

Элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари ва арматура юзасини дастлабки аниқлашда қўйидаги тенгликлар қабул қилинади:

$$\varphi = \eta = 1, \quad A_s + A'_s = \mu A = 0,001 A. \quad (84)$$

Кесим юза A (85) дан топилади.

$$A = N / [\eta \varphi (R_b + \mu R_{sc})]. \quad (85)$$

Агар $\mu = 1 \dots 2$ % ни ташкил этса, кесим тўғри танланган бўлади.

Арматуралаш фоизининг микдори $\mu_{\min} = 0,05$ % $< \mu < \mu_{\max} = 3$ % оралиғида бўлади.

Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак бўлган элементларнинг номарказий сиқилиши. Номарказий сиқилувчи элементларда ҳам, эгиловчи элементларга ўхшаб, қўйидаги икки ҳол учраши мумкин:

1) елка катта қийматга эга бўлган ҳол. Бу ҳол $\xi < \xi_R$ бўлган шартга мос келади. (38–расм, б).

2) елка кичик қийматга эга бўлган ҳол. Бунда аввал $\xi > \xi_R$ бўлади. Кучдан энг узоқда жойлашган арматура ё сиқилган, ёки бироз чўзилган ҳолатда бўлади. Елка e_0 , M ва N эпораларидан аниқланади. **(6)**

Тўғри тўртбурчакли кесим учун қўйидагиларни ёза оламиз:

$$A_b = bX; \quad N_b = R_b bX; \quad Z_b = h_0 - 0,5X. \quad (86)$$

Тўғри тўртбурчак кесимли номарказий сиқилаётган элементнинг мустаҳкамлик шарти қўйидаги кўринишга эга:

$$N e < N_b Z_b + N_s Z_s, \quad N e < R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s^1 (h_0 - a). \quad (87)$$

Сиқилиш зонасининг баландлиги қўйидаги тенгликлардан аниқланади:

$$а) \xi = X/h_0 \leq \xi_R \text{ бўлганда } N = R_b b X + R_{sc} A'_s - R_s A_s; \quad (88)$$

$$б) \xi = X/h_0 > \xi_R \text{ бўлганда, } N = R_b b X + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s, \quad (89)$$

бу ерда σ_s – арматура материалига боғлиқ микдор бўлиб, қўйидаги формуладан топилади:

$$\sigma_s = R_s [2(1 - X/h_0)/(1 - \xi_R) - 1]. \quad (90)$$

Элементнинг мустақкамлигини текширишда (91) формуладан сиқилиш зонасининг баландлиги аниқланади:

$$X = (N - R_{sc} A'_s + R_s A_s), \quad (91)$$

Агар $X \leq \xi_R h_0$ шарт бажарилса, элементнинг мустақкамлиги (87) формула ёрдамида текширилади. Бордию бажарилмаса, X ни (91) формуладан аниқлаб, элемент мустақкамлигини (87) формула ёрдамида текширишга тўғри келади.

Сиқилган элементлар арматурасининг юзасини аниқлаш. Арматура юзалари A_s ва A_s^1 ларни аниқлаш учун (87) ва (88) формулаларни қайта ўзгартирамиз.

$\xi = X/h_0 \leq \xi_R$ бўлган ҳолни кўриб ўтайлик. (3)

(88) формуладан қўйидаги ифода келиб чиқади:

$$A'_s = [N - R_b b X (h_0 - 0,5X)] / R_{sc} (h_0 - a') = N e R_b b h_0^2 \alpha_m / R_{sc} Z_s. \quad (92)$$

Келиб чиқиш йўли: $X = \xi_R h_0$;

$$X(h_0 - 0,5X) = \xi_R h_0 (h_0 - 0,5 \xi_R h_0) = h_0^2 \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = h_0^2 \alpha_m.$$

(92) дан қўйидаги формула ҳосил бўлади:

$$A_s = (R_b b h_0 \xi_R - N) / R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (93)$$

Агар A'_s , ни конструктив қабул қилсак, у ҳолда α_m (88) формуладан қўйидаги тартибда аниқланади:

$$X(h_0 - 0,5X) = [N - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b = \alpha_m h_0^2;$$

$$\alpha_b = [N - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b h_0^2. \quad (94)$$

Бунга асосан жадвалдан ξ аниқланади. (88) формулада $X = \xi_R h_0$ деб олсак, изланаётган юза қўйидаги ифодадан топилади: (5)

$$A_s = (R_b b h_0 \xi - N) / R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (95)$$

Амалда аксарият ҳолларда кесимлар симметрик равишда арматураланади. Бунда $A_s = A'_s$, $R_{sc} = R_s$, $R_{sc} A'_s = R_s A_s$ бўлади. У ҳолда (88) формуладан $X = N / R_b b$ келиб чиқади. Бўларга кўра (87) формулани қўйидаги кўринишда ёза оламиз:

$$A_s = A'_s = [N(e - h_0 + N/2R_b b) / R_{sc} (h_0 - \alpha')]. \quad (96)$$

Энди $\xi = X/h_0 > \xi_R$ бўлган ҳолни кўрамиз. Бу ҳолда арматура юзаси қўйидаги тартибда ҳисобланади:

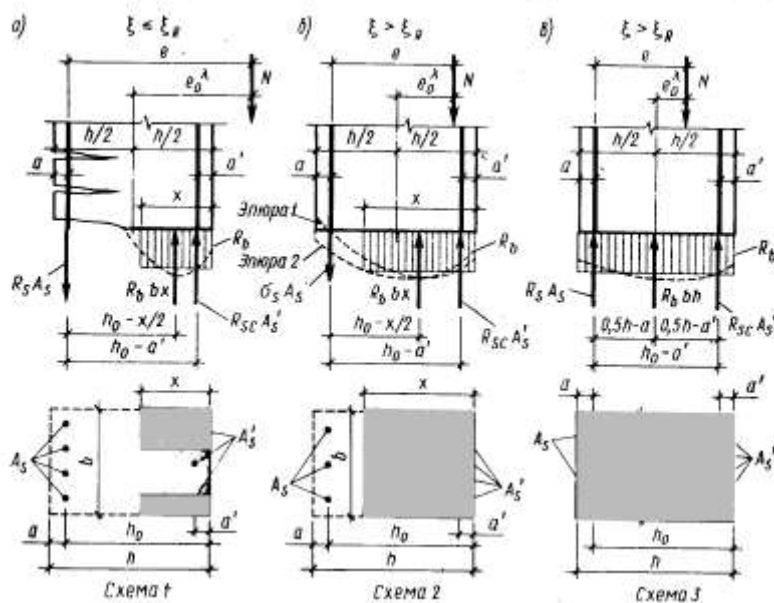
1. Ҳисобга доир қийматлар (R_b ; R_s ; R_{sc} ; E_s ; E_b) ёзиб олинади;

2. Арматуралаш коэффициентини $\mu = (A_s + A'_s) / b h$, $\mu = (0,0005 - 0,035)$ оралиғида қабул қилинади, N_{cr} ҳисобланади. Агар $N > N_{cr}$ чиқса, элементнинг кўндаланг кесим юзи ўлчамлари катталаштирилади;

3. A_s / A'_s нисбатга қийматлар бериб, X ва X/h_0 аниқланади, кейин (95) ва (96) формулалардан фойдаланиб, арматура юзаси A_s ва A'_s топилади;

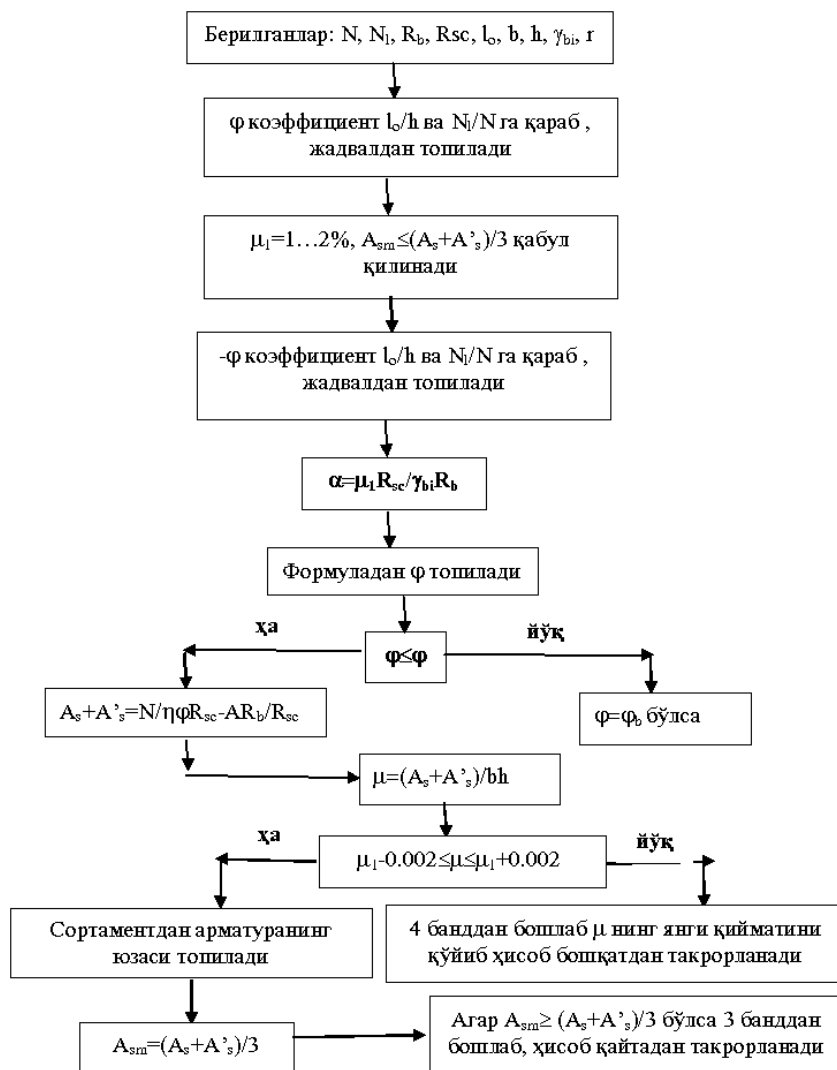
4. Арматура юзасининг топилган қийматлари асосида арматуралаш коэффициенти қайта ҳисобланади. Агар коэффициентнинг бу қиймати, қабул қилинган қийматидан 0,0005 дан камроқ фарқ килса, шу юзани колдириш мумкин. Фарқ катта чикса, у ҳолда арматуралаш коэффициентига янги қиймат бериб, ҳисоб қайтадан бажарилади. (2)

Сиқилган элементларнинг ҳисобий схемалари

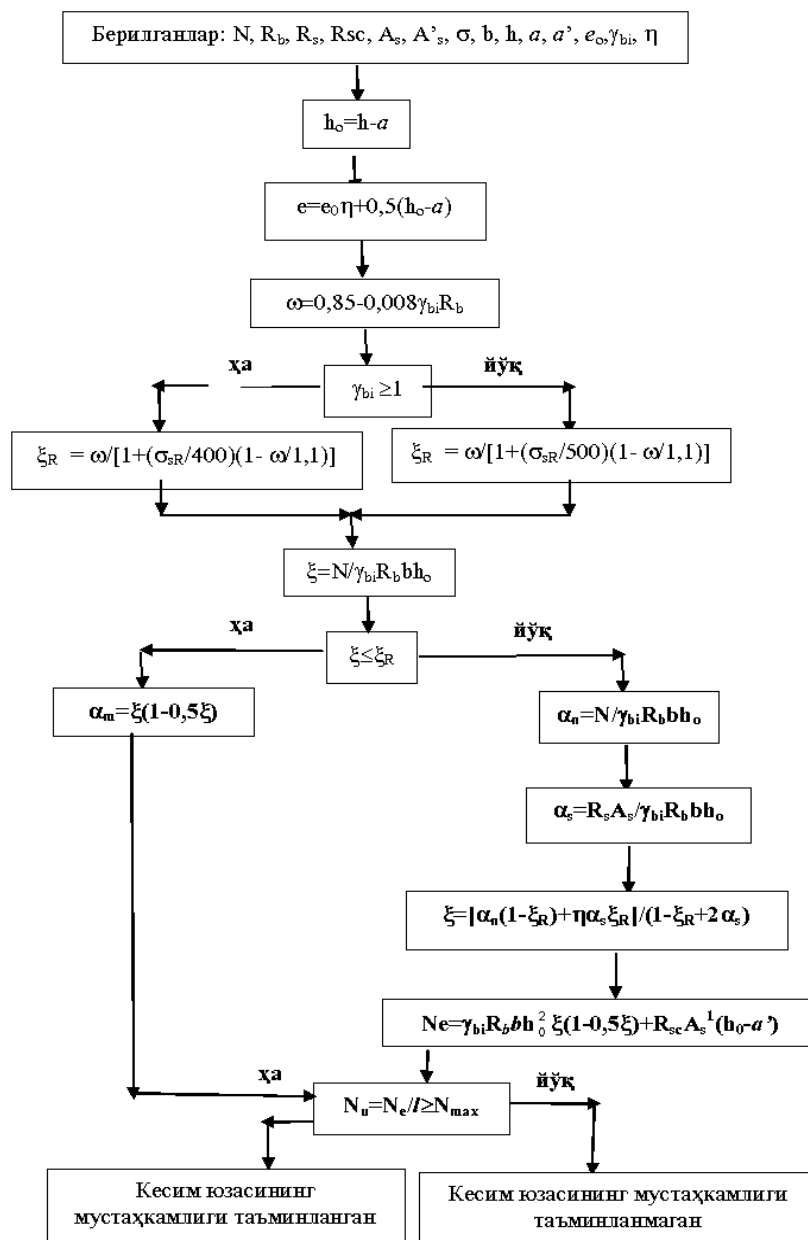


36-расм. Сиқилувчи элементларнинг ҳисоблаш тарҳи: а-тасодиқий елка – I_0 ; б – $X \leq \xi_R$ бўлган ҳол учун; в – $X \geq \xi_R$ бўлган ҳол учун

Сиқилган элементлар мустаҳкамлигини ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схемалар



37-расм. Тасодикий елкали сиқилувчи элементларда арматура юзаси $(A_s + S'_s)$ ни аниқлаш



38–расм. Симметрик арматураланган номарказий сиқилувчи элементлар кесим юзасини мустаҳкамликка ҳисоблаш

Назорат саволлари

- $\xi \leq \xi_R$ ҳоллар учун ҳисоблаш схемаларини чизинг.
- $\xi > \xi_R$ ҳоллар учун формулаларни келтириб чиқаринг
- Симметрик ва носимметрик арматураланган сиқилган элементларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш.
- Симметрик ва носимметрик арматураланган сиқилган элементларнинг мустаҳкамлигини текшириш.

Маъруза 16. Чўзилган темирбетон элементларни лойиҳалаш ва уларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш (2 соат)

Режа

- Чўзилувчи элементлар ҳисоби
- Умумий маълумотлар
- Марказий чўзилувчи элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш
- Чўзилган элементларнинг ҳисобий схемалари

- Номарказий чўзилувчи элементлар
- Чўзилган элементларни ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схема

Таянч сўзлар ва иборалар:

марказий чўзилган элемент, номарказий чўзилган элемент, уларни арматуралаш, ишлатиладиган арматура ва бетон синфи, элементнинг иш босқичи, ҳисоблаш схемаси, мувозанат тенгламаси, синиш ҳоллари, катта ва кичик эксцентриситет, мустаҳкамлик шарти, кесим танлаш ва уни текшириш, арматуралаш коэффициенти.

Чўзилувчи элементлар ҳисоби. Умумий маълумотлар. Чўзилувчи темирбетон элементларни олдиндан зўриктириш имконияти мавжуд бўлган ҳолларда улардан фойдаланилса, мақсадга мувофиқ бўлади.

Конструкция аввал чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича мустаҳкамликка ҳисобланади. Сўнгра қабул қилинган бетон ва арматура чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи (ёрик ҳосил бўлиши, ёрикнинг очилиши, деформациялар) бўйича текширилади. (1)

Бетон ва арматуранинг ҳисобий қаршиликлари ва эластиклик модуллари курилиш меъёрлари ва қоидалари КМК 2.03.01–96 [6] дан танлаб олинади. Темирбетон конструкцияларнинг тарангланмайдиган арматураси сифатида А–III синфли пўлат стержен, Вр–I синфли оддий симлардан фойдаланиш тавсия этилади. Кўндаланг арматура сифатида, айрим ҳолларда (газ, суюқлик ва сочилувчан жисм босими остида бўлган конструкцияларда) бўйлама арматура сифатида ҳам А–II ва А–I синфли пўлат стерженлар қўлланилади. Темирбетон чўзилувчи элементларнинг тарангланган арматуралари сифатида, агар элемент узунлиги 12 м дан ортмаса – А_т –V ва А_т –VI синфли мустаҳкам пўлат стерженлар, агар 12 м дан ортиқ бўлса, В –II, Вр –II синфли ўта мустаҳкам симлар ва К–7 ҳамда К–19 синфли сим арконлар ишлатилади. Бўлардан ташқари, А–V ва А–VI синфли арматуралардан фойдаланса ҳам бўлади. (2)

Марказий чўзилувчи элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш. Марказий чўзилувчи элементлар деб, бўйлама чўзувчи куч билан кесимдаги арматуралар чўзувчи зўриқишларининг тенг таъсир этувчиси устма–уст тушган темирбетон элементларига айтилади. Марказий чўзилувчи элементлар кесимнинг периметри бўйлаб симметрик равишда ёки тўлиқ кесим бўйича арматураланади. Марказий чўзилувчи темирбетон элементларнинг арматураси олдиндан тарангланмаса, элементда нисбатан кичик юклар таъсирида (арматурадаги кучланиш $\sigma_s = 20\text{--}30$ МПа бўлганда) ҳам бетонда ёриклар пайдо бўлади. Шу сабабдан марказий чўзилишга ишлайдиган элементларнинг ёрилишга бўлган бардошлилигини ошириш мақсадида, улардаги ишчи арматуралар олдиндан зўриктирилади.

Бундай элементларнинг мустаҳкамлиги қўйидаги тартибда текширилади. Статик ҳисобдан бўйлама куч N нинг қиймати аниқланади: (7)

$$N \leq R_s A_{s,\text{tot}} = \gamma_{sp} R_{sp} \Sigma A_{sp} + R_s \Sigma A_s, \quad (97)$$

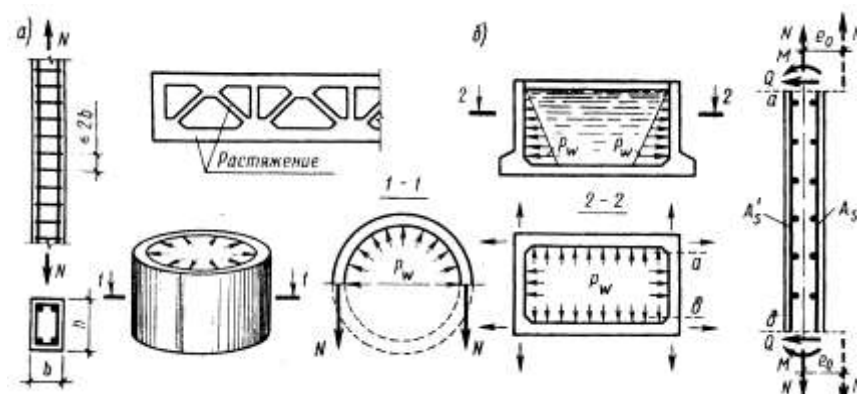
бу ерда γ_{s6} – арматуранинг иш шароити коэффициенти;

$A_{s,\text{tot}}$ – бўйлама арматураларнинг йиғинди юзаси;

ΣA_{sp} – тарангланган арматураларнинг йиғинди юзаси;

ΣA_s – оддий арматураларнинг йиғинди юзаси. Мустаҳкамликни таъминлаш учун талаб этилган бўйлама арматуранинг умумий юзаси қўйидаги формуладан топилади:

$$A_{s,\text{tot}} = N / R_s \gamma_{s6}. \quad (98)$$



39-расм. Марказий (а) ва номарказий (б) чўзилган элементларни арматуралаш

Умумий ҳолда марказий чўзилувчи элементлар ҳам зўриктирилган, ҳам зўриктирилмаган стерженлар билан арматураланганлиги учун, (43-расм, а га қ.) аввал зўриктирилмаган арматуранинг юзаси (A_s) ни аниқлаб (ёки қабул қилиб) олинади. Сўнгра ўта мустаҳкам зўриктирилган арматуранинг юзаси аниқланади:

$$A_{s,tot} = N - R_s A_{s,tot} / R_{sp} \gamma_{S6}, \quad (99)$$

бу ерда γ_{S6} – ўта мустаҳкам арматуранинг иш шароити коэффиценти.

Аниқланган умумий юзага қараб жадвалдаги сортаментдан стерженлар сонини белгилаймиз. Бунда амалдаги юза, тежамкорлик нуктаи назаридан, ҳисобий юзадан 3 % дан ортиб кетмаслиги керак.

Номарказий чўзилувчи элементлар. Номарказий чўзилувчи элементларда қўйидаги икки ҳол учраши мумкин:

а) бўйлама чўзувчи куч A_s ва A'_s арматуралари тенг таъсир этувчисининг ташқарисидан ўтади, 2- ҳол (40-расм, б);

б) бўйлама чўзувчи куч A_s ва A'_s арматуралари тенг таъсир этувчи зўриқишларининг орасида ётади, 1- ҳол (40-расм, в).

Бу икки ҳолнинг биринчисида элемент номарказий сиқилувчи элементлар сингари ҳисобланади. Бунда фақат бўйлама кучнинг ишораси тескарисига ўзгартирилади. (4)

Чўзилган элементларнинг ҳисобий схемалари

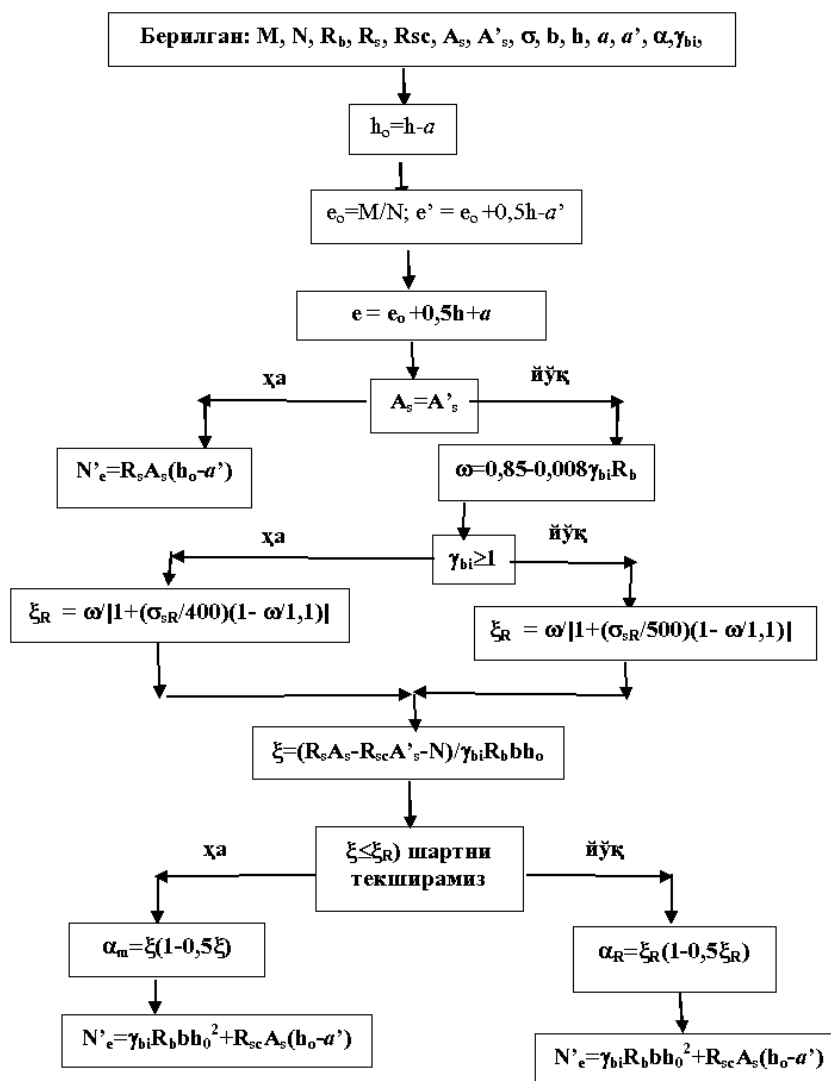
Элемент зўриктирилмаган A_s ва A'_s ҳамда зўриктирилган A_{sp} ва A'_{sp} стерженлар билан аралаш ҳолда арматураланиши мумкин. Агар A_s ва A'_s маълум бўлса (масалан, конструктив нуқтаи назардан), олдиндан зўриктирилган арматуранинг кўндаланг кесим юзаси қўйидаги формулалардан аниқланади: (8)

$$A_{sp} = Ne / [\gamma_{s6} R_{sp} (h_0 - a')] - A_s (R_s / \gamma_{s6} R_{sp}); \quad (104)$$

$$A'_{sp} = N'e / [\gamma_{s6} R_{sp} (h_0 - a')] - A'_s (R_s / \gamma_{s6} R_{sp}), \quad (105)$$

бу ерда $\gamma_{s6} = \eta$ ва арматура синфига қараб: А – IV бўлса, $\gamma_{s6} = 1,20$; А – V, В – II, Вр – II, К – 7, К – 19 бўлса, $\gamma_{se} = 1,15$; А – VI бўлса, $\gamma_{se} = 1,10$ олинади.

Чўзилган элементларни ЭХМ да ҳисоблаш учун блок схема



41–расм. Номарказий чўзилувчи элементлар кесим юзасини мустаҳкамликка ҳисоблаш

Назорат саволлари

- Темирбетон конструкцияларнинг чўзилган элементлари лойиҳалашни ўзига хос хусусиятлари.
- Марказий чўзилган элементларни ҳисоблаш.
- Ҳисобий схемани чизинг.
- Ҳисоблаш формулаларини келтиринг.

- Темирбетон конструкцияларининг номарказий элементларини синишнинг икки ҳоли учун ҳисоблаш.
- Ҳисобий схемани чизинг.
- Ҳисоблаш формулаларини келтиринг.

Маъруза 17. Темирбетон элементларнинг ёриқбардошлигини ҳисоблаш (2 соат)

Режа

- Темирбетон конструкцияларнинг ёриқбардошлиги
- Ҳисоблашнинг асосий қоидалари
- Бўйлама кучлар таъсиридаги элементлар
- Эгилувчан элементларда нормал ёрилишлар ҳисоби
- Ёриқлар очилиш энининг ҳисобий схемаси
- Элементлардаги оғма ёрилишлар ҳисоби
- Эгиладиган элементларда ёриқлар содир бўлишини ЭХМ да ҳисоблаш учун юлок схема
- Ёриқларнинг кенглигини ҳисоблаш. Умумий тушунчалар
- Нормал ёриқлар кенглигини ҳисоблаш
- Оғма ёриқларнинг кенглигини ҳисоблаш
- Олдиндан зўриқтирилган элементлардаги ёриқларни ёпилишга ҳисоблаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

ёрилишга чидамлилика кўйиладиган 1–, 2– ва 3– талаблар, қисқа ва узок муддатли юклар таъсирида очиладиган ёриқлар, ёриқбардошлик шарт, ёриқ пайдо қилиш моменти, инерция радиуси, ёриқларнинг очилиш эни, ҳисобий схема, ҳисоблаш формулалари, ёриқларнинг ёпилиши.

Темирбетон конструкцияларнинг ёриқбардошлиги. Ҳисоблашнинг асосий қоидалари. Темирбетон конструкцияларини лойиҳалаганда уларнинг мустаҳкамлиги ва устиворлигини таъминлаш билан бирга, уларнинг биқирлиги ва ёрилишбардошлигига ҳам эътибор берилади.

Биринчи босқичда ёрилишга қаршилиқ кўрсатиш, иккинчи босқичда ёриқнинг кенгайишига қаршилиқ кўрсатиш – элементнинг ёрилишбардошлиги (трешиностойкость) деб аталади. У конструкциянинг ишлаш ва эксплуатация қилиш шароити ҳамда қўлланиладиган арматура хилига (унинг чиришга чидамлилигига) боғлиқ бўлиб, уч тоифага бўлинади:

1–тоифа – ёриқлар пайдо бўлишига йўл қўйилмайди; (3)

2–тоифа – энига чекланган узок давом этмайдиган (ҳамма юкларнинг биргаликдаги таъсирдан) ёриқларнинг очилишига рухсат этилади a_{crcl} , кейин бу ёриқлар ишончли ёпилиш шарт билан (қисқа муддатли юк олингандан кейин);

3–тоифа – энига чекланган узок давом этмайдиган a_{crcl} ва узок давом этадиган a_{crcl2} ёриқлар очилишига рухсат этилади. Ҳамма юклар таъсирида узок давом этмайдиган a_{crcl} , доимий ва узок муддатли юклар таъсирида эса узок давом этадиган a_{crcl2} ёриқлар содир бўлади. Элементларнинг ёрилишбардошлиги ва эгилишини аниқлаш чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳига киради.

Темирбетон конструкцияларида ёрилишлар юк таъсирида, ҳароратнинг ўзгариши ёки бетоннинг киришиши натижасида ҳосил бўлиши мумкин. Ёриқлар элементнинг биқирлиги ва узокқа чидамлилигини камайтиради.

Элементларни ёрилишга ҳисоблаганда, ташқи кучлардан ташқари олдиндан йўқотилган зўриқишлар ҳам эътиборга олинади. Бунда нормал ва оғма ёрилишлар алоҳида равишда кўриб ўтилади.

Бўйлама кучлар таъсиридаги элементлар. Ташқи чўзувчи кучлар элементда ўқ бўйлаб чўзилиш, олдиндан уйғотилган кучланишлар эса ўқ бўйлаб сиқилишни вужудга келтиради. Ферманинг остки тасмаси, арка тортқичлари, қувур ёки резервуарларнинг деворлари ва бошқалар бунга мисол бўла олади. Ана шундай элементлар учун ёрилишбардошлик шарт куйидагича ифодаланади: (2)

$$N \leq N_{crcl}, \quad (106)$$

бу ерда N – ташқи юклардан ҳосил бўлган бўйлама куч;
 N_{crcl} – кесимга таъсир этувчи ички бўйлама куч (зўриқиш).

$$N_{crc} = R_{bt,ser} A + 2\alpha R_{bt,ser} A_s. \quad (107)$$

Агар элемент олдиндан уйғотилган бўйлама куч билан сиқилса, у ҳолда ташқи кучларнинг бир қисми ана шу сиқувчи кучни сўндиришга сарф бўлади, яъни

$$N_{crc} R_{bt,ser} (A + 2\alpha A_s) + P. \quad (108)$$

Эгиловчан элементларда нормал ёрилишлар ҳисоби. Агар ташқи кучлар моменти M ёрилиш пайдо бўлишидан бироз илгари элементда ҳосил бўладиган ички кучлар моменти M_{crc} дан кичик бўлса, у ҳолда бетон ёрилмайди, яъни

$$M \leq M_{crc}, \quad M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pe} \pm M_{rp}, \quad (109)$$

бу ерда W_{pe} – эластик пластик қаршилик моменти M_{rp} – четки ядро нуктасидан ўтувчи ўққа нисбатан сиқувчи зўриқиш P дан олинган момент, яъни ядро моменти.

$$M_{rp} = P(e_0 + r), \quad (110)$$

бунда r – кесим ядросининг энг четки нуктаси $r = \phi W_{red} / A_{red}$, $\phi = 1,6 - \sigma_b / R_{b,ser}$ e_0 – сиқувчи зўриқиш елкаси; $R_{bt,ser} W_{pl}$ – элементнинг чўзилиш зонасида дастлабки ёриқлар пайдо бўлган дақиқада бетон қабул қиладиган момент (P зўриқиш ҳисобга олинмайди) W_{pl} ни аниқлайдиган формулалар ҳам кўп. Бирок, уларнинг ичида энг қулайи куйидаги формуладир. (5)

$$W_{pl} = \gamma W_{red}, \quad (111)$$

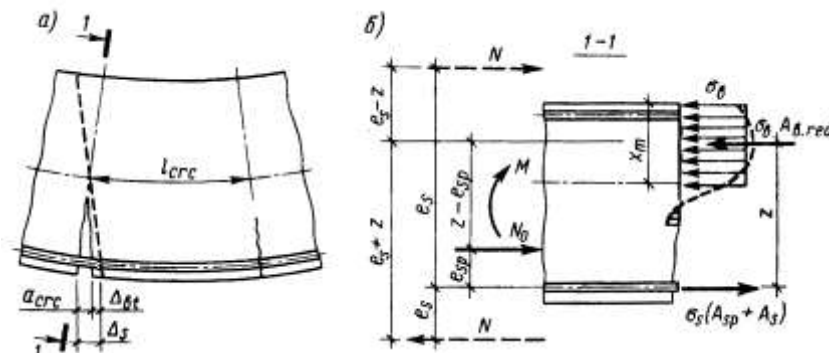
Бу ерда W_{pl} – келтирилган кесимнинг чўзилган зона бўйича келтирилган қаршилик моменти; γ – чўзилиш зонасидаги бетоннинг ноэластик деформацияларини ҳисобга олувчи коэффицент. Тўғри тўртбурчакли кесим учун $\gamma = 1,75$, қўштавр учун $\gamma = 1,5$ ва ҳоказо.

Элементни ташиш ва монтаж қилиш жараёнида ташқи юklar таъсирида сиқиладиган зонаси, аксинча, чўзилиш ҳолатига ўтиши мумкин. Бунда ёрилишбардошлик шarti куйидаги кўринишга келади:

$$M_{crc} \leq R_{bt,ser} W_{pl} - P(e_{op} - r). \quad (112)$$

Бундай ҳолда ташқи куч моменти шу босқичда таъсир этувчи юклардан (масалан, элементнинг хусусий оғирлигидан) олинади. Олдиндан зўриктирилган эгиловчан элементларни тайёрлаш вақтида нормал кесим бўйича ёриқ ҳосил бўлиши ёки бўлмаслиги 42– расмда кўрсатилган.

Ёриқлар очилиш энининг ҳисобий схемаси



42–расм. Ёриқлар очилиш энини ҳисоблашга доир: а–элемент чўзилган зонасининг деформацияси, б–ёрикли кесим ҳисобий схемаси

Элементлардаги оғма ёрилишлар ҳисоби. Бош чўзувчи кучланишлар таъсир этувчи зонада элементнинг қия кесимлари ёрилишбардошлиги текширилади. Текширув зўриқишлар бўйича

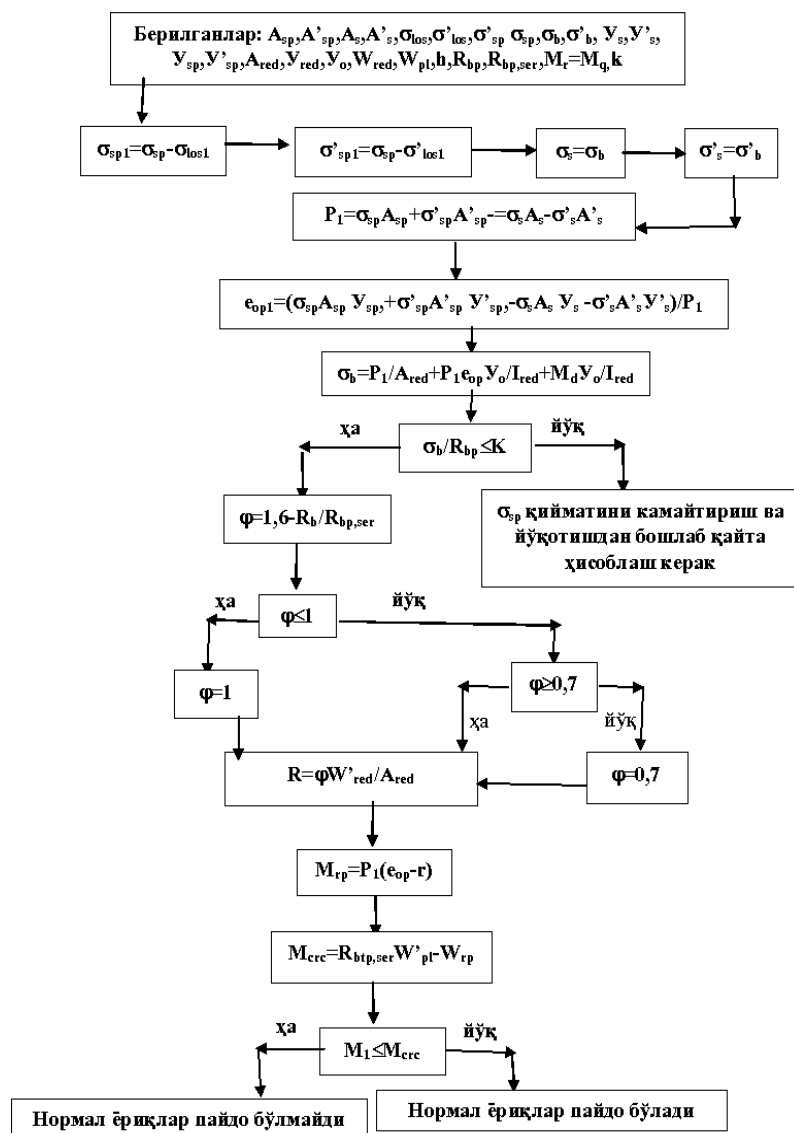
эмас, кучланишлар бўйича амалга оширилади. Бош сиқувчи ва бош чўзувчи кучланишлар аниқланади. Агар бош нормал кучланишлар қуйидаги шартларни қаноатлантирса, қия кесимлар ёрилишбардошлиги таъминланган бўлади: (8)

$$\sigma_{mc} = \gamma_{b4} R_{b,ser} \text{ бўлса, } \sigma_{mt} \leq R_{bt,ser} \quad \sigma_{mc} > \gamma_{b4} R_{b,ser} \text{ бўлса,}$$

$$\sigma_{mt} \leq R_{bt,ser} / (1 - \gamma_{b4}) (1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}), \quad (113)$$

бу ерда σ_{mt} – бош чўзувчи кучланишлар; σ_{mc} – бош сиқувчи кучланишлар; $R_{bt,ser}$ – чегаравий ҳолатлар II гуруҳи учун бетоннинг чўзилиш ҳисобий қаршилиги;

Эгиладиган элементларда ёриқлар содир бўлишини ЭХМ да ҳисоблаш учун юлок схема



43–расм. Олдиндан зўриктирилган эгилувчи элементларни тайёрлашда нормал кесим бўйича ёриқ ҳосил бўлишининг ҳисоби

Ёриқларнинг кенглигини ҳисоблаш. Умумий тушунчалар. Биз юқорида элементнинг ёрилишга кўрсатган қаршилигини кўриб ўтдик, ёрилишнинг олдини олишга уриндик. Энди темирбетон элемент дарз кетди, яъни ёриқ пайдо бўлди деб фараз этамиз. Эндиги вазифамиз шу ёриқнинг кенгаймаслигини таъминлашдан иборат бўлади, яъни элементнинг ёриқ кенгайишига бўлган қаршилигини кўриб ўтаемиз.

Ёриқни кенгайишдан асрайдиган нарса арматурадир.

Ёриқларнинг кенглигини аниқлаш масаласи кучланишлар ҳолатининг иккинчи босқичи бўйича амалга оширилади. Ҳисоб нормал ва оғма кесимлар учун бажарилиб, ёрилишбардошлиги бўйича II ва III тоифа талаблари қўйиладиган темирбетон конструкциялари кўриб ўтилади.

Ҳисобнинг мақсади ёриқлар кенглигининг назарий қиймати a_{cre} ни аниқлаш ҳамда уни рухсат этилган қиймат $[a_{cre}]$ билан таққослашдан иборатдир. Ёрилишларнинг рухсат этилган эни $[a_{cre}]$ ёрилишбардошлик тоифаларига боғлиқ қиймат бўлиб, ҚМҚ дан олинади.

Агар назарий қиймат рухсат этилган қийматдан катта чиқса, бетонга олдиндан бериладиган сиқувчи зўриқиш катталаштирилади, бетоннинг синфи оширилади ёки элементнинг кўндаланг кесими ўлчамлари катталаштирилади. (2)

Ёриқларнинг кенглиги a_{cre} кўпгина омилларга боғлиқ: бетон ва арматуранинг синфи, ўзаро ёпишув кучи, бетон ёрилган жойда арматурада вужудга келган кучланиш σ_s , ёриқлар орасидаги масофа l_{cre} ва ҳоказоларга боғлиқ.

Чўзиловчи элементни кўриб ўтаемиз, чунки бу масалада эгилиш билан чўзилиш орасида жиддий тафовутлар йўқ.

Ёриқ кенглиги a_{cre} қуйидаги $a_{cre} = \Delta l_s - \Delta l_b$ ифодадан аниқланиши мумкин. Ифодадаги Δl_s жуда кичик сон (0,0001) бўлгани учун, уни эътиборга олмаса ҳам бўлади. Абсолют деформацияни нисбий деформация орқали ифодалаймиз:

$$a_{cre} = \varepsilon_{sc} l_{cre}; \quad a_{cre} = \varphi_s \varepsilon_s l_{cre}; \quad a_{cre} \leq [a_{cre}] = 0,2 \dots 0,3 \text{ мм.} \quad (114)$$

Нормал ёриқлар кенглигини ҳисоблаш. Қурилиш меъёрлари /6/ нормал ёриқларнинг ўртача кенглигини аниқлаш учун қуйидаги эмпирик формулани тавсия этади:

$$a_{cre} = \delta \varphi \eta (\sigma_s / E_s) / 20 (3,5 - 100 \mu) d^{1/3}, \quad (115)$$

бу ерда δ —элементдаги кучланиш ҳолатини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, эгиловчи ва номарказий сиқилувчи элементлар учун 1, чўзиловчи элементлар учун 1,2 олинади; φ_e — юкнинг таъсир этиш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати 1...1,5 оралиғида бўлади; η — бетон билан арматуранинг ёрилиши даражасини ҳисобга олувчи коэффициент. Даврий профилли стерженлар учун I, Вр — I ва Вр — II синфли симлар учун 1,2; В — II синфли силлиқ симлар учун 1,4 олинади; σ_s —бўйлама арматурадаги кучланиш; $\mu = A_s / b h_0$ — кесимнинг арматуралаш коэффициенти; d — арматура диаметри, мм.

Чўзиловчи арматурадаги кучланиш қуйидаги формулалардан топилади: марказий чўзиловчи элементларда

$$\sigma_s = (N - P) / (A_s + A_{sp}); \quad (116)$$

эгиловчи элементларда

$$\sigma_s = [M - P(Z - e_{sp})] / (A_s + A_{sp}) Z; \quad (117)$$

номарказий сиқилувчи элементларда

$$\sigma_s = [N(e_s \pm Z) - P(Z - I_{sp})] / (A_s + A_{sp}) Z \quad \text{ва ҳоказо.} \quad (118)$$

Агар олдиндан уйғотилган кучланишлар бўлмаса, $P=0$ бўлади.

Оғма ёриқларнинг кенглигини ҳисоблаш. Оғма ёриқларнинг кенглигига кўндаланг арматуралар (хомутлар, букилган стерженлар) сезиларли таъсир этади. Хомутларнинг кўпайиши оғма ёриқлар энининг камайишига олиб келади. Бўйлама арматуралар оғма ёриқлар кенглигига кам таъсир этади. (4)

Хомутлар билан арматураланган эгиловчи элементларда оғма ёриқларнинг кенглиги қуйидаги эмпирик формуладан топилади:

$$a_{\text{crс}} = \varphi_{\text{с}} 0,6 \sigma_{\text{sp}} d_{\text{sw}} \eta / [(E_{\text{s}} d_{\text{sw}} / h_0) + 0,15 E_{\text{b}} (1 + 2 \alpha \eta \mu_{\text{w}})], \quad (119)$$

бу ерда d_{sw} —хомутлар диаметри; σ_{sw} — хомутлардаги кучланишлар

$$\sigma_{\text{sw}} = (Q - Q_{\text{b1}}) / A_{\text{sw}} h_0 \leq R_{\text{s,ser}};$$

Q —ташки юклардан ҳосил бўлган кўндаланг куч; Q_{b1} — кўндаланг арматурасиз, бетоннинг ўзи қабул қиладиган кўндаланг куч; A_{sw} — бир текисликдаги хомутларнинг кўндаланг кесим юзаси; $\alpha = E_{\text{s}} / E_{\text{b}}$ арматуранинг бетонга келтириш коэффициентини; $\mu_{\text{w}} = A_{\text{sw}} / b s$ кўндаланг арматуралаш коэффициентини; S —хомутлар орасидаги масофа; b —элементнинг эни.

Олдиндан зўриқтирилган элементлардаги ёриқларни ёпилишга ҳисоблаш. Ёриқларнинг ёпилишига фақат ёрилишбардошлик бўйича иккинчи тоифа талаблари қўйиладиган элементларгина ҳисобланади. Бундай элементларда тўлиқ меъёрий юк таъсирида бирозгина нормал ва оғма ёриқлар пайдо бўлишига йўл қўйилади, аммо доимий ва узоқ муддатли юклар таъсирида бу ёриқлар беркилиб қолиши шарт.

Агар эгиловчи, номарказий сиқилувчи ва номарказий чўзилувчи элементларди доимий ва узоқ муддатли юклар таъсирида кесим сиқилса, у ҳолда нормал ёриқларни ёпилган деб ҳисоблаш мумкин. 0,5 МПа дан кам бўлмаслиги лозим, яъни қуйидаги шарт бажарилиши зарур: **(6)**

$$[P(e_{\text{op}} + r) - M_{\text{r}}] / W_{\text{red}} \geq 0,5 \text{ МПа}, \quad (120)$$

бу ерда M_{r} — энг узоқ ядро нуктасидан ўтувчи ўққа нисбатан ташқи кучлардан олинган момент. Эгилунчан элементлар учун $M_{\text{r}} = M$, номарказий сиқилган ёки чўзилган элементлар учун $M_{\text{r}} = N(e_0 \pm r)$.

Нормал ва оғма ёриқлар тарангланган арматурада пластик деформациялар ҳосил бўлмаган тақдирдагина пухта ёпилади. Бунинг учун қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$\sigma_{\text{sp}} + \sigma_{\text{s}} \leq 0,8 R_{\text{s, ser}}, \quad (121)$$

бу ерда σ_{s} — тарангланган арматурада ташқи юклардан ҳосил бўлган кучланиш орттирмаси бўлиб, (116)–(118) формулалардан топилади.

Назорат саволлари

- Конструкцияларнинг ёриқбардошлиги бўйича қандай тоифали талаблар қўйилади?
- Ёрилишга чидамлилиққа қўйиладиган асосий талаблар нимадан иборат?
- Ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблаш кучланганликнинг қайси босқичига асосланган.
- Ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблаш.
- Ёриқлар очилиш энини ҳисоблаш кучланганликнинг қайси босқичига асосланган?
- Ёриқлар очилиш энини ҳисоблаш.
- Ёриқларнинг ёпилишига ҳисоблаш.

Маъруза 18. Эгиладиган темирбетон элементларнинг деформациясини ҳисоблаш

(2 соат)

Режа

- Деформацияни ҳисоблаш
- Ҳисоблашнинг асосий қоидалари
- Ёриқсиз участкаларда темирбетон элементларининг эгрилиги
- Ёриқли участкаларда темирбетон элементларнинг эгрилиги
- Солқиликни аниқлашнинг ҳисобий схемаси
- Темирбетон элементларининг солқилигини аниқлаш

Таянч сўзлар ва иборалар:

солқилик, эгрилик радиуси, ҳисобий схема, ҳисоблаш тартиби, ҳисобий формулалар, солқилик.

Деформацияни ҳисоблаш. Ҳисоблашнинг асосий қоидалари. Темирбетон элементларнинг деформациялари технологик, конструктив ва эстетик талаблар асосида белгиланадиган маълум меъёрдан ошмаслиги даркор. Технологик талаблар ускуналар, машиналар, кўприк кранлари ва бошқаларнинг нормал ишлашини таъминлашдан келиб чиқади. Конструктив талаблар деформацияга ҳалақит берувчи ёндош элементларнинг таъсирини, белгиланган нишабликни таъминлаш заруриятини эътиборга олади ва ҳоказо. Эстетик талаблар одамларнинг конструкция ҳақидаги таассуротларини ҳисобга олади (масалан, ёпмаларнинг сезиларли даражадаги солқиликлари, гарчи улар ҳавфсиз бўлсада, одамларда салбий ҳаяжон уйғотиши мумкин).

Деформацияларни технологик ва конструктив чеклаш учун бажариладиган ҳисобларда доимий, узок муддатли ва қисқа муддатли юklar эътиборга олинади, эстетик талабларда факат доимий ва узок муддатли юklar таъсирига ҳисобланади. Элементлар деформациясини ҳисоблашда меъёрий юklar ишончлилик коэффиценти $\gamma_f=1$ га кўпайтирилади. (1)

Элементлар деформациясини ҳисоблаш деганда уларнинг солқиликлари, бурилиш бурчаклари ва тебраниш амплитудаларини аниқлаш ва уни чегаравий қиймати билан таққослаш тушунилади ($f \leq f_u$). Бу микдорларни аниқлашда қурилиш механикаси формулаларидан фойдаланилади.

Яхлит эластик элементларнинг деформацияларини (солқилиги, огиш бурчаги) аниқлаш қийин эмас. Темирбетон элементларининг деформациясига ёриқлар ва бошқа омилар сезиларли таъсир этади. Бу эса масалани анча мураккаблаштиради.

Темирбетон элементларининг солқиликлари эгриликлар (кривизна) орқали аниқланади. Эгрилик ёриқли ва ёриқсиз участкаларда алоҳида аниқланади,

Ёриқсиз участкаларда темирбетон элементларининг эгрилиги. Эгиладиган ва номарказий юкланган темирбетон элементларининг ёриқсиз участкалардаги тўла эгрилиги қуйидаги формуладан аниқланади: (7)

$$1/r = (1/r)_1 + (1/r)_2 - (1/r)_3 - (1/r)_4, \quad (122)$$

бу ерда $(1/r)_1$ ва $(1/r)_2$ – мос равишда қисқа ва узок муддат таъсир этувчи юklar таъсирида ҳосил бўладиган эгрилик бўлиб, (123) формуладан топилади.

$$1/r = M\varphi_{b2}/(0,85E_bI_{red}), \quad (123)$$

бунда φ_{b2} – бетоннинг узок тоб ташлаши натижасида деформациясини ошишини ҳисобга олувчи коэффицент; қисқа муддатли юklarда $\varphi_{b2}=1$; доимий ва узок муддатли юklarда, ҳамда муҳит намлиги 40–75% бўлганда, $\varphi_{b2}=2$; муҳит намлиги 40% бўлганда, $\varphi_{b2}=3$; 0,85 – бетоннинг қисқа муддатли тоб ташлашини ҳисобга олувчи коэффицент.

$(1/r)_3$ – олдиндан уйғотилган сиқувчи куч P , таъсирида қабарган элементнинг эгрилиги кучланишларнинг йўқолишини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги формуладан топилади (масалан, элемент фойдаланиш босқичида):

$$(1/r)_3 = P_2 e_{opf}/(0,85E_bI_{red}), \quad (124)$$

бунда P_2 –ҳамма йўқолишларни ҳисобга олган ҳолда сиқувчи куч.

$(1/r)_4$ –сиқувчи куч таъсиридаги элементда киришиш ва тоб ташлаш оқибатида қабарган элементнинг эгрилиги.

$$(1/r)_4 = (\epsilon_b - \epsilon'_b)/h_0, \quad (125)$$

бу ерда ϵ_b ва ϵ'_b – сиқув остида бўлган бетоннинг киришиши ва тоб ташлашидан ҳосил бўлган нисбий деформация бўлиб, мос равишда чўзилган арматуранинг оғирлик маркази ва бетоннинг четки сиқилган толаси сатҳида аниқланади. Агар олдиндан зўриқтирилган

элементларда (масалан, тўсиннинг юқори қатламида) қабариш оқибатида ёриқлар пайдо бўлса, у ҳолда $(1/r)_1$; $(1/r)_2$ ва $(1/r)_3$ эгриликлар 15 % га, $(1/r)_4$ эгрилик эса 25 % га оширилади. (123) формуладаги φ_{b2} – бетондаги тоб ташлаш оқибатида биқирликнинг камайишини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, бетоннинг намлиги 40 % дан ортиқ бўлса, $\varphi_{b2} = 2$, кам бўлса $\varphi_{b3} = 3$ олинади.

(2)

Ёриқли участкаларда темирбетон элементларнинг эгрилиги. Чўзилиш зонасида ёриқлари бўлган элементлар деформациясини ҳисоблаш назарияси В. И. Мурашев томонидан асосланган. Бу назарияга кўра ҳисоблаш жараёнида темирбетоннинг реал физик хоссалари инобатга олинади, жумладан, чўзилиш зонасида ёриқлар оралиғидаги бетоннинг иши, бетоннинг сиқилиш зонасидаги ноэластик деформациялари ва бошқалар ҳисобда қатнашади. Ҳисоблашнинг бу усули кейинги йилларда янада такомиллашди ва олдиндан зўриктирилган, номарказий сиқилувчи ва чўзилувчи элементлар ҳисобига кенг татбиқ этила бошлади.

Соф эгилиш зонасидаги темирбетон элементининг эгрилигини кўриб чиқамиз (44–расм).

Ёриқлар эгилювчан элементларнинг чўзилиш зонасида узунлиги I_{cre} бўлган алоҳида участкаларга ажратади. Бунда энг катта кучланиш (деформация) чўзилиш зонасидаги бетон ишдан чиққан ёриқли кесимда вужудга келади. Ёриқлардан узоқлашган сари кучланиш (деформация) камай боради.

Формулага керакли қийматларни қўйиб ва $A_{b,red} = (\varphi_f + \xi)bh_0$ эканини эътиборга олиб, оддий арматурали эгилювчи элементлар учун эгрилик тенгламасини оламиз:

$$1/r = (M/h_0z) \{ \psi_s/E_0A_s + \psi_b/[vE_b(\varphi_f + \xi)bh_0] \}. \quad (126)$$

Агар элементга бўйлама сиқувчи куч N_{tot} (ёки олдиндан зўриктирувчи куч) қўйилган бўлса, унда формула куйидаги кўринишга эга бўлади.

$$1/r = (M/h_0z) \{ \psi_s/E_0A_s + \psi_b/[vE_b(\varphi_f + \xi)bh_0] \} - N_{tot}\psi_s/E_sA_s h_0, \quad (127)$$

бунда M – чўзилган арматура оғирлик марказига нисбатан олинган эгувчи момент; N_{tot} – сиқувчи кучни ҳисобга олувчи тенг таъсир этувчи бўйлама куч; ψ_s – ёриқлар орасидаги бетоннинг ишини ҳисобга олувчи коэффициент; ψ_b – бетоннинг сиқилиш зонасидаги деформацияларнинг нотекислигини ҳисобга олувчи коэффициент; φ_f – тавр шаклли кесим сиқилган токчасини ҳисобга олувчи коэффициент; v – бетоннинг сиқилиш зонасидаги ноэластик деформацияларни ҳисобга олувчи коэффициент.

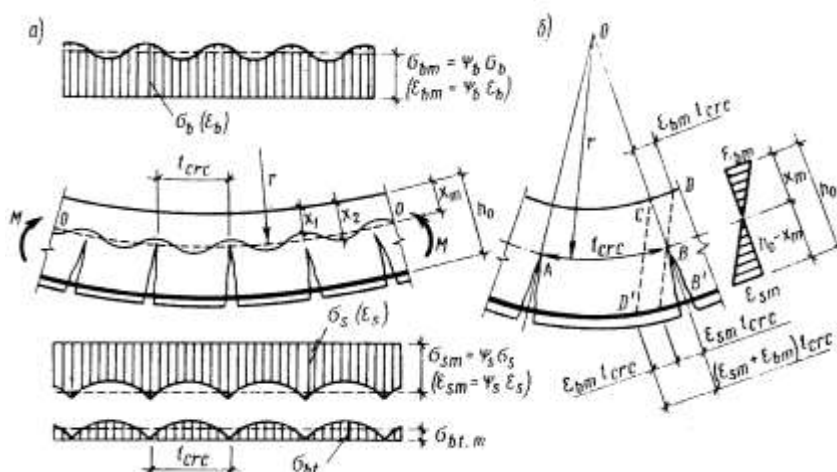
Агар v коэффициентига батафсилроқ изох берадиган бўлсак, у бетон сиқилиш зонасидаги энг четки толанинг эластик деформациясининг тўлиқ деформацияга бўлган нисбатини ифодалайди. Тўлиқ деформация эластик ва ноэластик (тоб ташлаш, киришиш, пластик) деформациялардан ташкил топиб, таъсир этаётган юкнинг давомийлигига боғлиқ бўлади. Юкнинг таъсир этиш муддати қисқа бўлса, меъёрларда $v=0,45$ олинади. Агар юк узоқ муддат таъсир этса, у ҳолда v нинг қиймати қурилиш ҳудудининг иқлим шароитига қараб белгиланади: масалан, ҳавонинг ўртача нисбий намлиги 40–75 % бўлса, $v=0,15$, намлик 40% дан кам бўлса (Марказий Осиё учун), $v=0,10$ деб олинади /6/.

Чўзилиш зонасида ёриқларга эга бўлган элементнинг тўлиқ эгрилиги куйидаги формула ёрдамида аниқланади: (5)

$$1/r = (1/r)_1 - (1/r)_2 - (1/r)_3 - (1/r)_4, \quad (128)$$

бу ерда $1/r$ – тўлиқ юкнинг узоқ муддатли таъсиридан ҳосил бўлган эгрилик; $1/r$ – юкнинг узоқ муддат таъсир этувчи қисмидан ҳосил бўлган бошланғич (қисқа муддатли) эгрилик; $(1/r)_3$ юкнинг узоқ муддат таъсир этувчи қисмидан ҳосил бўлган тўлиқ эгрилик. Мазкур эгриликлар (124) формуладан аниқланади. (44– расм). Бунда $(1/r)_1$ ва $(1/r)_2$ ни аниқлашда ва v юкнинг қисқа муддат, $(1/r)_3$ эса узоқ муддат таъсир этишига мос равишда танланади. $(1/r)_4$ бетон R кучи билан сиқилганда киришиш ва тоб ташлаш натижасида вужудга келадиган эгрилик бўлиб, у вақт ўтиши билан ривожланиб боради ва (125) формуладан топилади.

Солқиликни аниқлашнинг ҳисобий схемаси



44-расм. Эгилувчи элементнинг ёриқлари орасидаги тархи:
а – эгилишдаги деформациялар ҳолати; б – деформация эпюраси

Темирбетон элементларининг солқилигини аниқлаш. Элементнинг солқилиги умуман $f=f_m+f_Q$ формула бўйича аниқланади, бу ерда f_m ва f_Q эгилиш ва силжиш деформациялари туфайли ҳосил бўладиган солқиликлар. Материаллар қаршилиги фанидан

$$f = \varphi_m(1/r)l^2, \quad (129)$$

бунда φ_m – элемент ҳисобий схемаси ва юк турига боғлиқ бўлган коэффицент; ёйиқ юк таъсир этаётган эркин тиралган тўсин учун $\varphi_m=5/48$, йиғиқ куч оралик ўртасига таъсир этаётганда $\varphi_m=1/12$; иккита тенг йиғиқ куч таянчдан a масофада таъсир этаётганда $\varphi_m=1/8 - a^2/(16l^2)$; ёйиқ юк таъсир этаётган консолли тўсин учун $\varphi_m=1/4$; эркин тиралган тўсинда йиғиқ куч таъсир этаётганда $\varphi_m=1/3$; $[1/r = (1/r)_1 - (1/r)_2 + (1/r)_3]$ – энг катта эгувчи момент таъсирида кесимдаги тўла эгрилик.

Назорат саволлари

- Солқилик қайси омилларга биноан аниқланади?
- Эгрилик радиусини аниқлаш тартибини келтиринг.
- Ҳисобий схемани чизинг.
- Солқиликни ҳисоблаш тартиби.

Адабиётлар

1. Асқаров Б.А., Низомов Ш.Р., Ҳобилов Б.А. Темирбетон ва тош–ғишт конструкциялари. Т.: Ўзбекистон, 1997. – 357 б.
2. Ашрабов А.А., Зайцев Ю.В. Курилиш конструкциялари. Т.: Ўқитувчи, 1988. – 302 б.
3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1991. – 766 с.
4. Берген Р.И. и др. «Инженерные конструкции». М.: Высшая школа, 1983. – 410 с.
5. Зайцев Ю.В., Ашрабов А.А. Строительные конструкции. Т.: Мехнат, 1989. – 340 с.
6. КМК 2.03.01–97. Бетон ва темирбетон конструкциялари. Т.: Ўзархитеккурилиш, 1996. – 79 б.
7. КМК 11–6–97. Юк ва таъсирлар: Лойиҳалаш меъёрлари. Т.: Ўзархитеккурилиш, 1997. – 60 б.
8. Бондаренко В.М. Строительные конструкции. М.: Стройиздат. 2004. – 795 с.

Халқаро шартли белгилар

1984 йилдан эътиборан қурилиш конструкцияларини лойиҳалаш меъёрларида (жумладан, СНиП 2.03.01 – 84 да) ҳарфий белгилашларнинг янги тизимига ўтилган бўлиб, стандартлаш бўйича Халқаро ташкилот (ИСО)нинг 3898 рақамли «Белгилар ва асосий рамзлар» халқаро стандартига мос келади.

Янги ҳарфий белгилар қуйидаги қоидаларга асосланади.

Асосий ҳарфий белги латин ёки грек алифбосининг босма ёки ёзма ҳарфларидан олинади. Зарур ҳолларда асосий белги бир ёки бир неча индекс билан таъминланади. Индекслар ҳарфий ёки рақамли бўлиши мумкин.

Ҳарфий индекслар бир, икки ёки уч ҳарфдан иборат бўлади ва тегишли атаманинг қисқартмаси саналади. Бир ҳарфли индекс турли маънолар англатган ҳолларда икки ва уч ҳарфли индекслар қўлланилади. Рақамли индекслар арабча бўлиб, ҳарфдан кейин жойлашади.

Миқдорларни латинча ёзма ҳарфлар билан белгилаш

Номи	Белгиси	Манба
Масофа, ўлчам	A	
Кенглик	b, broud	(броуд), кенг
Баландлик	A, height	(хейт), баландлик
Сиқилиш зонаси баландлиги	X	
Қалинлик	t, thickness	(тыкнис), қалинлик
Ички жуфт елкаси	z	
Элемент узунлиги	l, length	(ленгт), узунлик
Хомутлар орасидаги масофа	s, step	(стэп), кадам
Эксцентриситет	e, exentricity	(эксцентрисити), елка
Радиус, ядро масофаси	r, radius	(рэдиус), радиус
Кесимнинг инерция радиуси	i, inertia	(инёшие), инерция
Ниманингдир сони	n, number	(намбе), сони
Солқилик	f, flexure	(флэсие), эгилиш
Координатлар	x, y, г	

Миқдорларни латинча босма ҳарфлар билан белгилаш

Номи	Белгиси	Манба
Ташки куч	F, forse	(фоос) – куч
Буровчи момент	T, torsion	(тошн) – буралиш
Олдиндан зўриктириш	P, pristression	(пристрешн), олдиндан
кучи		зўриктириш
Юза	A, aria	(эриэ), юза
Статик момент	S, static	(стэтик), статик
Инерция моменти	J, inertia	(инёшие), инерция

Бир ҳарфли индекслар

Номи	Белгиси	Манба
Бетон	b, beton	бетои
Сиқилиш	c, compression	(компрешн), сиқиш
Тўсин токчаси	f, flange	(флэнж), токча
Куч	f, force	(фоос), куч
Меъёрий (меъёрий)	n, norm	(ном), (меъёр)
Зўриктириш	p, prestressed	(пристрэнд), зўриқиш
Арматура	s, steel	(стил), пўлат
Чўзилиш	t, tension	(тэншн), чўзилиш
Чегаравий	u, ultimate	(алтимит), чегара

Ҳажм	v, volume	(волюм), ҳажм
Тўсин девори	w, web	(вэб), деворча
Оқиш чегараси	y, yeld	(йлд), оқиш чегараси
Узоқ муддатли	1, long	(лонг), узун

Икки ҳарфли индекслар

Номи	Белгиси	Манба
Критик	cr, critical	(критикэл), критик
Эффектив	ef, effective	(ифэктив), фойдали
Эластик	el, elastic	(илэстик), эластик
Пластик	pl, plastic	(плэстик), пластик

Уч ҳарфли индекслар

Номи	Белгиси	Манба
Ташқи	ext, external	(икстэнэл), ташқи
Ички	int, internol	(интэнэл), ички
Келтирилган	red, reduce	(ридюз), келтириш
Фойдаланиш	ser, service	(сёвис), эксплуатация
Йигинди	tot, total	(тоутэл), йиғинди
Назорат қилинувчи	con, control	(контрол), назорат
Экспериментал	exp, experimental	(икспериментэл), тажрибавий
Ёрик	crc, crack	(крэк), ёрик
Халқавий	cir, circle	(сёкл), айлана
Оғма	inc, inclined	(инклаинд), оғма
Маҳаллий	loc, local	(лоукэл), локал
Таянч	sup, support	(сапот), ушлаб турмоқ
Қирқиш	cut, cut	(кат), қирқиш

2 – илова

Маърузалар ва уларнинг мазмуни	[Адабиёт] – бетлар
Маъруза 1. Қурилиш конструкциялари. Бино ва иншоотлар тўғрисида асосий маълумотлар	[1]–3–4, [2]–4–12, [3]–3–8, [4]–5–7
Маъруза 2. Бетон ҳақида асосий маълумотлар. Бетоннинг асосий хосса ва тавсифлари	[1]–12–27, [2]–91–98, [3]–9–35, [4]–180–190
Маъруза 3. Арматура ва арматура буюмлари. Темирбетон	[1]–30–30, [2]–98–103, [3]–36–52, [4]–190–200
Маъруза 4. Олдиндан зўриккан темирбетон конструкциялар. Бетон билан арматуранинг бирикуви. Арматураларни анкерлаш	[1]–47–51, [2]–103–108, [3]–53–77, [4]–200–206
Маъруза 5. Арматурадаги олиндан зўриқишнинг йўқолиши	[1]–58–68, [2]–113–121, [3]–103–108, [4]–208–212
Маъруза 6. Олдиндан зўриккан темирбетон элементлардаги кучланишларни аниқлаш	[1]–62–63, [2]–121–123, [3]–101–103, 108–110, [4]–212–214

Маъруза 7. Эгиладиган темирбетон элементларнинг кучланганлик ҳолати	[1]–63–66,[2]–127–131, [3]–77–81,110–120, [4]–215–220
Маъруза 8. Курилиш конструкцияларини ҳисоблаш асослари ва усуллари. Темирбетон конструкцияларини чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблаш	[1]–39–46,[2]–6–17,109, [3]–81–89,98–100, [4]–5–13,220–227
Маъруза 9. Эгилувчи темирбетон элементлар. Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш асослари	[1]–51–56,[2]–123–127, [3]–125–135, [4]–227–239
Маъруза 10. Темирбетон элементларнинг нормал кесимлари бўйича мустаҳкамлиги. Тўғри тўртбурчак шаклидаги якка арматурали кесим мустаҳкамлиги	[1]–65–81,[2]–132–135, [3]–135–142, [4]–239–244
Маъруза 11. Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурали кесим мустаҳкамлиги	[1]–81–83,[2]–135–136, [3]–142–143, [4]–244–246
Маъруза 12. Тавр шаклидаги кесим мустаҳкамлиги	[1]–136–139,[2]–83–85, [3]–143–147, [4]–126–252
Маъруза 13. Эгилувчан темирбетон элементлар қия кесимларининг мустаҳкамлиги	[1]–95–107,[2]–145–151, [3]–150–162,[4]–252–264
Маъруза 14. Сиқилган темирбетон элементларни лойиҳалаш	[1]–167–181, [2]–152–164, [3]–162–187,[4]–264–279
Маъруза 15. Сиқилган темирбетон элементларни ҳисоблаш	[1]–167–181, [2]–152–164, [3]–162–187,[4]–264–279
Маъруза 16. Чўзилган темирбетон элементларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш	[1]–182–189, [2]–164–167, [3]–187–193, [4]–279–284
Маъруза 17. Темирбетон элементларда ёриқлар пайдо бўлиши, очилиш ва ёпилишига ҳисоблаш	[1]–189–202, [2]–138–141, [3]–199–225, [4]–284–298, [6]–238–253
Маъруза 18. Эгилувчи темирбетон элементларнинг деформациясини ҳисоблаш	[1]–202–213, [2]–141–145, [3]–225–237, [4]–298–304, [6]–243–251

Мундарижа

Маърузалар ва уларнинг мазмуни	Бет
Маъруза 1. Курилиш конструкциялари. Бино ва иншоотлар тўғрисида асосий маълумотлар	4
Маъруза 2. Бетон ҳақида асосий маълумотлар. Бетоннинг асосий хосса ва тавсифлари	9
Маъруза 3. Арматура ва арматура буюмлари. Темирбетон	18
Маъруза 4. Олдиндан зўриккан темирбетон	26

конструкциялар. Бетон билан арматуранинг бирикуви	
Маъруза 5. Арматурада олинган зўриқилганнинг йўқолиши	34
Маъруза 6. Олинган зўриқилган элементлардаги кучланишларни аниқлаш	38
Маъруза 7. Эгилган темирбетон элементларнинг кучланганлик ҳолати	43
Маъруза 8. Қурилиш конструкцияларини ҳисоблаш асослари ва усуллари. Темирбетон конструкцияларини чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблаш	48
Маъруза 9. Эгилувчи темирбетон элементлар. Олинган зўриқилган темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш асослари	53
Маъруза 10. Темирбетон элементларнинг нормал кесимлари бўйича мустаҳкамлиги. Тўғри тўртбурчак шаклидаги яқка арматурали кесим мустаҳкамлиги.	63
Маъруза 11. Тўғри тўртбурчак шаклидаги қўш арматурали кесим мустаҳкамлиги	69
Маъруза 12. Тавр шаклидаги кесим	73
Маъруза 13. Эгилувчан темирбетон элементлар қия кесимларининг мустаҳкамлиги.	77
Маъруза 14. Сиқилган темирбетон элементларни лойиҳалаш	83
Маъруза 15. Сиқилган темирбетон элементларни ҳисоблаш	87
Маъруза 16. Чўзилган темирбетон элементларни лойиҳалаш ва уларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш	92
Маъруза 17. Темирбетон элементларнинг ёриқлар пайдо бўлиши, очилиши ва ёпилишига ҳисоблаш	98
Маъруза 18. Эгилувчи темирбетон элементларнинг деформациясини ҳисоблаш	105
Адабиётлар	109
Илова 1	110
Илова 2	114

Шожалилов Ш.Ш.
Қурилиш конструкциялари

Маърузалар матни
I қисм

ТАЙЛҚЭИ