

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ  
ХУЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХУЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ  
ИНЖЕНЕРЛАРИ ИНСТИТУТИ

“ҚИШЛОҚ ХУЖАЛИГИ ҚУРИЛИШИ” КАФЕДРАСИ

В 541000 - “ГИДРОИНЖЕНЕРИЯ”  
В 540900 - “МЕЛИОРАЦИЯ ВА СУВ ХУЖАЛИГИ”  
ЎУНАЛИШДАГИ БАКАЛАВР УЧУН

**“ИНЖЕНЕРЛИК  
ҚОНСТРУКЦИЯЛАРИ” ФАНИДАН**

**МАЪРУЗАЛАР МАТНИ**

ТОШКЕНТ- 2000 й

Инженерлик конструкциялари фанидан маърузалар матни мазкур фанни уқитишдаги куп йиллик тажрибаларга асосланган ҳолда В 541000 -"Гидроинженерия" ва В 540900 - "Мелиорация ва сув хужалиги" йуналишларидаги бакалаврлар учун Ўзбекистон Республикаси Олий уқув Юртлариаро илмий методик кенгаши томонидан тасдиқланган намунавий дастур асосида тузилган.

Тузувчи: кат.уқит.МУСЛИМОВ Т.Д.

"Қишлоқ хужалиги қурилиши"  
кафедраси мудири  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000 й.

МИРЗАЕВ А.Г.

Маърузалар матни ГМ факультети услубий кенгашида қуриб чиқилган ва уқув жараёнида фойдаланиш учун рухсат берилган (№ \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000й.)

Услубий кенгаш раиси,проф.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000 й.

РАХИМБАЕВ Ф.М.

В 541000 “Гидроинженерия”, В 540900 “Мелиорация ва сув хужалиги” бакалавриат йуналиши талабалари учун “Инженерлик конструкциялар” фанидан тузилган. Маърузалар матнидан В 541100 - “Фермерлик хужалигини ташкил этиш ва унинг техник сервис” бакалавриат йуналиши талабаларига “Курилиш конструкциялар” фанини уқитишда тулик фойдаланиш мумкин. Чунки тузилган маърузалар матни “Курилиш конструкциялар” фанини уқитишдаги барча мавзуларни узига камраб олган.

## **МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАР**

### **МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАР ХАКИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР. МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРГА ИШЛАТИЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАР**

Пулат ёки алюминий котишмалардан тайёрланган металл конструкциялар темир-бетон конструкцияларга караганда нисбатан кичик массага, тайёрлаш ва монтаж қилишини етарли даражада оддий, бироқ коррозияга тез чалиниши туфайли оширилган эксплуатацион чиқимларга эса бўлади.

Пулат конструкциялар ораликлари катта (иситиладиган биноларда 30 м дан ундан ортиқ), баландлиги улкан ва куп кутарадиган куприк крани буладиган саноат бинолари қуришга ишлатилади. Пулат конструкциялар ораликлари катта жамоат бинолари (курғазма павильонлари), осмоннупар иморатлар, минорали иншоотларга, листланган конструкциялар эса резервуарлар, газгольдерлар, бункерлар, трубопроводлар ва ш.у.ларга ҳам ишлатилади. Типик булмаган қурилишнинг алоҳида объектларини кутаришда, техник усқуналаш учун иш майдончаси қилишда, мавжуд биноларни реконструкциялашда пулат конструкциялар ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади.

1982 йил 1 январдан СНиП П-23-81 га “Пулат конструкциялар” деб киритилган янги боб амалда жорий қилинган, Бу бобни киритишдан асосий мақсад пулатни тежаш, шунингдек, пулат конструкцияларни тайёрлашнинг сермехнат-лилигини камайтиришга қаратилган металл конструкциялар лойиҳалаш ва материалларга қуйиладиган талаблар, ҳисоблашлар ва конструкциялашнинг янги қоидаларини амалда жорий қилишдан иборатдир. СНиП П-23-81 га янги боб киритиши билан қурилишда пулат конструкцияларнинг металл сегимини тахминан 9 га камайтиришга имкон тугилди.

Қурилиш конструкцияларида фойдаланиладиган пулат пластик бўлиши ва яхши пайвандланиши керак. Химиявий таркиби ва механик хосслари қараб қурилишбоп пулатлар бир-биридан қуйидагича фаркланади;

1. Сифати оддий кам углеродли пулат, унинг механик хоссалари асосан таркибидаги углеродга боғлиқ бўлади. Одатда, бундай пулатнинг таркибида оғирлик ҳисобида 0,1-0,22% углерод бўлади.

2. Паст лигерланган пулат, бу хил пулатнинг пишиқликни оширадиган химиявий элементлар: марганец, кремний, хром, никель, мис бўлади. Бу қушимчалардан пулатнинг пишиқлиги, пластик хоссалари ва коррозияга чидамлилиги ортади.

Пулат конструкциялар купинча углеродли пулатдан тайёрланади. Паст лигерланган пулатлар катта ораликли ва кучли юкланган конструкцияларда иқтисодий жихатдан тегишлича асосланган ҳолда ишлатилади. Пулатнинг механик хоссалари кучланишлар  $\sigma$  ва нисбий чузилишлар  $\epsilon$  уртасидаги боғлиқлик диаграммаси билан таърифланади (расм.1). Намунани бузадиган  $\sigma$  кучланиш вақтли қаршилик ёки пишиқликнинг чегараси дейилади. Пулатнинг пластиклиги дейилади. Пулатнинг пластиклиги ёрилишда нисбий ёрилиш билан таърифланади. Механик хоссаларига қараб барча қурилиш пулатлари чузилишда классларга: кам углеродли ВСт3 КП2-1, КЛ, ВСт3 ПС 6-1 кам лигерланган 09Г2, 10Г2С1, С52 40 ва бошқа пулатларга бўлинади. Пулатлар химиявий таркиби ва тайёрлаш усулига қараб маркалар бўйича ҳам бир-биридан фаркланади.

Пулатнинг марқасини танлашда конструкциядан фойдаланиш шартларини ҳисобга олиш керак. Масалан, углерод канча куп қушилган бўлса, пулатнинг пластиклиги ва пайвандлаш шунча ёмонлашади. Кремний ортиқ қушилган пулатда пайвандлаш ёмонлашади ва коррозияга чидамлилик пасаяди. Фосфор қушилган пулат паст ҳароратда мурт, пулатнинг юқори ҳароратларда мурт бўлиб қолишига эса олтингугурт сабаб бўлади.

Металл конструкциялар емирилишнинг чегара ҳолатига I ва II ҳисоблаш группаси бўйича ҳисобланади. Прокат килинган пулатнинг чузилиш, сиқилиш ва эгилишга белгиланган норматив қаршилик  $R^n$  га оқувчанлик чегараси (ёки юқори даража пишиқ пулатлар учун пишиқлик чегараси)нинг контрол қилинадиган энг (95%) гача таъминланганлик) қиймати қабул қилинади. Прокат килинган пулатнинг ҳисоблаб аниқланадиган қаршиликларининг миқдорлари қучланган ҳолатларнинг турли ҳиллари учун 1-жадвалда келтирилган формулалардан аниқланади.

1-расм. Чузилишда пулатлар ва алюминий қотишмасининг қучланиш деформациялар диаграммаси

1-жадвал

Пулат прокатлар ва трубаларнинг ҳисоблаб аниқланадиган қаршиликлари

Қучланган ҳолат	Шартли белги	Ҳисоблаб аниқланадиган қаршилик
Чузилиш Оқувчанлик чегараси бўйича____ Сиқилиш _____ Эгилиш Вактинчалик қаршиликка	$R_y$  $R_{и}$	$R_y = R_{yn} / \gamma_m$  $R_y = R_{ин} / \gamma_m$
Силжиш	$R_s$	$R_y = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$
Торец тмонидаги юзасининг эгилиши (пригонка бор бўлганда)	$R_p$	$R_p = R_{ин} / \gamma_m$
Катокларнинг диаметрал сиқилиши (эркин уринишда)	$R_{cd}$	$R_{cd} = 0,025 R_{ин} / \gamma_m$
Прокат қалинлиги йуналишига чузи-лиш	$R_{th}$	$R_{th} = 0,5 R_{yn} / \gamma_m$
Цилиндрик шарнирларнинг маҳаллий эгилиши (зич уринишда)	$R_{ef}$	$R_{ef} = 0,5 R_{ин} / \gamma_m$

Қурилишда ишлатиладиган пулат листлар (ГОСТ 19903-74, ГОСТ 82-70) га биноан металл тилимлари (узул металл парчалари), тенг токчали ва тенгмас токчали бурчакликлар (ГОСТ 8509-72, ГОСТ 8510-72), оддий қуштаврлар (ГОСТ 8239-72), кенг қуштаврлар (ТУ-2-24-72) швеллерлар (ГОСТ 8240-72), трубалар (ГОСТ 8732-78, ГОСТ

10704-76) ва бошқалар тарзида ишлаб чиқарилади. Алюминий котишмалардан тайёрланадиган конструкциялар уларнинг массасини камайтириш зарур бўлганда (йигиладиган ва булакларга ажраладиган бинолар қуришга, енгил ихоталаш конструкцияларига) ишлатилади.

## КУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИЛАШГА ОИД АСОСИЙ МУЛОХАЗАЛАР

### *Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган талаблар ва улардан рационал фойдаланиш соҳалари*

Нагрузкalar таъсирини узига оладиган конструкциялар қурилиш конструкцияларига қиради. Бундай конструкциялар кесимларининг улчамлари уларни нагрузка кутара олишга, деформацияланишга ва дарз кетишга чидамлилигини ҳисоблаш йули билан аниқланади.

Қурилиш конструкциялари уларга қўйиладиган эксплуатацион, техник, иқтисодий, эстетик ва бошқа талабларни ҳисобга олган ҳолда лойиҳаланади.

Эксплуатацион талабларга қура ҳар қайси конструкция, қандай мақсадга мувофиқ бўлса, шунга мос бўлиши ҳамда бино ёки иншоотда бажарилаётган, технологик процессларнинг қулай ва ҳавфсиз бўлишини таъминлаши лозим.

Техник талаблар конструкциянинг зарур мустаҳкамлиги, бикрлиги ва узокка чидашини таъминлашдан иборат.

Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган муҳим талабларга, уларни тайёрлаш ва ишлатишдаги тежамлилик, тайёрлаш индустриаллиги ва технологиябopлиги қиради.

Заводда тайёрланган элементлардан иборат йигма конструкциялар бу талабларни тулиқ қаноатлантиради.

Иқтисодий талаблар конструкция материаллини, унинг типли (масалан, фермалар ёки тусинлар)ни ва унинг асосий улчамлари (масалан, тусин баландлиги) ни танлашга анча таъсир этади.

Конструктив ечимлар, конструкцияларни муайян шарт-шароитларда ишлатишнинг техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлигига асосланган ҳолда материал ва энергия сарфини, шунингдек, сермехнатлигини ҳамда қурилиш объектнинг нархини максимал даражада камайтиришни ҳисобга олган ҳолда танланган бўлиши керак. Бунга қуйидагиларни амалга ошириш билан эришиш мумкин:

- самарали қурилиш материаллари ва конструкцияларидан фойдаланиш;
- конструкцияларнинг массасини камайтириш;
- материалларнинг физик-механик хусусиятларидан тула-туқис фойдаланиш
- маҳаллий қурилиш материалларидан фойдаланиш;
- асосий қурилиш материалларини тежамкорлик билан сарф қилишга оид тегишли талабларга риоя қилиш.

## КУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЧЕГАРА ХОЛАТЛАР БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ УСУЛИНИНГ АСОСИЙ ҚОИДАЛАРИ

Мамлакатимизда 1955 йилдан буюн қурилиш конструкциялари профес-сорлар Н.С.Стрелецкий, А.А.Гвоздев, В.Н.Келдиш ва бошқа бир қанча олимлар раҳбарлигида ишлаб чиқилган чегара ҳолатлар усули билан ҳисобланади. Бу усулда ҳисоблашдан асосий

максад конструкциядан фойдаланиш муддатининг охиригача унинг чегара ҳолатга утишга йул куймайдиган шарт-шароит барпо этишдан ва унинг тежамлилигини таъминлашдан иборат. Курилиш конструкцияларини ҳисоблаш бўйича илгари кулланилган усулларнинг асосий камчиликлари мустаҳкамлик запасининг қисмларга ажратилмаган ягона коэффициентларидан фойдаланишда бўлган. Бу коэффициентлар турли нагзулкаларнинг узгарувчанлик миқдорларини баҳолай олмасди, бунинг натижасида конструкцияларнинг нагзулка кутара олиши нотугри баҳолалишига (купинча, оширилишига, баъзан аксинча, пасайтилирилишига) сабаб буларди. Материаллар пластиклик хусусиятларининг ҳисобга олилмаганлиги туфайли уларнинг мустаҳкамлик хоссаларидан туларок фойдаланишга имкон бўлмаган. Бунинг оқибатида материаллар ортикча сарфланган.

Курилиш конструкцияларининг ишончилилик даражаси нормалар билан белгиланади. Бундай нормалар учун берилган катталиклар ишончилиликнинг хусусий коэффициентлари норматив кийматларини тегишлича танлаб олинади.

Бу коэффициентлар утказилган купгина тажриба маълумотларига асосан математик статистика усули билан аникланади. Бундай коэффициентларга куйидагилар киради:

- нагзулкалар учун: нагзулка бўйича ишончилилик коэффициенти (нагзулкалар узгарувчанлиги олинади): нагзулкаларнинг кушилиши коэффициенти  $\gamma_f$  конструкцияларга нагзулка тушилиш энг ноқулай бўлган реал шароитлар ҳисобга олинади;

- материалларнинг мустаҳкамлиги учун: материалларнинг ишончилилик коэффициенти ( $\gamma_{bc}$ - сикилишда,  $\gamma_{bt}$ - чузилишда); иш шароитлари коэффициенти  $\gamma_d$  Бино ва иншоотларнинг муҳимли хамда мустаҳкамлик даражаси, шунингдек бирор бир чегара ҳолатлар бўлиши оқибатларининг аҳамиятга моликли конструкциялар қандай максадларга мулжалланганлигига қараб ишончилилик коэффициенти  $\gamma_n$  билан ҳисобланади.

Коэффициентларнинг юқорида келтирилган системаси хатто энг ноқулай нагзулкалар тушганда, материаллар мустаҳкамлигининг киймати жуда кичик бўлганда ва конструкция кескин чегара ҳолатга дуч келганда хам ишончиликини таъминлай олади.

Лойихалашда ечимларнинг бир неча вариантларни тузилиб, уларда конструкцияларни тайёрлаш ва қуришдаги материаллар, энергия, меҳнат сарфи, қурилиш нархи ва муддатларига оид қурчатқичлар аникланади. Бу вариантларда конструкциянинг архитектура жихатидан қиройилилиги хам қуриб қилилади.

Конструкцияларнинг тежамлилиги уларга қуйиладиган асосий талаблардан бири ҳисобланади. Тежамкорлик материаллар сарфи ва нархи, конструкцияларни тайёрлаш, қурилиш майдонига ташиб келтириш, монтаж қилиш ва улардан фойдаланишга тегишли сарфларга боглиқ бўлади.

Материал сарфи жихатидан энг афзал конструкция тенг мустаҳкамликдаги конструкция ҳисобланади. Бундай конструкциядаги барча кесимлар унга ишлатиладиган материалларнинг физик-механик хоссаларидан тула фойдаланиш шarti билан танланган бўлади (тенг мустаҳкамликка эга бўлмаган конструкцияларда баъзи йирик элементларнинг мустаҳкамлигидан тула фойдаланилмайди).

Конструкция таъсир этадиган қучларга ҳисобланган бўлиши қерак. Ташқи нагзулкалар, таянчларнинг силжиши, температуранинг узғариши, қиришишлари ва бошқа шунга ухшаш ҳодисалар конструкцияларга таъсир этадиган қучларга киради.

Бино ва иншоотларни лойихалашда конструктив схемалар тузиш қерак. Бундай схемалар бино ва иншоотнинг хамма қисмларида, шунингдек, уни қуриш ва фойдаланишнинг барча босқичларида айрим конструкцияларнинг зарурий мустаҳкамлиги, устиворлигини таъминлайди. Лойихаларда конструкцияларнинг узокка қидамлилигини таъминлашга қаратилган тадбирлари қузда тутиш: совуқбардош ва утга қидамли, қоррозиябардош материалларни танлаш, уларни қиришдан химоя қилишга доира қоралар қуриш қерак.

Материал турига караб курилиш конструкциялари металл, темир-бетон, гишт-тош, арматура-гишт, ёгоч ва пластмасса конструкцияларга булинади.

## КОНСТРУКЦИЯГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ НАГРУЗКАЛАРНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Нагрузка кутариб турувчи курилиш конструкциялари асосан уларга таъсир этувчи эксплуатацион нагрузкларни кабул килишга мулжалланган булади. Конструкцияларга таъсир этиш даврига караб нагрузклар доимий ва вактинчалик нагрузкларга булинади. Вактинчалик нагрузклар уз навбатида, узок муддат, киска муддат таъсир этиб турувчи ва махсус нагрузкларга ажралади.

Доимий нагрузкларга бино ва иншоотлар кисмларининг уз массасидан, шу жумладан нагрузка кутариб турувчи ва тусиб турувчи курилиш конструкциялари массасида тушадиган нагрузка; грунт массаси ва босимидан тушадиган нагрузка; олдиндан зуриккан конструкцияларнинг таъсири киради.

Узок муддат таъсир этиб турувчи нагрузкларга куйидагилар киради: стационар асбоб-ускуналар (станоклар, аппаратлар, электрдвигателлар, конвейерлар) массалари, шунингдек, суюкликлар массаси, газ ва тукилувчан жисмларнинг босими; омборхоналар, холодильниклар, дон сакланадиган хоналар, архивлар, кутубхоналар ва шуларга ухшаган бино ва иншоотлар ёпмаларига тушадиган нагрузклар, стационар асбоб-ускуналарнинг узок муддатли температура таъсири замин грунти структурасини тубдан узгартирмайдиган нотекис деформацияларнинг таъсир этиши; сув тулган ясси ёпмалардаги сув катлами массасидан тушадиган нагрузка; битта куприксимон ёки крандан тушадиган, коэффициентлар (иш режими уртача булган кранлар учун 0,6 ва иш режимлари огир ва ута огир булганлари учун эса 0,8) га купайтирилган нагрузклар, кор огирлигидан тушадиган нагрузканинг бир кисми.

Киска муддатли нагрузкларга куйидагилар киради: кузгаладиган кутариб-туширувчи жихозлар (кранлар, тельфеолар ва х.к.); хизмат курсатиш ва жихлзларни ремонт килиш зонасидаги кишилар; деталлар, ремонт материаллари массасидан тушадиган нагрузклар; курилиш конструкцияларини ташиш ва монтаж килиш; ускуналарни монтаж килиш ва бошка жойга кучиришда тушадиган нагрузклар; курилишда вактинча тахлаб куйилган буюм ва материаллар массасидан тушадиган нагрузклар; синаш режими ва ишга туширишда жихозлардан тушадиган нагрузклар; кор огирлигидан тушадиган нагрузканинг колган кисми; шамолдан тушадиган нагрузка.

Махсус нагрузкларга куйидагилар киради: сейсмик таъсир ва портлашлар таъсир этиши, бундай нагрузклар технологик процесснинг кескин бузилишига, жихозлар шикастланишига, пулат арконларнинг узилишига, кранлар боши берк тиракка урилишига, грунт структурасининг тубдан узгариши (доим музлаб ётган грунтларнинг муздан тушиши) натижада асоснинг нотекис деформацияланишига сабаб булади. Тог жинсларини казиш ишлари таъсири остида эса ер юзасининг деформацияланиши содир булади.

Нагрузкларнинг биргаликда таъсири. Нагрузкларнинг юкорида таърифланган турлари одатда алохида-алохида эмас, балки узаро богланган холда биргаликда таъсир этади.

Хисоблашларда нагрузкларнинг табиий равишда биргаликда таъсири мумкин булган, энг номувофик холни назарда тутиш керак. Курилиш конструкцияларини хисоблашда икки хил асосий ва махсус биргаликдаги таъсирга доимий узок муддатли ва киска муддатли нагрузклар таъсиридан юзага келадиган, зурикишлар; махсус биргаликда таъсирларга эса доимий узок муддатли, киска муддатли ва махсус нагрузкларнинг биридан тушадиган зурикишларнинг кийматлари киради. Зурикишларнинг биргаликда таъсирга кирадиган нагрузклар кушилиш коэффициенти  $n_c$  га купайтирилади.



Асосий биргаликда таъсирларга доимий ва узок муддат таъсир этадиган нагруккалар (биргаликда таъсир коэффициентлари  $n_c = 1$  булган) ва тулик олинадиган киска муддатли нагруккаларнинг биридан ( $n_c = 1$  булган) тушадиган ёки доимий ва узок муддатли нагруккалар ( $n_c = 1$  булган) ҳамда камида иккита киска муддатли нагруккалар ( $n_c = 0,9$ ) дан тушадиган зурикишлар киради.

Махсус биргаликда таъсирларга киска муддатли нагруккалардан тушадиган зурикишлар киради (бунда биргаликда таъсир коэффициенти  $n_c = 0,8$  килиб олинади).

Нагруккаларнинг биргаликдаги таъсирини тузишда унга бир вақтда таъсир этувчи киска муддатли нагруккаларнигина киритиш мумкин. Масалан, крандан тушадиган нагруккаларни хисоблашда факат крандан вертикал нагруккани назарда тутган холда тормозланиш кучлари ( $\pm T$ ) ни хисобга олиш мумкин. Чунки курилайётган ораликда кран булмаса, тормозланиш кучи ҳам булмаслиги мумкин.

Нагруккалар таъсиридан пайдо булган зурикишларнинг биргаликда таъсирини тузишда киска муддатли нагрукканинг бир сифатида куйидагилар кабул килинади:

а) барча хисобга олинадиган ёпмалардаги кишилар, мебеллар ва ремонт материалларидан тушадиган нагрукка (пасайтирувчи коэффициент эътиборга олган холда);

б) кранлардан тушадиган нагрукка (вертикал ёки горизонтали билан бирга вертикал нагрукка;

в) шамол ёки яхвон-шамол таъсиридан тушадиган нагрукка;

г) кордан тушадиган нагрукка;

д) битта юк ортгич ва электр кордан тушадиган нагрукка;

е) монтаж ёки иклим температураси таъсири.

Конструкция I группа чегара холатлар буйича хисобий нагруккалар таъсирига хисобланади. Конструкция II группа чегара холатлар буйича норматив нагруккалар таъсирига хисобланади.

## НОРМАТИВ ВА ХИСОБИЙ НАГРУЗКАЛАР, НАГРУЗКА БУЙИЧА ИШОНЧЛИЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Доимий нагруккалар учун уларнинг курилиш конструкциялари массасидан хосил буладиган норматив катталиклари кийматлари конструкцияларнинг лойиха улчамлари ва хажмий зичликларнинг (уртача статик) кийматлари буйича аникланади, бунда конструкциялар тайёрловчи заводлар курсатган ёки стандартда бу конструкциялар учун белгиланган хакикий огирлик хисобга олинади.

Нагрукка буйича ишончлилик коэффициенти  $\gamma_f$  нагрукканинг характерига караб дифференциалланган холда кабул килинади. Масалан, конструкциялар, жихозлар ва грунтларнинг массалари учун нагрукка буйича ишончлилик коэффициенти куйидагича булади:

- металл конструкциялар, учун..... 1,05 (0,9);

- бетон, темир-бетон, тош (гишт), арма тош ва ёгоч конструкциялар

учун..... 1,1 (0,9);

- хажмий массаси  $1600 \text{ кг м}^3$  дан кам булган енгил бетондан тайёрланган конструкциялар, шунингдек, конструкцияларнинг изоляцион, текислаш ва пардозлаш элементлари (тукмалар, плиталар ва х.к.лар);

- заводда тайёрланадиган конструкциялар учун..... 1,2 (0,9);

- курилиш майдончасида тайёрланадиган конструкциялар учун..... 1,3 (0,9).

Кордан тушадиган нагрузкалар мазкур жой учун хос булган кор катламининг баландлиги ва том конфигурациясига боглик булади. Кор катламининг баландлиги географик районга боглик 6 та географик райони учун кордан тушадиган норматив нагрузка статистик йул билан куйидаги формуладан аникланган:

$$P^H = P_o \cdot c$$

бу ерда  $P_o$  - кор массидан ернинг  $1 \text{ м}^2$  горизонтал юзасига тушадиган нагрузка,  $c$  - ердаги кор коплами массасидан кор массасига ва копламига тушадиган нагрузкага утиш коэффициенти.

$c$  коэффициентининг микдори ёпманинг киялик бурчагига боглик булади. Тик ёпмаларда кор турмайди. Шунинг учун ёпманинг киялик бурчаги  $\alpha = 25^\circ$  булганда  $c = 1$ ,  $\alpha = 60^\circ$  булганда эса  $c = 0$  олинади  $\alpha$  нинг оралик кийматлари учун нинг микдори интерполяция йули билан аникланади.

Кордан тушадиган нагрузка учун нагрузка буйича коэффициенти  $\gamma_f$  ёпма-нинг уз массаси “ $q$ ” билан кор коплами массаси “ $P_o$ ” уртасидаги норматив нагрузкалар нисбатига боглик булади.

$q / P_o$	1 ва ундан куп	0,8	0,6	0,4 ва ундан кам
$n (\gamma_f)$	1,4	1,5	1,55	1,6

Шамол таъсиридан тушадиган нагрузка икки статик ва динамик ташкил этувчилардан иборат булади.

Шамол таъсиридан тушадиган нагрузка статик кисмининг норматив киймати

$$q^H = q_0 R \cdot c$$

бу ерда  $q_0$  - тезлик босими; у иншоот жойлашган районга караб махсус жадваллардан олинади.

Шамолнинг тезлик босими курилаётган нуктанинг баландлиги ва жойнинг типига караб узгариши  $R$  коэффициент ( жадвал) оркали хисобга олинади. А типдаги жойлар очик жойлар (дашт, чул, денгиз, кулнинг очик киргоклари ва бошкалар), Б типдаги жойлар - шаҳар ва унинг чеккалари, баландлиги 10 м дан ортик булган тусиклар билан бир копланган урмон массивлари.

Шамолнинг тезлик босимини баландликка ва жойнинг типига караб узгаришини хисобга олувчи коэффициент

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

Баландлиги 5 м дан паст булган бинолар учун тезлик босими  $q_0$  25 % га камайтиради.

Аэродинамик коэффициент  $C$  (суйрилиқ коэффициенти) вертикал юзалар учун куйидагича кабул килинади: шамолга рупара томонга  $C = 0,8$ ; шамол йуналишига карама-карши томонга  $C = - 0,6$ . Энг оддий конфигурациядаги бинолар учун коэффициентнинг кийматлари жадвалда келтирилган.

$C_3$  коэффициент тугри туртбурчак планли хамма ёпик биноларга тааллуқлидир ( жадвал).

- жадвал

$C_1$  ва  $C_2$  коэффициентларининг кийматлари

Коэффициент	H / 1				
	$\alpha$ бурчак	0	0,5	2	2
$C_1$	0	0	- 0,6	- 0,8	- 0,9
	20°	0,2	- 0,4	- 0,8	- 0,9
	40°	+ 0,4	+ 0,3	- 0,2	- 0,4
	>60°	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,8
$C_2$	-	- 0,4	- 0,4	- 0,5	- 0,8

- жадвал

$C_3$  коэффициентининг киймати

B / 1	H / 1		
	< 0,5	1	> 2
<1	- 0,4	- 0,5	- 0,6
>2	- 0,5	- 0,6	- 0,6

Бино ва иншоотларга шамол таъсиридан тушадиган норматив нагрузка учун нагрузка буйича ишончлилик коэффициенти 1,2 га деб кабул килинади.

Нагрузкалар микдорини бино ва иншоотлардан кандай максадларда фойдаланишга караб уларнинг мухимлилик даражасини хисобга олувчи ишончлилик коэффициентига купайтириш керак.

Йигма конструкцияларнинг элементлари кутариш, ташиш ва монтаж килишда пайдо буладиган зурикишлар теъсирига хисобланади. Бунда элементларнинг уз массасидан тушадиган нагрузка хисоблашга куйидаги динамиклик коэффициенти билан киритилади:

- ташишда - 1,6;
- кутариш ва монтаж килишда - 1.4.

Юкорида курсатилган динамиклик коэффицентларини  $\Gamma$  кийматларини, агар бу конструкцияларни ишлатиш тажрибаси билан тасдиқланган бўлса, кичикрок килиб олишга йул қуйилади лекин 1,25 дан кам бўлмаслиги керак.

## ПУЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ БИРИКМАЛАРИНИ ХИСОБЛАШ ВА КОНСТРУКЦИЯЛАШ

Пайвандланган бирикмалар. Пулат конструкцияларнинг элементлари асосан электр ёйи билан: автоматик, ярим автоматик ёки дастаки усулларда пайвандлаб бириктирилади. Бирикмаларнинг пайванд чоклари қуйидагиларга: чокнинг шаклига қараб - уланиш жойидаги чоклар ва қараб - уланиш чоклар, бурчак ҳосил қилиб турувчи чоклар, ёнма-ён қилиб пайвандлаш чоклари қесими "Т" ҳарфи шаклида бўлган (тавр) чоклар, чокларнинг жойлашиш қараб - олд томонда жойлашган, фланецли пайванд чоклари; бажариш жойига қараб - заводда пайвандланган ва элементларни монтаж қилишда пайвандланган чокларга бўлинади.

Туташиш чокларида пайвандланаётган деталлар битта текисликда, бурчакли чокда эса пайвандланаётган деталлардан ҳосил бўлган бурчакка пайванд қилиб ёпиштирилади.

Пайвандлаш жараёнида шу жойнинг узида интенсив кизиш юз беради, бу кизиш конструкцияларда қайтарилмайдиган деформациялар содир бўлишина сабаб бўлади. Пайвандланган чоклар совишида қиришиш деформацияларни вужудга келтириши мумкин.

Туташиш чоклари тусинлар, колонналар, резервуарлар ва бошқа конструкцияларга ишлатилади. Бундай чоклар билан тушаётган элементлар бир-бири билан оддий бирикади. Туташтирилаётган элементларнинг қалинлиги 8 мм бўлса, қирраларига ишлов бериш керак. Тутатиш чокининг қалинлиги бириктирилаётган элементларнинг қалинлигига тенг қилиб ишланади.

Бурчакли чок  $h_m R_m$  қалинлиги (чок катети), одатда, бириктирилаётган элементларнинг энг кичик қалинлигига тенг қилиб бироқ  $\delta_{\max} = 10$  мм гача бўлганда қаида 4 мм ёки  $\delta_{\max} = 22$  мм гача бўлганда 6 мм белгиланади. Бурчакли чокнинг максимал катети курсатилган улчамлардан ортиб кетмаслиги керак.

Пайванд чокининг ҳисоблаб аниқланадиган узунлиги  $l_m$  бу чокнинг охириги учлари эриган металл билан тулдирилмаган бўлиши ҳисобига унинг тула узунлигидан 1 см га кам деб, яъни  $l_m = l - 1$  см қилиб олинади.

Бурчакли чокнинг ҳисоблаб аниқланадиган узунлиги қаида 4 ва қаида 40 мм бўлиши керак. Ён томондаги бурчакли чокнинг ҳисоблаб аниқланадиган энг катта узунлиги қупи билан 60 бўлиши қера (чокининг узунлиги чекланмайдиган тусинлардан бошқаларида).

Туташиш чоклари қуйидаги формуладан ҳисобланади:

бу ерда:  $N$  - бўйлама қуч;  $R_{\phi y}$  - тутатиш чокининг ҳисоблаб аниқланадиган қаршилиги;  $l_{\phi y}$  - чокнинг ҳисоблаб аниқланадиган узунлиги;  $f$  - чокнинг қалинлиги, у тула узунликдан  $2f$  ни айирганга ёки чокнинг охирилари тушиш жойидан чиқариладиган бўлса, унда тула узунликка тенг.

Бурчакли чоклар бўйлама ва қундаланг қучлар таъсиридан қирқилишига тқкт қесим бўйича ҳисобланиши лозим.

1 - қесимда - чокнинг метали бўйлаб

$N / (\beta$

2 - кесимда - котиштириш чегарасининг метали буйлаб

бу ерда:  $l_{\omega}$  - чокнинг хисоблаб аникланадиган узунлиги;  $u$  тула узунликда 10 мм кам килиб олинади;  $\beta_f$  ва  $\beta_2$  - коэффициентлар.

Болтли ва парчин михли бирикмалар. Болтлар пулат конструкцияларнинг монтаж бирикмаларига ишлатилади. Болтлар аниклиги нормал (ГОСТ 7798-70), аниклиги оширилган (ГОСТ 7805-70), шунингдек юкори даражада пишик (ГОСТ 7798-70) эзиб (босиб) очилади ёки болтларнинг диаметрига караганда 2-3 мм ортик, юкори даража пишик болтлар учун эса, болтларнинг диаметрига тенг килиб пармалаб тешилади. Болтларнинг диаметри 10 дан 30 мм гача булади.

Парчинлаб бириктиришдан хозирги вақтда жуда кам, асосдан, динамик ва куп кайта такрорланадиган нагруккалар таъсирига дучор буладиган конструкцияларда фойдаланилади. Парчин мих билан киздириб ( $800^{\circ}\text{C}$  ва ундан баланд) ёки совуклайин бириктирса булади. Парчин михнинг диаметри 14-30 мм булиши мумкин. Парчин мих бирикма парчин михлар хосил килиш учулига караб В группа ва С группа бирикмаларга булинади. В группада парчин михлар лойихавий диаметрча пармаланган тешикларга куйилади. С группада парчин михлар эзиб очилган тешикларга ёки айрим деталларда контурсиз пармаланган тешикларга (кейин пармалаб кенгайтирмасдан) куйилади.

Болтли ва парчин михли бирикмалар схемаси келтирилган. Аниклиги оширилган ва нормал болтлар, шунингдек парчин михлар ҳам бириктириладиган элементларни бири-бирига киритиб бириктирилган чизик буйлаб кесикка, ён томонларнинг юзалари буйлаб эса эзилишга ишлайди.

Кесик юзаси болт кесимининг юзасига тенг; эзилиш юзаси болт диаметрини битта йуналишда эзиладиган элементларнинг энг кичик жамланган калинлиги  $\sum f$  га купайтирилганига тенг килиб олинади.

Болтлар ва парчин михлар куйидаги формулалардан хисобланадт:

Кесикка  $N =$

Згилигна  $N =$

Чузилишга  $N =$

бу ерда - болт стерженининг ташки диаметри; - хисобий буйлама куч; - болтлар сони; , ва болтли бирикмаларнинг хисоблаб аникланадиган каршиликлари; улар болт пулатининг класс, бириктириладиган элементлар пулатининг класс ва болтларнинг хилига боглик булади.

## ТУСИНЛАР

Тусинлар копламалар, ёпмалар, ускуналар ости майдонлари, зиналар, бино ва иншоотларнинг бошка кисмларига нагрукка кутарувчи конструкциялар сифатида ишлатилади. Агар тусинлар бевосита деворлар ёки колонналарга булса, улар асосий тусинлар дейилади. Тусинлар устига темир-бетон плиталар ёки пулат листлардан тушама килинади. Тусинлар бир-бирига битта юзада ёки хар хил юзаларда бириктирилади. Асосий тусинларнинг деворга тиралиши курсатилган.

Тусинлар, асосан, прокат килинган оддий ёки кенг токчали куштаврлардан лойихаланади. Бундай куштаврлар кесимининг баландлиги 1 м гача булади. Агар энг катта профиллар белгиланган мустахкамлик ёки бикрликни таъминлай олмаса, унда тусинлар

пайвандланадиган ( автоматик усулда пайвандданадиган) килиб лойихаланади; бундай тусин учта листдан (девор ва иккита белбогдан) пайвандланган булади. Зарурият булса тусинлар белбоглар билан кучайтирилади.

Тусинларнинг мустахкамлиги куйидаги формулалар билан текширилади:

$$\begin{aligned} M / W_{n \min} &\leq R_y \gamma_c \\ \tau = QS / It &\leq R_s \gamma_c \end{aligned}$$

бу ерда:  $M$  ва  $\tau$  - эгувчи момент ва хисоблаш йули билан белгиланадиган на грузкала рдан кесимга тушадиган уринма кучланишлар;  $W_{n \min}$  - нетто, яъни тешиклар (улар булган такдирда)ни хисобга олган холда каршиликлар моменти;  $R_y$  - материалнинг сикилиш ва чузилишга хисоблаш йули билан белгиланадиган каршилиги.  $Q$  - кундаланг куч;  $I$  - кесимнинг нейтрал укка нисбатан брутто инерциясининг;  $S$  - ярим кесимнинг нейтрал укка нисбатан статик моменти;  $t$  - де-ворнинг калинлиги;  $R_s$  - материалнинг киркилишга хисоблаш йули билан белгиланадиган каршилиги.

Деформацияларга хисоблаш норматив нагрузкалар буйича олиб борилади. Нагрузка бир текис таксимланган

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI} -$$

бу ерда:  $l$  - тусин оралиги;  $E$  - эластиклик модули;  $I$  - кесим инерциясининг моменти.

Бир ерга тупланган  $P$  кучлар билан ораликнинг учдан бирига юкланган бир ораликли тусинда максимал эгилиш куйидагича аникланади:

$$f_{\max} = \frac{23}{648} \frac{P l^3}{EI} -$$

Устиворликка хисоблаш. Тусининг нагрузка кутариш хусусияти батамом тугамасдан у устиворлигини (тургунлигини) йукотиши, яъни буралиб кетиши ва эгилган текислигидан чикиши мумкин. Тусиннинг сикилган белбоги оралик буйлаб махкамланмаган булганда шундай ходиса руй бериши мумкин.

Устиворлик йуколиши окибатида тусиннинг нагрузка кутариш хусусиятининг пасайиши хисоблаш формуладарида  $\varphi_b < 1$  коэффициент билан эътиборга олинади. Бу коэффициентнинг микдори кесим баландлиги, оралик узунлиги, нагрузка куйилиш характери ва ш.у.ларга боглик булади.

Прокатка килинган тусинларнинг кесимлари куйида келтирилган кетма-кетликда таналанади: аввал эгувчи момент  $M$  хисоблаб чикилади, кейин каршиликнинг талаб килинадиган моменти аникланади. Агар тусинда пластик шарнир п айдо булишини эътиборга олган холда хисоблаш мумкин булса, унда егишли хисоб килинади. Сунгра сортаментдан зарур булган профил танлаб олинади. Бунинг учун сортаментнинг узидан  $I$  нинг микдори топилади, эгилиши аникланади ва топилган эгилиш нормаларда йул куйиладиган сунгги эгилиши билан солиштирилади.

Куштавр тарзида пайвандланган тусинларнинг кесимлари куйида келтирилган тартибда танланади: аввал формуладан каршиликларнинг талаб этиладиган моменти  $W_{n \min}$  аникланади, кейин курилишнинг иктисодий ва деформатив талабларига асосланган холда тусиннинг баландлиги  $h$  белгиланади. Тусиннинг курилиш баландлиги  $h_{стр}$  бинонинг технологик ёки архитектура тегишли фикрлар нуктаи назардан белгиланган

габаритларига асосан аникланади. Тусиннинг оптимал энг макбул, яъни иктисодий жихатдан фойдали баландлиги куйидаги формуладан аникланади

$$h_{\text{опт}} = 1,2 \sqrt{W / t}$$

бу ерда:  $t$  - тусин деворининг калинлиги;  $y$  0,8-1 см га тенг килиб олинади, Тусиннинг минимал баландлиги  $h_{\text{min}}$  бикрлик шартдан аникланади. Киркилишга ишлайдиган тусин учун  $h_{\text{min}} = R_y l^2 / 5,65 E f$  ҳес, бу ерда:  $f$  ҳес - тусиннинг чегаравий эгилиши.

Тусин деворининг баландлиги  $h_{cf}$  куйидаги шартга, яъни  $h_{\text{min}} \leq h_{cf} < h_{\text{опт}}$ ;  $h_{cf} < h_{\text{стр}}$  га риоя қилган ҳолда олинади. Сунгра таянчда тусин деворчасининг кун-даланг кучдан киркилишга булган мустахкамлиги формуладан текширилади. Ту-син деворчаси баландлигининг калинлигига булган нисбатан  $h_{cf} / t > \sqrt{R_y / E} > 3,2$  булиши шарт. Тусин деворчасининг тургунлиги йуқолмаслиги учун бикрлик кундаланг ковургалар билан махкамлаб куйилган булиши керак. Кундаланг бикрлик ковургалари тилим (полоса) пулатдан килинади. Бунда улар бир-биридан купи билан  $2h_{cf}$  масофаларга жойлаштирилади  $h_{cf} / t > \sqrt{R_y / E} > 3,2$  нисбатда ва статик нагрузка таъсир этганда тусин деворчаларининг тургунлиги текширилмайди ва бикрлик ковургалари куйилмаса ҳам булади.

Тусиннинг талаб этиладиган инерция моменти  $I \approx W h / 2$ . Тусин деворча-сининг кесимини биз қабул қилганлигимизни энди эътиборга олган ҳолда белбоғларнинг талаб этиладиган инерция моментини ҳисоблаб топча булади:

$$I_n = I - I_{\text{стр}} \approx I - th^3 / 12$$

Иккита белбоғнинг тусин ҳамма кесими марказий укига нисбатан инерция моменти, белбоғларнинг инерция моменти марказий уқларга нисбатан кесиклиги учун эътиборга олмаган ҳолда формуладан аникланади

$$I_n = 2 A_n (h/2)^2$$

Унда битта белбоғнинг талаб этиладиган юзаси

$$A_n = 2 I_n / h^2$$

Белбоғнинг эни  $b_n$  ни (13...15) атрофида олган ҳолда, белбоғ калинлиги формуладан топилади  $\delta_n = A / b_n$ .

## МАРКАЗИЙ СИКИЛАДИГАН ЭЛЕМЕНТЛАР

Марказий сиқиладиган элементлар Фермаларнинг конструкцияларида копламалар, ёпмалар, саноат ва граждон биноларининг усқуна ости иш майдончаларини кутариб турадиган колонналари сифатида кулланади. Колонна-лар бутун кесимли ва икки томони очик, яъни узаро планкалар билан бириктирилган айрим тармокли булади. Колоннанинг юқориги қисмига қаллак килинади. У тусинлар ёки фермалар тиралиши учун хизмат қилади. Колонна таянчлари пойдеворга база ёрдамида бириктирилади. Базанинг конструкцияси колонналарнинг типига боғлиқ булади. колонналарни пойдеворга шарнир билан бириктириладиган база курсатилган. База калин плита, ковургалари ёки траверслари булган таянч плита тарзида ишланган булиши мумкин. База пойдеворга анкер болтлар билан махкамланади.

Прокатланган оддий ёки кенг тоқчали куштаврдан қилинган колонна конструкцияси энг оддий колонна ҳисобланади. Қеракли профилдаги куштавр булмаганда пайвандланган куштавр ишлатилади. Кесимининг эни 1000 мм дан ортик булган баланд колонналар учун икки томони колонналар ишлатилади. Колонналар мустахкамлик ва устиворликка ҳисобланади.

Марказий сиқилган элементларнинг кучсизланган кесимига тугри келадиган мустахкамлиги куйидаги формула буйича текширилади

$$N / A_n \leq R_y \gamma_c$$

бу ерда  $N$  - ҳисоблаш йули билан белгиланадиган кундаланг куч;  $A_n$  - кундаланг кесимининг тешиклари очилиши натижасида кучсизланганлиги ҳисобга олинган ҳолдаги юзаси;  $R_y$  - пулатнинг ҳисоблаш йули билан белгиланадиган қаршилиги.

Яхлит кесимли колонналар устиворликка қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$N / \varphi A \leq R_y \gamma_c$$

бу ерда  $\varphi$  - буйлама эгилиш коэффициентини;  $A$  - элемент кесимининг кучсизланишлар ҳисобга олинмаган юзаси;  $\gamma_c$  - элемент иш шароитлари коэффициентини, унинг қиймати СНиП П-23-81 нинг туртинчи иловасидан аникланади.

$\varphi$  коэффициент қийматини шартли эгилувчанлик қийматлари буйича қуйидаги формулалардан аниклаш керак:

$$\lambda = \lambda_x \sqrt{R_y / E} \quad 0 < \lambda \leq 2,5 \text{ да} \quad \varphi = 1 - (0,073 - 5,53 \sqrt{R_y / E})$$

$$2,5 < \lambda \leq 4,5 \text{ да} \quad \varphi = 1,47 - 13,0 \sqrt{R_y / E} (0,371 - 27,3 \sqrt{R_y / E}) \lambda + (0,0275 - 553 \sqrt{R_y / E}) \lambda^2$$

$$\lambda > 4,5 \text{ да} \quad \varphi = 332 \lambda^2 (51 - \lambda)$$

Колоннанинг эгилувчанлиги  $\lambda$  унинг ҳисоблаш йули билан белгиланадиган узунлиги  $l_{ef}$  ва кесим инерциясининг радиуси  $i$  га боғлиқ бўлади. Кесим инерциясининг радиуси инерция моменти билан колонна кесимининг  $x$  ва  $y$  уқларига нисбатан юзаси орқали аникланади:

$$\lambda_x = l_{ef} / i_x ; \quad \lambda_y = l_{ef} / i_y ; \quad i_x = \sqrt{I_x / A} ; \quad i_y = \sqrt{I_y / A} ;$$

Колоннанинг ҳисоблаб аникланадиган узунлиги унинг уқларини маҳкамлаш шартларига боғлиқ ҳолда белгиланади.

Тусинларнинг колоннага ва колоннанинг пойдеворга тиралиш узелида колонна уқлари шарнирли маҳкамланади.

## МАРКАЗДАН ТАШКАРИДА СИКИЛАДИГАН КОЛОННАЛАР

Марказдан ташкарида сиқиладиган колонналарга бир қаватли ва куп қаватли бинолар рамаларининг устанлари мисол бўла олади. Марказидан ташкарида сиқиладиган колонналар буйлама куч  $N$  билан эгувчи момент  $M$  таъсирига ҳисоб қилинади.

Марказдан ташкарида сиқиладиган, динамик нағрузкалар таъсирига дуч келмайдиган окувчанлик чегараси 580 Мпа ли пулат элементлар мустаҳкамлиги қуйидаги формуладан ҳисобланиб аникланади:

$$\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{C_x W_{xn \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{C_y W_{yn \min} R_y \gamma_c} \leq 1$$



бу ерда  $N$ ,  $M_x$  ва  $M_y$  - тегишлича буйлама куч ва эгувчи моментлар (уларнинг энг нобоп бирикувида) нинг абсолют кийматлари;  $n$ ,  $C_x$ ,  $C_y$  - коэффициентлар; уларнинг кийматлари кесим схемасига боғлиқ холда СНиП П-23-81 нинг 66 жадвалида келтирилган.

Колоннанинг момент таъсир этадиган текисдаги устиворлиги куйидаги формула билан текширилади

$$N / \varphi_c \cdot A \leq R_y \cdot \gamma_c$$

бу ерда  $\varphi_c \leq 1$  - коэффициент; у колоннанинг шартли эгилувчанлиги келтирилган нисбий эксцентриситет ва кесим шаклида боғлиқ холда СНиП П-23-81 дан аникланади; юкорида келтирилган микдорлар курсатилган СНиП нинг 74 ва 75 жадвалларидан олинади.

Колоннанинг момент таъсир этадиган текисдаги устиворлиги куйидаги формула оркали текширилади:

$$N / \varphi_y \cdot A \leq R_y \cdot \gamma_c$$

бу ерда  $\varphi_y$  - буйлама эшилиш коэффициенти; марказида сикиладиган стерженнинг коэффициенти кандай аникланса, бу ҳам шундай аникланади;  $\varphi$  - коэффициент, у билан рама текислигига таъсир этадиган моментнинг рама текислигидан тургунлигига таъсири хисобга олинади (бу коэффициент кесим шакли ва эксцентриситетига боғлиқ холда СНиП П-23-81 дан аникланади).

## Ф Е Р М А Л А Р

Фермалар бир каватли саноат ва жамоат бинолари - кинотеатрлар, кургазма павильонлари ва бошкаларнинг копламаларида нагрузка кутарувчи конструкция сифатида кулланилади. Бунда пулат ва темир-бетон колонналар фермалар учун таянч вазифасини утайди. Фермалар буйлаб темир-бетон плиталар, профилланган пулат тушама, булмаса металл сарровлар буйлаб асбестцемент плиталар ётказилади. Фермалар колонналарга шарнирлар билан каттик килиб бирлаштирилиши мумкин.

Фермаларнинг ташки куриниши томнинг талаб этиладиган киялигига боғлиқ булади. Трапедия, тугри туртбурчак ва учбурчак шаклидаги фермалар энг куп кулланиладиган фермалардир.

Ферманинг оралик уртасидаги тавсия этиладиган баландлиги расмда курсатилган: бу баландлик ферманинг минимум огирлиги ва талаб этиладиган бикрлигидан топилади. Ферманинг киялиги ва оралик уртасидаги баландлигига караб унинг таянчдаги улчамлари аникланади. Ферманинг улчамларини белгилашда уни курилиш жойига ташиш учун транспорт габаритлари ҳам хисобга олиниши керак.

Ферма ховонларининг киялик бурчаги горизонталга нисбатан 35-40 ° га тенг Ферма панелларининг улчамлари (узеллар уртасидаги масофа) плиталар ёки сарровлардан тушадиган нагрузкаларнинг узел оркали узатилиш шартидан аникланади. Фермаларнинг стерженлари одатда, узелларда фасонкалар ёрдамида пайвандлаб бириктирилган тенг ёки ёнмас бурчакликлардан, ёки трубасимон, булмаса, тугри туртбурчак шаклидаги туташ профили стерженлардан ясалади.

Ферма стерженларининг узелда кигиладиган барча марказий уклари, одатда, битта нуктада туталиши керак.

Ферма стерженларининг устиворлиги уз текислигида бир-бирига боғлам килиб таъминланади.

Ферма стерженларида зурикишлар узелларда стерженларнинг узаро шарнирли бириктирилган деб фараз килиб аникланади. Стерженлардаги зурикишлар аналитик йул

билан ёки график усулда Максвелл-Кремони диаграммасини тузиш оркали аникланади. Стерженларнинг сикилган элементлари формулалардан ҳисоблаб топилади.

Статик нагрузкалар (белбоғлар, таянч хавонлари) учун 120 дан ошиб кетмаслиги, бошқа элементларнинг эгилувчанлиги учун эса 150 дан ортиқ бўлмаслиги лозим; чузилган элементларнинг эгилувчанлиги 400 га етиши мумкин. Стерженларнинг ҳисоблаш йули билан белгиланадиган узунлиги ферма текислигида таянч хавонлари ва устунлар учун уларнинг узеллар марказлари уртасидаги масофага тенг қилиб олинади. Панжаранинг қолган элементлари учун ҳисоблаш йули билан белгиланадиган узунликлари стерженнинг қайдайдир сикилишини эътиборга олган ҳолда, уларнинг геометрик узунликларини 0,8 коэффициентга қупайтириш йули билан аникланади. Ферма текислиги стерженларнинг ҳисоблаш йули билан белгиланадиган узунлиги боғланишлар уртасидаги масофага тенг қилиб қабул қилинади.

Чузилган элементларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула оркали текширилади:

$$N / A_n \leq R_y \gamma_c$$

Фасонкаларнинг улчамлари ва ташқи қуринишлари пайванд чокларининг жойлашиш шартларидан топилади. Фасонкаларнинг қалинлиги ферманинг таянч хавонидаги зуриқишларига боғлиқ ҳолда белгиланади 200, 200-500, 500-700, 750-1200 кН гача зуриқишларда фасонканинг қалинлиги тегишлича 8, 10, 12, 14 га тенг қилиб олинади.

## М. 2.1. ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАР

### *2.1.1. Ёғоч конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар*

Ёғоч ҳам тош каби қадимий қурилиш материали ҳисобланади. У азалдан турли хил қурилишларда ишлатилган. Масалан, биринчи ёғоч қуриклар эраמידан бир неча юз йиллар олдин қурилган эди.

Ёғоч конструкциялар массисининг унча катта бўлмаслиги, заводда тайёрланадиган эса юқори даражада индустриалаштирилганлиги, баъзи химиявий моддалар таъсирига чидамлилиги уларнинг бошқа хил конструкцияларга нисбатан афзаллик томонлариди. Урмонга бой регионларда ёғоч конструкциялар, айниқса иқтисодий жиҳатдан тежамли ҳисобланади. Ёғоч конструкциялар минерал ёғитлар, захарли химикатлар ва темир-бетон ва пулат учун агрессив ҳисобланган материалларни сақлашга мулжалланган омборлар қуришда қуламда ишлатилади.

Ёғоч конструкцияларнинг чириши ва ёнувчанлиги уларнинг қамчилиги ҳисобланади. Шу сабабдан ёғоч конструкцияларни лойиҳалашда ёғочни чириш ва ёниб кетишдан ҳимоя қилишга қаратилган чоралар ишлаб чиқиш жуда аҳамиятга эга бўлади.

### *Ёғоч конструкцияларни чиришдан сақлашда оид чоралар*

Ёғоч конструкцияларни бевосита қор-ёмғирдан қам қорғитишнинг олдини олиш учун томнинг устига мустаҳкам гидроизоляция қатлам ётқизилади ва у уз вақтида ремонт қилиб турилади. Шунингдек, томдан сувни тартибли равишда тушириш, грунт сувларидан гидроизоляция қилиш, хоналарни фойдаланишга топширишдан олдин қуриштириш, истифадиган хоналар подвалларини шамоллатишга оид чоралар қурилади.

### *Ёғоч конструкцияларни ёнишдан ҳимоя қилишга оид тадбирлар*

Исик узок вақт таъсир этганда исиклик манбаи ёнида турган ёғоч конструкциялар 150-160° С температурада уз-уздан алангалиниши мумкин. 250-300° С температурада эса ёғоч-тахтанинг куруклайин хайдалиши юз бериб, осон алангаланадиган газлар ажрала бошлайди. Очик аланга таъсирида бу газлар ёна бошлайди. Унинг исиги таъсирида ёғочнинг барча кисмлари парчаланеди ҳамда хаводаги кислород билан бирикиб ёна бошлайди.

Кумир пушт хосил булгандан кейин (Ёғоч-тахтанинг исиклик утказувчан-лиги паст булганлиги сабабли) алангаланиб ёниш процесси сусди ва буркиш фазасига утади, бунда факат ташкаридан хаво интенсив кирканидагина ёниш процесси давом этиши мумкин. Ёғоч-тахтанинг бирмунча пишик игнабаргли турларининг ёнишида туташ секин давом этади ёғоч конструкцияларнинг массив элементларида эса ёниш бутунлай туташ мумкин. Шу сабабли ёғоч конструкцияларни ёнишдан саклашда конструктив тадбирлар энг макбул чоралардир. Ёнмайдиган материаллардан ишланган исикчилик какакисиз том ёпмалар, шунингдек, курук ёғоч материаллардан ясалган яхтил массив ёки елимланган элементлар нисбатан секин алангаланади. Бино ва иншоотларни ёғоч ва бошка ёнувчан материаллар ишлатиб лойихалашда брандмауарлар, утдан химоя килидиган хоналар, биноларнинг нормаларда курсатилган жойлашиш оралиги эътиборга олиниши керак. Агар конструктив чораларнинг узи етарли булмаса, унда ёғоч алангаланишидан химиявий воситалар (антипиренлар) ёрдамида химоя килинади.

#### *2.1.2. Ёғоч конструкцияларга ишлатиладиган қурилиш ёғочлар, уларнинг физик-механик хоссалари ва уларда учрайдиган нуксонлар*

Ёғоч конструкцияларга ишлатиладиган ёғоч асосан игнабаргли дарахтларнинг карагай, арча ва бошка шунга ухшаш турларидан тайёрланади. Дуб ва шунга ухшаш бошка дарахт турларининг каттик ёғочлари факат энг муҳим деталлар: таянч ёстиклар, шпонкалар ва нагеллар тайёрлашга ишлатилади.

Ёғоч намлиги унинг физик-механик хоссаларига жиддий таъсир курсатади. Ёғочнинг мустаҳкамлиги кучланганлик ҳолатига ҳамда толаларга нисбатан таъсир этувчи кучланишлар ёуналишига боглиқ булади.

Ёғочдан табиий нуксонлар- куз, буранг, шунингдек ёғочнинг қуришида пайдо буладиган ёриклар таъсирида унинг мустаҳкамлиги сезиларли даражада пасаяди. Бу нуксонларнинг барчасининг таъсири ёғочнинг ҳисобий қаршилигини белгилашда, материал буйича ҳавфсизлик коэффициенти 1,7...5,5 орқали ҳисобга олинади.

Намлиқ микдори стандартда курсатилган (15 %) дан кам булган ёғоч ишлатилганда конструкциянинг мустаҳкамлиги ортади. Намлиқ 15% дан булганида ёғочнинг пишиклиги камаяди.

Намлиқ ёғоч элементларнинг эгилишига, толалар буйлаб сикилишига ва ёрилишига купрок таъсир курсатади.

Хавода қурилган ёғочнинг ( у қандай дарахт ёғочи булишидан қатъи назар) эластиклик Е иккинчи группа чегара ҳолат буйича ҳисобланадиган қурилиш конструкциялари учун толалар буйлаб  $E=10000$  Мпа толаларга қундаланг ёуналишда эса  $E_{90}= 400$  Мпа қилиб олинади.

Юк узок вақт таъсир этишида ёғоч-нинг мустаҳкамлиги масаяди (расм. ). Шунга қура 15% намлик билан узок вақт юкланиб тургандаги мустаҳкамлик чегараси унинг норматив қаршилиги  $R^H$  деб қабул қилинади. Бу қиймат мустаҳкамлик

курсаткичларининг ста-тик  
узгарувчанлигини эътиборга олган холда  
хисобланиб топилади.

### 2.1.3. Ёғоч конструкциялар элементларини хисоблашнинг узига хос хусусиятлари

Ёғоч конструкциялар биринчи ва иккинчи группа чегара ҳолатлар бўйича хисобланади. Ёғоч конструкцияларни биринчи группа чегара ҳолатлар бўйича хисоблаш одатда, юк кутара олувчанликка баъзи ҳолларда (сикилган эгилувчан элементларда) конструкция шаклининг устиворлиги йуқолиши мумкинлигини (бўйламасига эгилишда) эътиборга олган холда мустаҳкамликка хисоблашдан тборат булади. Ёғоч конструкция элементи мустаҳкамлик шартининг умумий қуриниши

$$\sum \frac{N_i^H \gamma_f n_c}{\Phi(S)} \leq R^H \frac{1}{\gamma_i} \cdot \frac{1}{\gamma_n} m_i \quad ( )$$

бу ерда  $R_i^H$  - норматив юклардан тушадиган куч;  $\gamma_f$  ва  $n_c$  тегишличи ута нагрузка ва кучларнинг биргаликдаги таъсири коэффициентлари;  $\sum N_i^H$  - доимий ва вақтли нагрузкалардан ҳосил буладиган ҳисобий кучланиш;  $\Phi$  - кучланиш хили (чузилиш, эгилиш ва х.) на тегишли функция;  $S$  - кесимнинг характеристикаси;  $R^H$  - ёғочнинг норматив қаршилиги;  $\gamma_i$ ,  $\gamma_n$ ,  $m_i$  - тегишлигача ёғоч конструкция-нинг материалига қандай мақсадга мувожазланганлигига ва иш шароитларига қараб ишонччилик коэффициентлари. Бу формуланинг физик моҳияти шундан иборатки, элементдаги максимал кучланиш (ҳақиқий ёки шартли) унинг ҳисобий қаршилигидан қам ёки жуда бўлмаганда унга тенг булади

$$R_i = R^H \cdot \frac{1}{\gamma_i} \cdot \frac{1}{\gamma_n} m_i$$

Ёғочнинг ҳисобий қаршилиқларини аниқлаш учун узок вақт этадиган норматив қаршилиқ  $1 / \gamma_i$ ,  $1 / \gamma_n$ ,  $m_i$  коэффициентларга қўйилади. Бу коэффициентлар билан ёғоч кесимларининг шакл ва ўлчами, улардаги турли хил нуқсонлар (кузлар ва ёриқлар), ёриқлар, йирик ўлчами элементларда ёғочларнинг бир турда бўлмаслиги ва бошқаларнинг ҳисобий қаршилиқка таъсири эътиборга олинади.

Ёғоч конструкцияларнинг эгилувчан элементлари учун силжиш ва бирикишга мослигини ҳисобга олган холда иккинчи группа чегара ҳолатлар бўйича (эгилишга) хисобланади. Бу ҳисоблашнинг умумий шарт қуйидагича:

$$f \leq f_{\text{чег}}$$

бу ерда  $f$  - эгилиш бўлиб, норматив нагрузка  $Q^H$  га элементнинг механик характеристикаларига боғлиқ бўлган функция  $f_{\text{чег}}$  эгилишнинг нормаланадиган чегара қиймати, у қуйидагиларга тенг деб олинади ( ораликнинг ўлчуллари ҳисобида)

том қирралари учун.....	1/400
елимланган асосий тусинлар, фермалар учун.....	1/300
қаватлараро ёпма тусинлари ва плиталари учун бостирма	
деворларининг панеллари учун.....	1/250
чордоқ ёпмаларининг тусинлари, том сарров ва стропило	

оёклари учун.....	1/200
обрешетка ва тушамалар учун.....	1/150

#### 2.1.4. Турли кучланганлик ҳолатларида ёғоч конструкцияларнинг кучланган элементларини ҳисоблаш

Марказий чузилган элементлар. Толалари буйлаб чузиладиган ёғочнинг мустаҳкамлик чегараси стандарт намуналарни киска муддат синаш ёули билан аникланади. Намлиги 15% ли карагай ва арча каби дарахт ёғочлари толалар буйлаб чузилганда уртача мустаҳкамлик чегараси тахминан 100 Мпа бўлади. Бирок нуксонлар (кузлар, куз олди буранглар) мустаҳкамликка таъсир этиши сабабли чузилишга норматив каршилиқни нисбатан кам (ёғочнинг 1 сорти учун 20 Мпа, II сорти учун 15 Мпа) олишга тугри келади.

Ёғоч конструкцияларни лойиҳалашда жуда зуриқиб чузиладиган элементлар учун ёғоч урнига пулат ишлатиш керак. Бу мақсадда металл ёғоч конструкция деб аталадиган фермаларнинг турли хил конструкцияларидан фойдаланилади. Уларда сиқиладиган ва сиқилиб эгиладиган элементлар, ёғочдан, чузиладиган элементлар эса пулатдан лойиҳаланади. Марказий чузилган элементлар буйлама куч таъсири остида толалар буйлаб нагрузка кутариш буйича қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$N / F_{нт} \leq R_{\text{ч}}$$

бу ерда  $N$  - ҳисобий буйлама куч;  $R_{\text{ч}}$  - ёғочнинг толалар буйлаб чузилишга ҳисобий каршилиғи, у жадвалдан тузатиш коэффицентларини ҳисобга олган ҳолда олинади;  $F_{нт}$  - қуриб чиқилаётган кундаланг кесимнинг заифлашган (нетто) юзаси.

Марказий сиқилган элементлар. Намлиги 15% бўлган игна барғли дарахтлар ёғочидан тайёрланган стандарт намуналар толалар буйлаб сиқилишида уртача мустаҳкамлик чегараси 40 Мпа га яқин бўлади. Бу шундай ёғочнинг чузилишга бўлган мустаҳкамлик чегарасидан тахминан 2,5 марта камдир. Шу билан бирга сиқилишга бўлган ҳисобий каршилиқ чузилишга бўлган ҳисобий каршилиқдан катта бўлади. Бу сиқилган тахталар, бруслар ва кузли ходалар (натурал катталиқдаги), шундай улчамдаги (бирок кузсиз) намуналар мустаҳкамлик чегарасининг 60-70% ни, чузилган элементларда эса бу микдорнинг атиғи 23-29 % ни ташкил этади. Сиқилган элементларнинг заифлашган жойларида кучланишлар концентрация-си камаяди, чунки ёғоч сиқилишда пластик ишлаганлиши учун маҳаллий кучланишлар тенглашади. Шу сабабли ёғочдан сиқилишга ёки эгилиб сиқилишга ишлайдиган конструкциялар-да фойдаланиш тавсия этилади.

Яхлит кесимли марказий сиқилган ёғоч стерженлар мустаҳкамлиғи симметрик тарзда заифлашганда қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$N / A_{нт} \leq R_{\text{с}}$$

Марказий сиқилган эластик элементлар бундан ташқари устивор-лиққа текширилади:

$$N / A_{\text{хис}} \cdot \varphi \leq R_{\text{с}}$$

расм.Марказий сиқилган элементлар кесимларининг

( ) а - элементнинг четига чикмайдиганлари

$\bar{b}$  - элементнинг четига чиқадиганлари.

бу ерда  $R_c$  - ёғочнинг толалар буйлаб сиқилишга булган хисобий қаршилиги;  $A_{\text{хис}}$  - элемент кундаланг кесимининг хисобий юзи:

$$A_{\text{хис}} = A_{\text{бр}} \quad ( )$$

$\varphi$  - буйлама эгилиш коэффициентини, у критик қучланиш  $\sigma_{\text{кр}}$  нинг оддий сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси  $B_c$  га нисбатан ҳосил бўлади  $\lambda > 70$  эгиловчанликда (ёгонинг иши эластиклик чегарасида):

$$\varphi = 300 / \lambda^2 \quad ( )$$

$\lambda \leq 70$  эгиловчанликда

$$\varphi = 1 - 0,8 (\lambda / 100)^2 \quad ( )$$

Яхлит кесимли элементлар учун ( ) ва ( ) лардаги эгиловчанлик кийматлари қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\lambda = l_0 / r \quad ( )$$

бу ерда  $l_0$  - хисобий узунлик.

Элемент кесимнинг инерция радиуси  $r$  қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$r = \sqrt{J_{\text{бр}} / A_{\text{бр}}} \quad ( )$$

бу ерда  $J_{\text{бр}} / A_{\text{бр}}$  - инерция моменти ва элемент кундаланг кесимининг брутто юзи; тугри туртбурчакли кесимлар (кесим баландлиги  $h$ ) учун  $r = 0,289 h$ , доиравий весимлар (диаметри  $d$ ) учун эса  $r = 0,25 d$ .

Эгиловчан элементлар. Эгиловчан элементлар (тусинлар, саровлар), одатда, битта брус ёки ҳодадан тайёрланади. Катта нагрузка тушадиган эгиловчан элементлар учун бир неча бруслардан иборат қушма тусинлар ишлатилиши мумкин. Бундай бруслар кесимда бир-бирига вертикал буйлаб нагеллар ёрдамида ёки билан бириктирилади. Эгиловчан тусинларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$M / W_{\text{хис}} \leq R_{\text{эг}} \quad ( )$$

бу ерда  $M$  - хисобий эгувчи момент  $W_{\text{хис}}$  - тусин кундаланг кесими қаршилигининг хисобий моменти, у яхлит кесимли ва елимлинадиган тусинлар учун  $W_{\text{нг}}$  га (яъни нетто юзаси буйлаб), қушма тусинлар учун  $W_{\text{хис}} = W_{\text{нг}} \cdot K_w$  га тенг деб олинади, бу ерда  $K_w$  бруслар бирикишининг ишловга мослигини ҳисобга олувчи коэффициент, у элементдаги ораликлар ва катламлар сонига боғлиқ ҳолда лойиха нормаларига биноан олинади,  $R_{\text{эг}}$  - эгилиш учун хисобий қаршилик.

Таянчлар ёнида, қиска тусинларда, шунингдек, қуштавр профили тусинларда анча катта тупланган юклар бўлганда, эгиловчан элементларни ( ) формуладан ҳисоблашдан ташқари, уларнинг кесимларини тусин буйлама уки буйлаб ёрилишга текшириш керак бўлади. Тусинлар буйлама ук буйлаб ёрилишга қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$\frac{Q S_{\text{бр}}}{J_{\text{б}} \cdot b_{\text{хис}}} \leq R_{\text{ёр}} \quad ( )$$

бу ерда  $Q$  - хисобий кундаланг қуч;  $R_{\text{ёр}}$  - ёғочнинг толалар буйлаб ёрилишига булган хисобий қаршилиги;  $J_{\text{б}}$  - қуриб чиқиётган кундаланг кесимининг брутто инерция моменти;  $S_{\text{бр}}$  - нейтрал қучга нисбатан силжиётган брутто статик моменти,  $b_{\text{хис}}$  -

кесимнинг ҳисоблаш йули билан белгиланадиган эни елимланадиган чок буйлаб ёрилишга ҳисоблашда  $b_{\text{хис}}$  елимланадиган чок энининг 60 процентига тенг.

Юкорида курсатилганидек эгилувчан элементлар иккинчи группа чегара ҳолатлар буйича ҳисобланади. Чунки ёғочнинг эластиклик модули унча катта булмаганлиги сабабли, купинча бу ҳисоблаш элемент кесимининг улчамларини аниклаш учун асосий ҳисоблаш булиши мумкин.

Тусинларнинг солкилиги норматив нағрузка  $q^H$  оркали аникланади. Бир текис тақсимланган нағрузка юкланган бир ораликли оддий тусин учун солкилик куйидаги формуладан аникланади:

$$f = \frac{5 q^H J^4}{384 \cdot E J_{\text{бр}}} \leq f_{\text{чег}} \quad ( )$$

### 3.1. ТЕМИР-БЕТОН ТУГРИСИДА МАЪЛУМОТЛАР

#### 3.2. ТЕ МИР-БЕТОН ТУГРИСИДА ТУШУНЧА

Темир-бетон бетондан ва унинг ичида жойлашган пулат стерженлардан иборат булиб, бу стерженлар бир бутун нарсани ҳосил килади ва у билан биргаликда ишлайди.

Бетон ҳам бошка материаллар сингари кучланишларга анча катта қаршилиқ курсатади, чузилишга ҳужа қам қаршилиқ курсатади. Бетоннинг чузилишга курсатадиган қаршилиги сиқилишга нисбатан мустаҳкамлигидан 10-15 марта кичик. Шу сабабли бетон (арматураси йук) конструкциялар эгилиш ёки чузилишга мулжаллаб ишлаб чиқарилганида, флйдаси қам ва амалда ишлатиб булмасди.

Пулат сиқилиш ва чузилишга жуда яхши ишлайди. Ана шу боисдан ҳам темир-бетон яратиш гоёси пайдо булди, унда сиқувчи юқларни бетон, чузувчи юқларни эса пулат арматура қабул килади.

Эгиладиган темир-бетон элементларда ишчи арматурасини, одатда, эғувчи моментлар эпюрасига мувофик чузилган қисмида жойлаштирилади.

Конструкцияларни факат улар чузилишга ва эгилишга ишлагандагина эмас, балки буралиш, кесилиши, номарказий ва уқий сиқилиш ҳолларида ҳам арматураланади. Бу ҳолларда ишчи арматурасини элементлар кесимларининг улчамларини кичрайтириш ва конструкциянинг уз огирлигини қамайтириш, шунингдек, уларнинг юкори ишончлилигини таъминлаш учун куйилади. Бетон (арматураси йук) элементлар тусатдан

емирилади (мурт), айти вакта темир-бетон элементлар аста-секин емирилиб, бу эса уларнинг мустахкамлик захираларини камайтириш имконини беради.

## ОЛДИНДАН ЗУРИКТИРИЛГАН ТЕМИР-БЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАР

Одатдаги темир-бетон конструкциялардан ташкари олдиндан зуриктирилган конструкциялар ҳам мавжуд. Олдиндан зуриктириш анча мустахкам арматура пулати ва юкори классли бетондан фойдаланиш имконини беради, биров одатдаги темир-бетонда бунинг иложи йук.

Олдиндан зуриктирилган темир-бетон конструкцияларда арматура олдиндан чузилади, бетон эса сикилади. Бунда куйидаги икки асосий усулдан бирини куллаш билан эришилади.

Биринчи усул арматурани тиргакча етказиб тарнглаб тортишдан иборат. Бетон котганидан кейин арматура таранглаш курилмасидан бушатилади ва у кискара бориб бетонни чикади.

Иккинчи усул арматурани котган бетонда таранглашдан иборат. Бунинг учун арматура котган бетонда келтирилган ариклар ёки уйиклардан утказилади; арматурани тарангланганида, у айти бир вакта бетонни чикади. Ариклар ёки уйиклар цемент коришмаси билан тулдирилганида арматура бетон билан тишлашади.



Темир-бетон конструкцияларни олдиндан зуриктириш уларнинг дарз бардошлигини анча ошириб ва конструкция элементларининг деформациялани-шини камайтиради, чунки бунда бетоннинг иши вақтида чузилишга ишлайдиган қисмларида олдиндан сиқилиши юз беради.

Бетон билан пулат арматуранинг биргаликда ишлашини таъминловчи асосий физик-механик омиллар қуйидагилардан иборат:

- 1) пулат арматура ва бетон юзаси уртасида тишлашиш анча катта бўлади;
- 2) бетон билан пулатнинг чизикли кенгайиш коэффициентлари бўйича бир-бирига яқин (бетон учун  $= 1 \cdot 10^{-5}$  -  $1,5 \cdot 10^{-5}$  пулат учун  $= 1,2 \cdot 10^{-5}$ ), бу ҳол бетон билан пулатнинг тишлашишини бузувчи ички қучлар ҳосил бўлишини мўстисно қилади;
- 3) зич бетон ичига жойлашган пулат занглашдан ва бевосита олов таъсиридан химояланган бўлади.

## ОЛДИНДАН ЗУРИКТИРИШ УСУЛЛАРИ

Олдиндан зуриктирилган темир-бетон элементларда зуриктириш икки усулда амалга оширилиши яъни, арматурани бетон қуйгунча торанглаш ва қотган бетонда торанглаш мумкинлигини ургандик. Олдиндан зуриктирилган темир-бетон элементларда арматуралар қуйидаги усулларда зуриктирилади (торангланади):

- Механик усулда. Бу усулда арматуралар гидравлик ёки винтли домкратлар ва бошқа механизмлар ёрдамида торангланади.

- Электротермик усулда. Бу усулда арматуралар электр токи ёрдамида  $300-350^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилиб қолипга урнатилади ва уchlари таянчларга қотирилади. Арматура совиш жараёнида қискариб арматурада дастлабки чузилишга бўлган зуриқиш ҳосил этилади.

- Умумлашган (комбинированнқй) усулда. Бу усулда арматуралар торантланганда юқоридаги икки усулдан яъни. механик ва электротермик усуллардан бир вақтни узида фойдаланилади. Демак, арматура электр токи ёрдамида қисман қиздирилиб сунгра механик усулда чузилади.

- Физик-химиявий усулда. Бу усулда арматуралар бетоннинг кенгайиши ҳисобига торангланади. Бунда бетон тайёрлаш учун махсус зуриқувчи цементдан (НЦ) фойдаланилади. Бундай бетонга гидротермик ишлов берилганда бетон кенгайиб кетади ва натижада арматура унинг кенгайишига қаршилиқ қилиб, арматурада чузувчи ва бетонда сиқувчи зуриқишлар ҳосил бўлади. Арматуралар таянчларда зуриқтилганда барча усулдан фойдаланса бўлади. Аммо, қотган бетонда арматуралар фақат механик усулда торангланади.

Олдиндан зуриктирилган темир-бетон элементлар қуйидаги афзалликларга эга:

- ёриқишга юқори тургунлик даражаси;
- арматуралар сарфи 30-70% га қамаяди;
- бетон сарфи ва элемент массаси қамаяди;
- динамик юқларга қаршилиги ортади;
- хизмат муддати ортади, чунки музлашга бардошлиги ва сув утқазмаслиги яхшиланади қамчилиги;
- олдиндан зуриктирилган темир-бетон элементларни тайёрлашда меҳнат сарфи юқори;
- махсус усқуналар ва юқори малакали ишчилар талаб этилади.

## ТЕМИР-БЕТОННИНГ АФЗАЛЛИКЛАРИ ВА ҚАМЧИЛИКЛАРИ

Темир-бетоннинг hozirgi курилишда кенг таркалишига авваламбор унинг бошка курилиш материалларига караганда техникавий ва иктисодий афзалликларининг анча куплиги сабаб булди.

Темир-бетон массасининг 70-80% гача кисмини махаллий тош материаллар (кум, чакик тош ёки шагал ташкил килади). Пулат ва ёгоч конструкцияларни темир-бетон конструкциялар билан алмаштириш курилишда халк хужалигининг бошка сохалари учун алмаштириб булмайдиган пулат ва ёгоч сарфини тежашга имкон беради.

Айникса, таёр усуллар билан корхоналарда ва полигонларда тайёрланадиган йигма хамда олдиндан зуриктирилган темир-бетондан фойдаланишда техникавий-иктисодий самарадорлик анча юкори булади.

Темир-бетон бир канча техникавий афзалликларга эга. Авваламбор у бетон ичига жойлаштирилган арматура ишончли сакланганлиги туфайли жуда узокка чидайди. Бетоннинг мустахамлиги эса вақт утиши билан камаймайди, балки ортади.

Темир-бетон конструкцияларнинг утга чидамлилиги юкори. Амалда шу нарсa маълум булдики, бетоннинг 1,5 = 2 см калинликдаги химоя катлами темир-бетоннинг ёнгин чиккандаги утга чидамлидигини таъминлаш учун етарли экан. Уларнинг утга чидамлилигини янада ошириш, шунингдек, иссикка чидамлилигини ошириш максадларида махсус тулдиргичлар (базальт, диабаз, шамот, домна шлагги ва бошқалар)дан фойдаланилади, шунингдек, химоя катламини 3-4 см гача оширилади.

Темир-бетон конструкциялар бошка материаллардан тайёрланган конструкцияларга караганда бир бутунлиги ва бикрлиги катта булганлиги учун зилзилабардошлиги жуда юкоридир.

Темир-бетонга исталган конструктив ва меъёрий шаклларни бериш мумкин. Иншоотларни саклаш ва конструкцияларга караб туриш буйича килинадиган сарфлар жуда кам.

Темир-бетон конструкцияларнинг камчиликларига куйидагилар киради:

- 1) уз огирлигига нисбатан катта;
- 2) иссиклик ва овоз утказувчанлиги нисбатан юкори, бу эса баъзи холларда махсус изоляция куриш талаб килади;
- 3) ишларни бажариш, айникса, киш фаслида иш бажариш мураккаб, олдиндан зуриктирилган конструкциялар тайёрлашда малакали кадрлар махсус жихозлар, буглаш хужалиги талаб этилади, арматуранинг тугри жойлашувини мунтазам равишда назорат килиб туриш, бетон коришмасининг ташкил этувчиларини дозалашни, бетонни ёткизишни ва бошка ишларни мунтазам равишда назорат килиб туриш талаб этилади;
- 4) иш (юки тушганига кадар) чукишдан, технологик сабабларга кура темир-бетондаги уз кучланиш, шунингдек, бетоннинг чузилишга каршилиги жуда камлигидан ташки юклар таъсиридан дарзлар хосил булиш эхтимоли бор.

## ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

Темир-бетон конструкциялар бажарилиш усули буйича йигма, бир бутун ва йигма бир бутун булади.

Йигма темир-бетон конструкциялар купрок таркалган, чунки улардан фойдаланиш курилишни саноатлаштиришга ва иложи борича механизациялашти-ришга имкон беради. Завод шароитларида ёигма конструкциялар тайёрлашда бетон коришмасини, тайёрлаш, ётказиш ва унга ишлов беришнинг анча илгор технологиясини куллаш, ишлаб чиқаришни автоматлаштириш, курилиш ишларини анча соддалаштириш мумкин.

Бир бутун темир-бетон конструкциялар кисмларга булиниши ва бир хиллаш тирилиши кийин булган иншоотларда, масалан, баъзи гидротехника иншоотларида, огир

пойдеворларда, сузиш ховзаларида, кучма ёки узгарувчан колиплар ёрдамида кутариладиган иншоотларда (кобикларнинг копламалари, силослар ва бошқалар) кенг қулланади.

Йигма-бир бутун темир-бетонлар йигма элементлар ва қурилиш жойида ётқизиладиган монолит бетоннинг қушилмасидан иборат.

Одатда йигма элементлар бир бутун бетон учун колип ҳосил қилади, бу эса ёғочни тежашга имкон беради (колипга кетадиган). Йигма монолит конструкциялар йигма конструкцияларга қараганда бир бутунлиги юқорилиги ва улоқ жойларининг содда беркитилиши билан фарқ қилади.

## БЕТОН, АРМАТУРА ПУЛАТИ ВА ТЕМИР-БЕТОННИНГ АСОСИЙ ХОССАЛАРИ БЕТОН ВА ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАР УЧУН БЕТОН МАТЕРИАЛ ЭКАНЛИГИ

Бетоннинг мустаҳкамлиги етарли даражада юқори бўлиши, арматура билан яхши тишлашиши ва зичлиги юқори бўлиб, арматурани занглашдан химоя қилишни ва конструкциянинг узокка чидашини таъминлаши зарур. Баъзан қушимча равишда: сув утқазмаслиги, сувга нисбатан чидамли бўлиши, совукка нисбатан чидамли бўлиши, утга чидамлилиги ва зангбардошлигали жуда юқори бўлиши, огирлиги кам бўлиши, иссик тош овоз утқазувчанлиги паст бўлиши каби талаблар қўйилади.

Бетоннинг физик-механик хоссалари қоришманинг таркиби, боғловчи ва тулдиргичларнинг тури, сув боғловчи нисбати, бетоннинг тайёрланиш усули, ётқазилиши ва унга ишлов бериш усуллари, котиш шароитлари (табiiй котиш, автоклавда ишлов бериб котириш), бетоннинг ёки ва бошқаларга боғлиқ. Бетон учун материал танлашда, унинг таркибини белгилашда ва тайёрлаш усулларини белгилашда буларнинг ҳаммасини ҳисобга олиш керак.

Қурилишда одатдаги огир бетонлар энг қўп тарқалган бўлиб, уларнинг зичлиги  $2200-2500 \text{ кг/м}^3$ , одатдаги зич тулдиргичлар қушиб тайёрланади. Зичлиги  $2500 \text{ кг/м}^3$  дан ортик бетонлар огир бетонларга қиради; улардан радиациядан химояланишда фойдаланилади ва ҳажмий массаси оширилган (магнетит, лимонит, барит, чуян нитраси ва бошқалар) тулдиргичларнинг махсус турлари қушиб тайёрланади. Бетоннинг зичлиги  $1800 \text{ кг/м}^3$  дан юқори ва  $2200 \text{ кг/м}^3$  гача бўлганида енгиллаштирилган бетонларга қиради, зичлиги  $1800 \text{ кг/м}^3$  бўлганида енгил бетонларга қиради. Бетоннинг огирлиги говақ тулдиргичлар қушиб (керамзит, аглопорит, пемза, туф, оҳақ - чиганок ва бошқалар), ёки бетон аралашмасига говақ ҳосил қилувчи қушимчалар солиб, енгиллаштирилади.

Алоҳида, узига ҳос шароитларда ишлайдиган учун бетон тегишли узига ҳос хоссаларга эга бўлиши керак.

Чунончи, гидротехника иншоотлари учун (гидротехника бетонн) ишлатиладиган бетон етарли даражада мустаҳкам бўлиши билан бирга сув утқазмаслиги, сувга чидамлилиги, совукка чидамлилиги юқори бўлиши, иншоотларнинг массив қисмлари учун қотаётганида кам иссиқлик чиқарадиган (экзотермиклиги) бўлиши керак.

## БЕТОННИНГ ЮҚ ОСТИДА ДЕФОРМАЦИЯЛАНИШИ ЭЛАСТИКЛИҚ (ДЕФОРМАЦИЯЛАР) МОДУЛИ

Бетон намунани сиқувчи юқ билан бир марта юқлаганда қучланишлар диаграммаси эгри қизикли қуринишда бўлади, бетондаги деформация қучланишларга қараганда тезроқ (расм ).

Бетонда юк таъсирида эластик деформациялар билан бир вақтда бетоннинг тобташлашлиги сабаб буладиган ноэластик деформация ҳам ривожланади. Тажрибалар шуни курсатдики, бетон учун кучланиш деформация диаграммасининг Гукнинг тугри чизикли богликлигидан четга чиқиши вақт омилидир. “Оний” юклашда бетоннинг деформацияси Гук конуни бўйича боради ва богликлик тугри чизикли бўлиб қолади. Бундай тугри чизик координаталар бошида хақиқий диаграмма  $b_v - \epsilon_v$  га уринма булади, унинг абсцисса укига қиялик бурчагининг тангенси эса бетоннинг эластиклик модулини ифодалайди

$$E_v = tq \alpha_0 = b_v / \epsilon_v$$

Агар намуна босқичма-босқич юкланса, бунинг устига хар босқичдан кейин намунани маълум вақт узгармас кучланишда саклаб турилса у ҳолда диаграмма босқичли қуринишда булади (расм, пунктир). Огма чизиклар кучланишларга мутаносиб эластик деформацияларнинг ривожланишини, горизонтал майдончалар эса узгарм ас кучлан ишда (юклашнинг шу босқичига мос) намунани саклаб туриш пайтида бетоннинг тобташлашлиги туфайли ҳосил булган ноэластик деформацияларнинг ривожланишини ифодалайди.

Шундай қилиб, бетоннинг тула деформацияси  $\epsilon_v$  вақтнинг исталган пайтида эластик (огма чизикларнинг абсцисса укига проекциялари) ва ноэластик (диаграмманинг горизонтал майдончалари) деформацияларнинг йигиндисини ифодалайди, яъни  $\epsilon_v = \epsilon_{e1} + \epsilon_{p1}$

Эластиклик модули бетон классификацияси билан усади. Табиий қотадиган оғир бетон учун меъерларда қуйидаги эмпирик богланиш қабул қилинган:

$$E_v = 55400 B / (21+B)$$

В 20 - В 50 классификацияси оғдатдаги бетонлар учун эластиклик модуллари 27000 дан 39000 Мпа гача булган чегараларда узгаради, яъни пулатнинг эластиклик модулидан 5-8 марта паст булади.

Бетон учун Пуассон коэффициентини, яъни қундаланг деформациянинг бўйлама деформацияга нисбати кучланиш усиши билан ортади, унинг бошланғич қиймати

$$\nu = 0,2$$

Бетон учун силжиш модули  $G = E_v / 2 (1+\nu)$ , унинг қиймати  $0,4E_v$  га тенг.

Бетоннинг деформацияланувчанлиги, бир томондан, унинг таркибига, мустахкамлигига ва зичлигига, ташкил этувчилари (тулдиргичлар, цемент тоши)нинг эластик-пластиклик хоссаларига, иккинчи томондан, кучланганлик ҳолатининг турига, юкнинг катталиги ва унинг таъсирининг давомийлигига боғлиқ.

## БЕТОННИНГ МУСТАХКАМЛИК БУЙИЧА КЛАССЛАРИ, МЕЪЁРИЙ КАРШИЛИГИ ВА МАРКАЛАРИ

Бетон бир жинсли булмаганлиги ва бошқа тасодифий сабаблар туфайли бетоннинг хоссалари жуда кенг чегараларда узгариши мумкин, шунинг учун ҳисоблашга маълум ишончлилик билан белгиланган мустахкамлик курсаткичларини киритиш зарур.

Бетоннинг куб ҳолидаги меъёрий мустахкамлиги деганда 0,95 ишончлилик билан белгиланган мустахкамлик (параметр) курса так как ичи яъни кура куйидаги формула билан аниқланган мустахкамлик курсаткичи тушунилади:

$$R_n = R_m (1 - 1,64 \nu)$$

бунда:  $R_m$  - бетоннинг уртача статистик мустахкамлиги;  $\nu$  - бетон мустахкамлиги-нинг узгарувчанлик коэффициенти, у одатдаги огир бетон учун, шунингдек, говак турлдиргичли бетонлар учун уртача 0,135 ни ташкил этади.

Бетоннинг сикилишга мустахкамлиги буйича класс (В билан белгиланади) 0,95 ишончлилик билан кафолат бериладиган мустахкамликка мос келади ва сон жихатидан формула билан аниқланадиган, куб ҳолидаги меъёрий мустахкамлигига тенг булади. Бетоннинг мустахкамлик буйича класс ёки меъёрий каршилиқ бетоннинг базис (назорат килинадиган) тавсифи ҳисобланади. Бу тавсиф буюмларнинг иш чизмаларида курсатилади ва буюмларни тайёрлашда у таъминланган булиши зарур.

Бетон призмаларнинг сикилишдаги  $R_{bn}$  ва укий чузилишдаги  $R_{btn}$  меъёрий каршилиқлари (чузилишга синаш йули билан назорат булмаганида), бетоннинг куб ҳолидаги мустахкамлигига кура қабул килинади. Агар бетоннинг чузилишга мустахкамлиги намуналарни бевосита синаш йули билан назорат килинса, бетоннинг укий чузилишга меъёрий каршилиги куйидагича булади:

$$R_{btn} = R_{bn} (1 - 1,64 \nu)$$

бу ерда:  $R_{btn}$  - бетоннинг чузилиш га уртача мустахкамлиги.

Бетоннинг укий чузилишга мустахкамлиги буйича класслари В сон жихатидан формула билан аниқланадиган меъёрий каршилиқларга тенг, яъни 0,95 ишончлилик билан белгиланган укий чузилишдаги мустахкамликка тенг.

Бетоннинг сикилишга мустахкамлиги буйича класс В кирраси 15 см ли бетон кубларни 28 сутка  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  хароратда ва мухитнинг нисбий намлиги 95% дан кам булмаган шароитларда синаш натижаларига кура, мустахкамликнинг статистик узгарувчанлигини назарда тутган ҳолда белгиланади.

Одатдаги огир бетонлардан тайёрланган бетон ва темир-бетон конструкциялар учун сикилишга мустахкамлик буйича куйидаги класслари кузда тутилган: В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60.

Бетоннинг укий чузилишга мустахкамлиги буйича класс  $R_1$  бир катор иншоотларда, хусусан гидротехника иншоотларида бетон мустахкамлигининг асосий хоссаси ҳисобланади. У ҳам 0,95 ишончлилик билан берилади. Бетоннинг укий чузилишга мустахкамлигининг куйидаг и класслари белгиланган:  $B_t 0,8$ ;  $B_t 1,2$ ;  $B_t 2,4$ ;  $B_t 2,8$ ;  $B_t 3,2$ .

Бетоннинг класс конструкциянинг мулжалланишига ва уни ишлатиш шароитларига караб техник иктисодий мулохазаларга кура танланади.

Бетоннинг совукбардошлилигига кура маркаси бетоннинг сувга туйинган ҳолида навбатма-навбат музлаш ва эриш цикллариининг микдори билан таърифланади, бетон

намуналари ана шу цикларга чидаши зарур. Огир бетонлар учун совукбардошлиги буйича куйидаги маркалари белгиланган: F50; F75; F100 F150; F200; F 300; F400; F500.

Бетоннинг сув утказмаслик буйича маркаси сувнинг шундай босимида мос келадики, бу босимда сувнинг бетон намуналари оркали сизиб утиши кузатилмайди. Бетоннинг сув утказмаслик буйича маркалари W2; W4; W6; W8;; W10; W12 га сувнинг 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2 Мпа босимлари тугри келади.

Бетоннинг уртача зичлиги буйича маркаси бетоннинг куритилган холидаги уртача зичлигига мос келади ва  $\text{кг/м}^3$  да улчанади. Говак тулдиргичли енгил бетонлар учун бетоннинг зислик буйича маркаси Д800...Д2000 чегарасида булади (100 оралатиб). Зичлик  $2000 \text{ кг/м}^3$  дан ортик булиб,  $2200 \text{ кг/м}^3$  гача етганда бетон енгиллаштирилган турга киради, зичлик  $2200 \text{ кг/м}^3$  дан ортик булганида эса огир бетонлар турига киради.

## БЕТОННИНГ МЕХАНИК ХОССАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ДАСТЛАБКИ ВА ТАКРОР ЮКЛАНИШЛАРДА УЗГАРИШИ.

### Бир карра статик юклашда бетоннинг мустахкамлиги

Бетон намунанинг укий сикилишида буйлама ва кундаланг йуналишларда деформациялар хосил булади. Сикувчи кучланишларнинг ноль кийматдан емирувчи кийматигача усишда бетоннинг тузилишдаги узига хос узгаришларни курсатиб утиш мумкин. Шу мақсадда сикувчи кучларнинг таъсир чизигига тик йуналишда ультратовуш тулкинларининг таркалиш тезлигининг узгаришини кузатиш кизикарлидир.  $\sigma_b / R_b$  сикувчи кучланишларнинг нисбатан кичик кийматларида бетоннинг зичлиги ортади, булса ультратовуш тулкинларининг утиш тезлигининг ортишига олиб келади (расм ).  $\sigma_b = R_{сгс}^0$  кучланишда ,бетоннинг зичлиги энг катта булади, кучланишнинг янада ортишида бетоннинг зичлиги пасая бошлайди ва ультратовуш тулкинларининг тезлиги пасаяди.  $R_{сгс}^0$  кучланиш бетонда микродарзлар хосил булиши бошланишига мос келади.

Микродарзлар бетоннинг бир жинслимаслиги туфайли кучланишлар тупланган жойида пайдо булади. Юк (нагрузка) орта бориши билан микро дарзлар ривожлана бошлайди,узаро бирлашади ва кайтмас булиб колади, яъни юк олинганида дарзлар йукол-майди. Ультратовуш тулкинларининг утиш тезлиги бошлангич тезликка тенг булиб коладиган (тезликнинг) орттирма-си  $\Delta v = 0$ )  $R_{сгс}$  кучланиш микродарз-лар хосил булишининг юкориги чегарасига мос келади. Чегаравий нисбий кучланишларнинг сатхи купгина сабабларга боглик, шу жумладан бетоннинг мустахкамлигига боглик. Бетоннинг мустахкамлиги ортиши илан шу сатхлар ортади,уртача хисобда уларни тенг деб олиш мумкин:

$$R_{сгс}^0 = R_b = 0,2...0,4; R_{сгс}/ R_b = 0,5...0,8$$

Намунанинг эмирилиш бетон қисмларининг кундаланг йуналишда узилиши натижасида юз беради.

Бетон намуналарни сикилишга синаш натижалари намуналарнинг шаклига ва улчамларига боглик, бу асосан прессларнинг ёстиклари билан намуналарнинг уларга ёндош ёклари орасида ҳосил буладиган ишқаланиш кучларнинг таъсири натижасидир (расм ). Намуналарнинг ичкараси томон йуналган ишқаланиш кучлари кундаланг деформацияларнинг эркин ривожланишига тускинлик килади ва бу билан бетоннинг каршилигини оширади. Ишқаланиш кучларининг тутиб турувчи таъсири торецлардан узоклашган сари пасаяди, шунинг учун бетон кубик эмирилганида бир-бирига учи билан караган иккита кесик пирамида шаклини олади (расм ,а). Бирок ишқаланиш кучлари бартараф килиниши билан ( масалан, бир-бирига тегиб турган юзаларга парафин суркаб) эмирилиш характери бирданига узгаради (расм ,б). Дарзлар вертикал йуналишни олади, кубикнинг сикилишга каршилиги эса анча пасаяди. Худди шу боисдан призма шаклидаги намуналар (булар учун ишқаланиш кучларининг таъсири куб шаклидаги намуналарникига караганда кам булади) кундаланг кесимлари бир хил булгани холда кам мустахкамликни курсатади. Призма баландлигининг асос томонлари а га нисбати ортиши билан мустахкамлик камаяди, бирок  $h/a \geq 3 \dots 4$  булганида призманинг мустахкамлиги амалда узгармас булади. Ишқаланиш кучларининг таъсири кучсиз булганлиги туфайли призмалар  $h/a$  нисбат етарлича катта булганида буйлама дарзлар ҳосил булиши оқибатида эмирилади (расм ,в). Ишқаланиш кучларининг таъсири нисбатан катта булганида призманинг эмирилиши кия текисликда кесилишдан содир булиши мумкин (расм ,г).

Бетоннинг куб холидаги мустахкамлиги  $R$  (улчами  $150 \times 150 \times 150$  мм булган кублар учун) билан призма холидаги мустахкамлиги  $R_b$  ни

(баландлигининг асосига нисбати  $h/a \geq 4$  булган призма алар учун ) маълум муносабат ёрдамида боглаш мумкин, уни тажриба йули билан белгиланади:

$$R_b / R = 0,77 \div 0,001R$$

Бетоннинг призма холидаги мустахкамлигидан эгиладиган ва сикилган бетон ҳамда темир-бетон конструкцияларни (масалан, устунлар, ферма, аркаларнинг сикилган элементлари ва бошқалар) ҳисоблашда фойдаланилади.

Бетоннинг укий чузилишдаги мустахкамлиги  $R_{bt}$  сикилишдагига караганда 10-2-марта паст булади. Бунда бетоннинг куб холидаги мустахкамлиги ортиши билан бетоннинг чузилишдаги нисбий мустахкамлиги пасаяди. Бетоннинг чузилишдаги мустахкамлик чегараси куб холидаги мустахкамлиги билан куйидаги эмпирик формула ёрдамида богланиши мумкин

$$R_{bt} = 0,5 \sqrt[3]{R^2}$$

Бетоннинг эгилиб чузилишдаги мустахкамлик чегараси  $R_{btс}$ . Бетон тусин эгилганида эластик ва пластик деформацияларнинг ривожланиши, шунингдек, бетоннинг сикилиш ва эгилишга турлича каршилиқ курсатиши туфайли кучланишлар эпюраси кесимнинг баландлиги буйича эгри чизикли куринишга эга булади (расм, а). Куринишнинг тугри чизикликдан четга чикиш кучланишларнинг кийматлари эмирувчи кучланишларга канча якин булса, шунча катта булади. Шунинг учун куйидаги эгилиш формуласи билан ҳисобланган.

$$R_{btс} = 6M / bh^2$$

$R_{bt}$  скатталик (пластик деформацияларни ҳисобга олмайди)  $R_{bt}$  дан катта бўлиб чиқади. Эгилиш коэффиценти деб аталадиган  $R_{bt} / R_{bt}$  нисбат турли бетонлар учун жуда кенг чегараларда узгаради; уртача у 1,7 га тенг. Бетоннинг чузилишдаги мустаҳкамлиги

$$R_{bt} = 6M / 1,7 bh^2 = 3,5 M / bh^2$$

Амалда жуда кам учрайдиган соф кесилишда мустаҳкамлик чегараси  $R_{sh}$  куйидаги эмпирик формула билан аникланади:

$$R_{sh} = 0,7 \sqrt{R_b \cdot R_{bt}}$$

ёки тақрибан

$$R_{sh} = 0,2 \cdot R_{bt}$$

Уринма кучланишларнинг кесилиш текислигида тақсимланишини бир текис деб қабул қилинади: бетонни кесилишга синаш схемаси расм, б да курсатилган. Купгина бетон ва темир-бетон конструкцияларда ёрилишга ишлайди, ёрилишни, масалан, кундаланг кучлар эгилишда таянчлар ёнидаги кия кесимларда таъсир этиб келтириб чиқаради. Ёрувчи (уринма) кучланишлар эгилишда кесим баландлиги бўйича парабола бўйича тақсимланади. Кесимнинг эни доимий бўлганида ёрувчи кучланишларнинг энг катта киймати нейтрал катлам сатҳида бўлади. Бетоннинг ёрилишга қаршилиги уқий чузилишдагига қараганда 1,5-2 марта ортиқ.

Шундай қилиб, бетоннинг механик мустаҳкамлиги турли кучлар таъсирида тахминан куйидаги кийматларга эга бўлади:

кубикларни сиқишда.....	
призмаларни.....	(0,7...0,8)
уқий чузилишда.....	(0,05...0,1)
эгилиб чузилишда.....	(0,10...0,18)
соф кесилишда.....	(0,15...0,3)
ёрилишда.....	(0,1...0,2)

## АРМАТУРА БУЮМЛАРИ, КУЙМА ДЕТАЛЛАР ВА АРМАТУРА УЛАНМАЛАРИ

Темир-бетон конструкцияларни арматуралаш учун пайванд турлар ва қарқаслар қурилишидаги арматура буюмлари ишлатилади, улар темир-бетон буюмлари заводлардаги арматуралаш цехларида тайёрланади, цехлар арматурани тугрилаш, кесиш, буқиш, чуқиш ва пайвандлаш жихозлари билан таъминланган бўлади.

Плиталарни арматуралашда қулланиладиган пайвандланган урама ва тахта тарзидаги турлар диаметри 3...5 мм ли одатдаги арматура симидан (совуклайин чузилган) ва диаметри 6...10 мм ли киздириб прокатланган А-III классдаги пулатдан тайёрланади (расм ). Огир конструкцияларда диаметри 10 мм дан ортиқ бўлган стерженлардан тайёрланадиган тахта тарзидаги пайванд турлардан фойдаланилади. Урам турларда



буйлама стерженларнинг диаметрлари 5 мм дан ошмайди. Турларнинг стерженлари кесишган жойларида нукта усилида электр пайванд килиб бириктирилади. Чизикли элементлар (тусинлар, устунлар)ни арматуралаш учун “лесенка” туридаги тахта турлардан хосил килинадиган фазовий синчлар (каркаслар) ишлатилади (расм ,а,б,в). Бу турлар буйлама ва кундаланг стерженлардан, шунингдек, кушимча монтаж стерженларидан тайёрланган булади. Пайванд турлар буйлама ва кундаланг стерженлари диаметрларининг нисбати турттадан ошмаслиги керак.

Арматура буюмлари тайёрлашда (каркаслар ва турларни), уларга турли шакллардаги ва улчамлардаги куйма деталлар пайвандлаб бириктирилади, улар йигиш элементларини бир-бирига бирлаштириш ва турли жихоз ҳамда деталларнинг конструкцияларига махкамлаш учун хизмат килади.

Алохида арматура стерженлари ёки арматура буюмлари узаро, одатда, электр пайванд килиб бириктирилади. Бирок баъзи ҳолларда, масалан, совуклайин деформацияланган ёки термик пухталанган пулатларни бириктиришда пайвандсиз, устма-уст куйиб бирлаштирилади (чунки пайвандлаш уларнинг хоссаларини ёмонлаштириб юборади.

## АРМАТУРАНИНГ МЕЪЁРИЙ ВА ХИСОБИЙ КАРШИЛИКЛАРИ

Арматуранинг меъёрий каршилиги  $R_{sn}$  окувчанлик чегарасининг назорат килинадиган энг кам кийматларига тенг килиб қабул килинади.  $R_{sn}$  нинг кийматлари ГОСТ ёки ТУ га кура қабул килинади, бу кийматлар уларда 0,95...0,97 ишончлилик билан берилган.

Биринчи гуруҳ чегарали ҳолатлар учун арматуранинг хисобий каршиликлари  $R_s$  меъёрий каршиликлар катталикларини арматура буйича ишончлилик коэффиценти  $\gamma_c$  га булиш йули билан хосил килинган, ишончлилик коэффицентлари А-III классдаги стерженли арматуралар учун 1,07, А-1У, А-У класслар учун 1,15, Ат-У1 класс учун 1,20, ута мустаҳкам симлар ва канатлар учун 1,2 деб қабул килинган. Иккинчи гуруҳ чегарали ҳолатлар учун арматуранинг хисобий каршиликлари  $R_{s,сеч}$  сон жихатидан меъёрий каршиликларга тенг килиб қабул килинган ва хисоблашга иш шароити коэффиценти  $\gamma_s = 1$  билан киритилади.

Кундаланг арматура (хомутлар ва букмлар)нинг хисобий каршилиги  $R_{sw}$  кундаланг куч буйича хисоблашда иш шароити коэффиценти  $\gamma_{s1} = 0,8$  га купайтириш йули билан камайтирилади, бу коэффицент кучланишларнинг арматуранинг дарз кетган кундаланг кесими узунлиги буйича нотекис таксимланишини хисобга олади, шунингдек, пайванд бирикманинг мурт холида емирилишни хисобга олувчи  $\gamma_{s2} = 0,9$  коэффицентга купайтириш йули билан камайтирилади.

Пулат арматуранинг ковушоклик модуллар  $E_s$  куйидаги классдаги арматуралар учун тенг килиб қабул килинади: А-1 ва А-II,  $2,1 \cdot 10^5$  Мпа; А-III, В-II ва Вр-II учун -  $2 \cdot 10^5$  Мпа; А-1У, А-У, Ат-1У учун  $1,9 \cdot 10^5$  Мпа; К-7 ва К-19 арматура канатлари учун  $1,8 \cdot 10^5$  Мпа; Вр-1,  $1,7 \cdot 10^5$  Мпа.

## ПУЛАТ АРМАТУРАЛАРНИНГ ТУРЛАРИ ВА

## МЕХАНИК ХОССАЛАРИ

Темир-бетон конструкцияларнинг арматураси иш стерженларидан иборат булиб, улар таъсир этадиган ҳамда монтажда хосил буладиган кучларни кабул килиш учун куйилади ҳамда алохида стерженлардан килади.

Тайёрланиш технологияси буйича пулат арматура киздириб прокатка килинган стержень ҳамда совук холида прокатка килинган сим арматураларга булинади (расм ).

Стержень тарздаги арматурани прокатка килингандан кейин уни мустахкамловчи термик ёки механик ишлов берилиши мумкин (чузиш, ялпоклаш ва хоказо).

Арматура сиртининг хусусиятига кура силлик ёк и узгарувчан кесим булиши мумкин (бетон билан тишлашувини яхшилаш учун).

Темир- бетон конструкцияларнинг арматураси сифатида узгарувчан кесимли, киздириб прокатка килинган стерженлар кенг таркалди ( расм). Узгарувчан кесимнинг шакли арматуранинг бетон билан тишлашувини яхшилайти, бу эса чузишда бетонда юз берадиган дарзлар энини камаййтириши ҳамда арматурани анкерлаш буйича бир канча конструктив чораларни курмаслик имконини беради.

Стержень арматуралар классларга булинади: киздириб прокатка килинган классдагилар: А-1; А-П; А-Ш; А-1У; А-У; А-У1; термик ва термик-механик ишлов берилган классдагилар: Ат-Ш; Ат-1У; Ат-У; Ат-У1; мустахкамлаш максадида чузилган классдаги А-Шв. Юкланиш остида коррозия даражаси кетишга чидамлилиги оширилган стержень арматуралари классларининг белгиларига К харфи кушилади (масалан, Ат-1УК), пайвандланганига С харфи кушилади (масалан, Ат-У1С). Агар арматура пайвандланувчан ҳамда чидамлилиги оширилган булса, СК харфлари кушилади (масалан, Ат-УСК).

А-1 классдаги арматуралар 6-40 мм диаметрда узгарувчан (силлик) кесимли килиб тайёрланади. Ундан окувчанлик чегараси нисбатан камлиги 235 Мпа ва силлик кесимли булганлигидан ишчи арматураси сифатида фойдаланиш тавсия этилмайди. Диаметри 10-40 мм ли А-П классдаги арматура углеродли пулатдан, диаметри 40-80 мм булганлари кам легирланган пулатдан тайёрланади.

Узгарувчан кесимли стерженлар номерлари билан фарк килади. Стержень номери узгарувчан кесимли стержень юзига тенг булган хисобий диаметрига мос келади. Узгарувчан кесимли винт чизиги буйича жойлаштирилган буйлама коьургали чикиклар билан хосил килинади, бу чикиклар маълум оралик колдириб жойлаштирилади (расм ,а). А-П классдаги пулатни чузишда окувчанлик чегарасининг энг кам киймати 295 Мпа га тенг булади.

А-Ш классдаги узгарувчан кесимли, “арча” хосил килладиган чикикли пулатлар (расм ,б) 6-40,0 мм диаметрли килиб прокатка килинади; чмзишда энг кам окувчанлик чегараси 590 Мпа. А-1У классдаги узгарувчан кесим (кесим А-Ш классли пулатникига ухшаш); пулат диаметри 10-22 мм килиб прокатка килинади, энг кам окувчанлик чегараси 590 Мпа. А-У классдаги пулат ҳам худди кесимли булиб, энг кам окувчанлик чегараси 785 Мпа.

А-III классдаги ва айниқса А-1У классдаги арматураларнинг механик сифатлари юқори бўлишига легировчи элементлар қўшиш йўли билан эришилади, улар айти бир вақтда пулатнинг пластик хоссаларини пасайтиради. Бироқ пулатнинг пластик хоссалари ҳар ҳолда арматуранинг пайвандланувчанлигини, стерженларни бўкиш имкониятини ва темир-бетон элементнинг емирилиш пайтигача арматуранинг етарлича деформацияланувчанлигини таъминлаши зарур, бу эса конструкциянинг юк остида ишлаш шароитини яхшилайти ва муртлашиб емирилишининг олдини олади, шунинг учун ҳар қайси класснинг киздириб прокатка қилинган пулати учун узилишдаги узайишининг энг кам катталиклари келтирилган: А-1-25%, А-II-19%, А-III-14%, А-1У- А-У1-6%.

Ат-1У, Ат-У ва Ат-У1 класс аридаги термик мустаҳкамланган арматура пулатлари 10-25 мм диаметрли қилиб тайёрланади; шартли окувчанлик чегараларининг энг кичик қийматлари тегишлича 590, 785 ва 980 Мпа га, узилишдаги нисбий узайишлари 8,7 ва 6% га тенг. Стерженлар тарзидаги термик мустаҳкамланган, коррозия туфайли ёрилишга чидамли арматуралар 16-25 мм диаметри қилиб чиқарилади ва Ат-У ва Ат-У1 арматураларники қаби кесимга ва мустаҳкамлик тавсияларига эга бўлади.

Темир-бетон конструкцияларни арматуралар учун одатдаги Вр-1 классдаги (тарамли), 3-5 мм диаметрли арматура симидан фойдаланилади, уни кам углеродли пулатдан калибрланган тешиқлар (фильерлар) орқали совук холида қирялаш йўли билан ҳосил қилинади. Вр-1 симнинг узилишдаги шартли окувчанлик чегарасининг энг кичик қийматлари диаметри 3 мм бўлганда 410 Мпа га, 4 мм бўлганда 405 Мпа га, 5 мм бўлганда 395 Мпа га тенг. Совуклайин қирялаш усули билан, шунингдек, В-II ва Вр-II классларидаги ута мустаҳкам арматур а симлари - силлик ва узгарувчан кесимли (расм. ), диаметри 3-8 мм ли, шартли окувчанлик чегаралари Вр-II учун 1460...1020 Мпа ва В-II учун 1490-1100 бўлган симлар тайёрланади.

Темир-бетон конструкцияларнинг арматуралар мулжалланишини, классини ва бетон турини, арматура буюмларининг тайёрланиш шароитларини ва тайёрланиш мухитини (коррозияланиш хавфи борлигини) ҳисобга олиб танланади. Одатдаги темир-бетон конструкцияларнинг асосий ишчи арматураси сифатида асосан А-Ш ва Вр-1 классларидаги пулатлардан фойдаланиш зарур. Олдиндан кучлантирилган конструкциялардан зуриктириладиган арматура сифатида асосан В-П, Вр-П, А-У1, А-У, Ат-У классларидаги ута мустаҳкам пулатлар ишлатилади.

Олдиндан зуриктирилган конструкцияларни ута мустаҳкам сим билан арматуралаш жуда самаралидир, бироқ сим кесимининг юзи жуда кичиклигидан конструкцияларда уларнинг сони жуда куп бўлади, бу эса арматура ишларини, яъни камратиш ва таранглаш ишларини мураккаблаштириб юборади. Арматура ишларининг сермехнатлилигини камайтириш мақсадида олдиндан эшилган канатлар, параллел жойлаштирилган симлар дастаси ва пулат торкилар (трос) кулланади.

Букилмайдиган К классдаги пулат арконлар асосан 7 ва 19 симли килиб чиқарилади (К-7, К-19).

Арматура стерженларини укий чузилиш-га синашда (узиш машиналарида) арматура пулатларининг куйидаги асосий механик хоссалари белгиланади (расм ):

Шартли эластиклик чегараси  $b = 0,02$ -бу шундай кучланишки унда деформацияларнинг чизикли боғланиш  $b_s = \epsilon_s$  дан четга чиқиши  $0,02\%$  га етади;

Физик окувчанлик чегараси, бу кучланишда раматуранинг деформация-си кучланиш ортмаси ҳам усади;

Шартли окувчанлик чегараси  $b_{0,2}$  бу шундай кучланишки; бу кучланишда колдик деформация юк тула олингани-дан кейин  $0,2\%$  ни ташкил этади;

вактинчалик  $b_u$  каршилик стержен-нинг емирилишидан олдинги катта кучланиш;

нисбий бир текис узайиш  $\delta_p$  - намуна ҳисобий узунлигининг, кесилган жойини ҳисобга олмасдан, узгариши булиб, дастлабки ҳисобий узунликдан  $\%$  ҳисобида ифодаланади;

Узилишдан кейинги нисбий узайиш,  $\delta \%$  -намуна ҳисобий узунлигининг узилиш руй берган чегарада узгариши.

## ТЕМИР-БЕТОННИНГ КУЧЛАНИШЛАР ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАРИ. МУСТАХКАМЛИКНИ ХИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ.

Темир-бетон элементларни кутариб туриш қобилияти бўйича ҳисоблаш назариясининг тараккий этиши ва такомиллашиб боришида ўрта асосий боскичдан утилган. Биринчи боскичда темир-бетон элементларни ҳисоблаш ўчун темир-бетоннинг эластиклик назариясидан фойдаланилган бўлиб (рухсат этилган кучланишлар бўйича ҳисоблаш), у материаллар қаршилиги формулаларига асосланган эди, ўнда темир-бетон элементларнинг қесимлари эластиклик боскичда ишлайди деб, қабул қилинади.

Иккинчи боскичда 1931 йилда (А.Ф.Лолейт таклифи) А.А.Гвоздев раҳбар-лигида муҳим маълумотлар олинган бўлиб, улар емирилиш боскичи бўйича ҳисоблашнинг илғор усулини амалга оширишга имкон бери ва у темир-бетон конструкцияларни лойиҳалашнинг меъёри ва техник шароитлари асоси бўлиб хизмат қилди ҳамда 1938 йилдан 1955 йилгача бўлган даврларда амал қилди. Учинчи боскичда 1955 йилдан бошлаб ҳисобий чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблашнинг янги усули қабул қилинди ва бу усули бетон, темир-бетон ва бошқа конструкцияларни лойиҳалаш асосига қуилди. Бу усул доимий равишда такомиллаштириб қорилмоқда.

### СИКИЛИШГА ТЕМИР-БЕТОН КУЧЛАНИШЛАР ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАР

Уқий сиқилиш таъсирида бўладиган (расм ) темир-бетон элементлари асосан бўйлама ва қундаланг стерженлар (хомутлар) билан арматураланади. Қундаланг стерженларнинг вазиқаси иқкита: сиқилишда бўйлама арматуранинг буртиб қикишига тусқинлик қилади ва алоҳида бўйлама стерженларни текис ва фазовий қарқасларга бирлаштиришга имкон беради. Темир-бетон элементлар сиқилганида арматурадаги ва бетонга ёндош қатламдаги деформациялар тенг ва уларни кучланишлар орқали иқфдалаш мумқин.

тенглама арматура ва бетондаги деформацияларнинг бирқалиқда бўлиш шартини иқфдалайди.

Иқкинчи томондан, элементнинг мувозанат шартидан қелиб қикиб, бетонда ва бўйлама арматурада таъсир этувчи ташки ва ички кучларнинг тенглиқини ақс эттирадиган тенгламани тузиш мумқин:

бу ерда  $A_s$  - бўйлама арматуранинг юзи;  $A_b$  - бетон қесимининг юзи.  
Тенгламадан арматурадаги кучланиши ҳосил қиламиз:

бу ерда  $\alpha = E_s / E_b$  - қелтириш қоэффициенти.

бу ерда

бу ерда  $\mu = A_s / A_b$  арматуралаш коэффициенти.

## ЧУЗИЛИШДА ТЕМИР-БЕТОНДАГИ КУЧЛАНИШЛАР ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАР

Темир-бетон элемент укий чузилганида кучланиш деформацияланиш ҳолатининг уч боскич кузатилади. Кучланиш - деформацияланиш ҳолатининг 1 боскичида элементда дарз булмайди, бетондаги кучланишлар ва ҳамма кесимларда бир хил (расм ). Бетон ва арматурадаги деформациялар элементнинг бор буйича тенг, чунки улар орасидаги тишлашиш бузилмаган:

### Арматурадаги кучланиш

Юк орта бориши билан 1 боскичнинг охирги даври бошланади, ундан кейин бетонда дарзлар ҳосил булади. Бетондаги кучланиш чузилишдаги чегаравий мустахкамликка етади, деформациялар эса формулага кура катталиқка етади. Тажрибаларга кура  $\mu = 0,5$  деб қабул қилиш мумкин, у ҳолда

Дарзларни келтириб чиқарган куч бетон ва арматурадаги кучлар йигиндисига тенг булади:

Юкнинг янада ортиб боришида бетонда дарзлар пайдо булади, кучланган-деформацияланиш ҳолатининг II боскичи бошланади, бу ҳолатда дарзлар орқали утувчи кесимларда чузилишга факат арматура қаршилик қилади, дарзлар орасидаги кесимларда арматура ва бетон қаршилик қилади. Дарзлардан узоклашган сари арматурадаги кучланиш камаяди, бетонда эса купаяди, чунки бунда дарзлар уртасида жойлашган участкада бетон ишлай бошлайди, шу участка чегарасида бетона билан арматуранинг тишлашиши бузилмаган булади. III боскичда арматурада кучланиш вақтли қаршилик  $R_s$  ва етади ва темир-бетон элемент  $N = A_s R_s$  кучда емирилади.

## ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ХИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ

Темир-бетон конструкцияларни шу қунгача ҳисоблашни уч боскичга бўлиш мумкин. Биринчи боскичда темир-бетон конструкциялар руҳсат этилган зуриқишлар бўйича ҳисобланган. Бу усулда темир-бетон элементларда сиқилган қисмдаги эпюра

учбурчак шаклида кабул килинган. Чузилган кисмида бетонни иши хисобга олинмаган ва чузувчи кучлар арматуралар билан кабул килинади. Бетоннинг эластиклик модули доимий деб каралади. Гук конуни асос килиб олинган. Элемент кесими арматура ва бетон кабул киладиган зурикиш рухсат этилган зурикишдан катта булмаслик шarti буйича кабул килинади. Кискаси бу хисоблаш усули темир-бетонни эластик ишлашига асосан ва ун инг асосий камчилиги.

1938 йилдан бошлаб иккинчи усул элемент кесимини бузувчи кучлар буйича хисоблаш усули яратилди. Бу усулда рухсат этилган зурикиш урнига бетоннинг мустахкамлик чегараси ва армат урани окувчанлик чегараси кабул килинади. Сикилган кисмда зурикиш эпюраси тугри туртбурчак шаклида кабул килинган.

Фойдаланишда рухсат этиладиган куч (зурикиш) бузувчи кучни умумий захира коэффицентиға булиб топилади. Бу усулнинг камчилиги юк ва материалнинг мустахкамлигини топишда коэффицентининг узгармая кабул кил иници.

1955 йилдан бошлаб темир-бетон конструкциялар чегаравий холатлар буйича хисобланмокда чегаравий холатлар 2 гурухга ажратилган:

1 - чегаравий холатда - мустахкамлиги хисобланади.

2 - чегаравий холатда - ёрилишга тунгунлиги ва деформацияси хисобланади

Чегаравий холатлар буйича хисоблашда барча коэффицентлар хисобга олинади.

Масалан йигма темир-бетон элементларни тошишда элементни хусусий огирлигига динамика коэффиценти 1,6, кутариб ва туширишда 1,4 гидротехника иншоотларининг катта элементларига 1,3 деб кабул килинади.

## БЕТОННИНГ ХИСОБИЙ КАРШИЛИКЛАР

Бетоннинг хисобий каршиликлари биринчи гурух чегара холатлари  $R_b$  ва  $R_{bt}$  учун 0,997 ишончлилик билан берилади. Уларнинг кийматлари ( - жадвал) тегишли меъёрий каршиликларни бетоннинг сикилишдаги ишончлилик

- жадвал

Одатдаги огир бетоннинг меъёрий ва хисобий каршиликлари

Бетоннинг сикилишга мустахкамлиги буйича маркаси	Призма холидаги мустахкамлиги		Укий чузилиши	
	$R_{bn}, R_{b, ser}$	$R_b$	$R_{btn}, R_{bt, ser}$	$R_b$
B 10	7,5	6	0,85	0,57
B 20	15	11,5	1,4	0,9
B 40	29	22	2,1	1,4
B 60	43	33	2,5	1,65

коэффиценти  $\gamma_{bc} = 1,30$  га ёки чузилишдаги ишончлилик коэффиценти  $\gamma_{bt}$  га булиш йули билан аникланади. Кейинги коэффицент бетоннинг классини сикилишга мустахкамлиги буйича белгилашда  $\gamma_{bt} = 1,50$  га тенг килиб олинади, бетоннинг классини укий чузилишга мустахкамлиги буйича белгилашда  $\gamma_{bt} = 1,30$  га тенг килиб олинади.

Бетоннинг иккинчи гурух чегара холатлар учун хисобий каршиликлари  $R_{b, ser}$  ва  $R_{bt, ser}$  куп холларда сон жихатидан каршиликлар  $R_{bn}$  ва  $R_{btn}$  га тенг булади, чунки бетоннинг ишончлилик коэффицентлари: сикилишдаги  $\gamma_{bc}$  ва чузилишдаги  $\gamma_{bt}$  1 г а

тенг деб олинади, бетоннинг ишлаш шароитлари коэффиценти  $\gamma_{bi}$  эса куйидаги ҳолардагина ҳисобга олинади.

Куп карра такрорланадиган юкламалар таъсирида темир-бетон элементларда дарзлар ҳосил бўлиши бўйича ҳисоблашда ҳисобий қаршилиқлар  $R_{bt,ser} = R_{bt,n}$   $\gamma_{bn}$  фойдаланилади.

## МУСТАХКАМЛИКНИ НОРМАЛ КЕСИМЛАР БУЙИЧА ҲИСОБЛАШ

Тусиннинг кутариб туриш қобилияти бўйича чегара ҳолати элемент укига нормал кесим 1 да ёки қия кесимлар 2 кесимда юз берадиган емирилиш билан тавсифланади (расм ). Нормал кесим бўйича емирилишига эғувчи момент, қия кесим бўйича семирилишига кундаланг кучлар ва камдан-кам ҳолларда моментлар сабаб бўлади. Нормал арматураланган эгиладиган темир-бетон элементларда емирилиш чузилган арматурадан бошланади. Унда окувчанлик чегарасига етиш билан бетон сиқилган қисмининг баландлиги кескин камаяди ва унинг емирилишига сабаб бўлади. Чузилган арматураси сони жуда куп бўлган тусинлардагина емирилиш сиқилган қисмда бошланиши мумкин; бунда арматурад аги кучланиш окувчанлик чегарасидан кам бўлади, бу эса иктисодий жихатдан фойдасиздир.

Темир-бетон тусинларнинг нормал кесимлар бўйича юкорида баён қилинган емирилиш табиатларига кура икки ҳисоблаш усулини курсатиш мумкин:

а) биринчи ҳолда ҳисоблашни элементнинг емирилишининг биринчи сабаби чузилган арматурада ҳисобий қаршилиқлар қийматига эрилишидир деган тахмин билан олиб борилади;

б) иккинчи ҳолда ҳисоблашни элементнинг мустаҳкамлиги бетон сиқилган қисмнинг емирилиши чузилган арматуранинг қаршилиги ҳисобий қаршилиқ қийматига етганига қадар йуқолади, деган тахмин билан олиб борилади.

Якка арматурали элементлар. Якка арматурали элементларни яъни, факат чузилган қисмда ишчи арматураси бўлган элементнинг ҳисоблашнинг биринчи ҳолда бу элементларнинг чегара ҳолати, агар арматуранинг юзи маълум чегарадан ортиб кетмаса, арматура ҳисобий қаршилиқ га эришиши, сунгра ёки айни бир вақтда (бирок барвақт эмас) бетоннинг ҳисобий сиқилиш қаршилиги эришиши билан тавсифланади. Чегара ҳолатда ички кучлар куйидагиларга тенг бўлади: чузилган арматурада - сиқилган бетонда к учланишлар эпюраси тугри туртбурчак бўлганида га (расм, в).



Чегара ҳолатдаги икки мувозанат шартидан келиб чикиб, исталган шаклдаги, вертикал укка нисбатан симметрик кесимли элементлар учун ҳисоблаш формулаларини чиқара миз (расм 1,б). Чузилган арматура  $A$  да тенг таъсир этувчи кучлар қуйилган нуктадан утувчи укка нисбатан моментлар тенгламаси:

$$M - R_b A_b Z_b = 0 \quad \text{ёки} \quad M = R_b A_b Z_b$$

Маълумки, агар ташки момент ички кучлар чегара моментининг катталигидан ортиб кетмаса, элементнинг кутариб туриш қобилияти таъминланган бўлади, шунинг учун формулани қуйидагича ёзиш мумкин

$$M \leq R_b Z_b$$

бу ерда  $\delta_b = A_b Z_b$

бетон сикилган қисми юзининг эгувчи момент таъсир этувчи текисликка нормал бўлган, арматура  $A_s$  да тенг таъсир этувчи куч қуйилган нуктадан утувчи укка нисбатан статик моменти. Нейтрал укининг вазиятини, бинобарин, бетон сикилган қисми юзини элемент укига проекцияларнинг тенгламаларидан аниқланади:

$$R_s \rightarrow R_b A_b \quad \text{ёки} \quad R_s A_s = R_b A_b$$

Эгиладиган элементларнинг ҳисобига кесимининг тула баландлиги эмас, балки фойдали-ишчи баландлиги  $h_o = h - a$  киритилади, бу ерда  $a$  - арматура  $A_s$  даги тенг таъсир этувчи кучдан тусиннинг чузилган ёғигача бўлган масофа (расм 1,в). Сикилган қисм кесими баландлигининг ишчи баландлигига нисбати сикилган қисм кесимининг нисбий баландлиги деб юритилади, яъни  $\xi = x / h_o$   $x$  ва  $h_o$  катталиклар сикилган қисмининг чекловчи тугри қизикка перпендикуляр йуналишда улчанади. Тенгламадан қуриниб турибдики, чузилган арматура сонинг ортиши билан бетоннинг сикилган қисмининг юзи, бинобарин,  $x$  ва  $\xi$  ҳам ортади. Маълумки,  $\xi$  нинг чегара қиймати ва тегишли арматуралаш чегараси мавжуд бўлиб, улардан ошиб кетилганида элементнинг емирилиши энди чузилган арматурадан эмас, балки бетоннинг сикилган ёғидан бошланади. Ана шу элементни ҳисоблашнинг биринчи ва иккинчи ҳоллари уртасидаги чегара бўлади.

Шундай қилиб, элементлари ( ) ва ( ) формулалар буйича ҳисоблаш  $\xi = x / h_o \leq \xi_R$  бўлганда ҳисоблаш иккинчи ҳол буйича бажарилади. Тажрибалар шуни курсатдики  $\xi_R$  катталик бетон ва арматуранинг хоссаларига боғлиқ. Бетоннинг мустаҳкамлиги ортиши билан, пластиклик кичиклиги (қамлиги) сабабли, бетоннинг сикилган қисмида олдинроқ барвақтроқ мурт бўлиб емирилиши рўй бериши кузатилади, бу ҳол  $\xi_R$  қийматининг қамайишига олиб келади. Арматуранинг мустаҳкамлик хоссалари ортганида эса  $\xi_R$  еамаяди.

Тажрибалар маълумотлари асосида қуйидаги эмпирик формулалар ҳосил қилинган бўлиб, улар буйича сикилган қисми нисбий баландлигининг чегара қийматлари аниқланади:

бу ерда  $\omega$  - шартли сикилган қисмининг нисб баландлиги бўлиб, арматурадаги ноль кучланишга мос келади, у одатдаги оғир бетондан тайёрланган элемент учун қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b$$

( ) ва ( ) формулаларда  $R_b$  МПа ҳисобида олинган.

A-1, A-II, A-III, B-1, Bp-1 классдаги кучланмайдиган арматурали элементлар учун ( ) формулада  $= R_s$  куйилади. Арматуранинг бошқа турлари учун (олдиндан кучлантириладиган конструкцияларда ишлатиладиган) нинг кийматини 10 бобдаги курсатмаларга кура қабул қилинади. Арматурадаги чегара сиқувчи кучланишнинг киймати  $\gamma_2 > 1$  бўлганда 400 МПа га ва  $\gamma_2 < 1$  бўлганда 500 МПа га тенг қилиб олинади.

Тугри тўртбурчак кесимли элементлар учун расм, в ( ) ва ( ) формулалар уларга  $A_b - b_x$ ,  $S_b = b_x (h_0 - 0,5 x)$  қуйилганидан кейин қуйидаги қурилиши олади:

$$M \leq R_b b_x (h_0 - 0,5 x) \\ R_s A_s = R_b b_s$$

( ) формуладан  $x$  нинг катталиги топилади, у нейтрал ўқнинг вазиятини ва бетон сиқилган қисмининг юзини аниқлайди:

$$x = R_s A_s / R_b b$$

ёки

$$\zeta = x / h_0 = R_s A_s / b h_0 R_b = \mu \cdot R_s / R_b$$

бу ерда  $\mu = A_s / b h_0$  - арматуралаш коэффициентини (чузилган арматура кесими юзининг ишчи арматураси кесимининг юзига нисбати).

Арматуранинг кесимдаги нисбий микдорини ҳам арматуралаш фоизи орқали ифодалаш мумкин:

Бетон сиқилган қисмининг оғирлик марказига нисбатан моментлар тенгламаси

$$M = R_s A_s Z_b = R_s A_s \zeta h_0$$

бу ерда

$$\zeta = Z_b / h_0$$

Тугри тўртбурчак кесим учун

$$\zeta = (h_0 - 0,5x) / h_0 = 1 - 0,5 \cdot \zeta$$

( ) формуладан чузилган арматура кесимининг юзи

$$A_s = M / \zeta h_0 R_s = M / Z_s R_s$$

*Куш арматурали элементлар.* Агар эгиладиган элемент икки кийматли момент таъсирларида бўлса, шунингдек, кесимнинг ўлчамлари фойдаланиш ёхуд эстетик талаблар (мулохазалар) билан чекланган ҳолларда куш ишчи арматураси қўлланади, улар қарама-қарши жойлашган ёқларга жойлаштирилади.

Куш арматурали эгиладиган элемент қабул қиладиган момент

$$M = M_1 + M^1$$

бу ерда  $M_1 = R_b A_b Z_b$  - бетоннинг сиқилган қисми қабул қиладиган ва яққа арматурали элементдаги қабди чузилган арматура  $A_{s1}$  қисмига мос қиладиган момент  $M^1 = R_{sc} A_{s1}^1 (h_0 - a^1)$  сиқилган арматура  $A_{s1}^1$  қабул қилинган ва чузилган  $A_{s2}$  қисмига тугри қиладиган.

Мувозанат шартини чегара ҳолатида қуйидаги қурилишда қелтирамыз:

$$M \leq R_b S_b + R_{sc} S_c$$

бу ерда

$$S_b = A_b Z_b ; \quad S_s = A_s (h_0 - a^1)$$

Бетон сиқилган қисмининг нейтрал ўқи вазияти ва кесим юзи элемент бўйлама ўқига нисбатан проекциялар тенгламаларидан аниқланади:

$$R_s A_s - R_{sc} A_{s1}^1 = R_b A_b$$

Тугри туртбурчак кесимли элементлар учун ( ) ва ( ) ҳисоблаш формулалари куйидаги куйилиши олади:

$$M \leq R_b b_x (h_o - 0,5) + R_{sc} \cdot A_s^1 (h_o - a^1)$$

$$R_s A_s - R_{sc} \cdot A_s^1 = R_b b_x$$

Куш арматурали элементларни ҳисоблашда икки турдаги масала мумкин:  
1) сикилган арматура бетоннинг сикилган кисмини кучайтириш ( агар кесим улчамларини ошириш макбул булмаса); 2) сикилган арматура конструктив кузда тутилган мулохазаларга кура ёки икки кийматли эгувчи момент таъсир этиши шарти бор.

## ЭГИЛАДИГАН ТЕМИР-БЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ КОНСТРУКЦИЯЛАШ ВА МУСТАХКАМЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

*Бир ораликли тусинлар, плиталар ва панелларни конструкциялаш*

Темир-бетон тусинларнинг кундаланг кесимлари турлича шаклларда булиши мумкин. Буларнинг ичида энг куп таркалганлари тугри туртбурчак кесимли (расм ,а), тепасида токчаси бор таврсимон (расм, б) ва куштаврли (расм. в). Шунин гдек, пастида токчаси бор таврсимон (расм .г) трапедия нусха (расм ,д), ичи ковак (расм ,е) ва бошка тусинлар ҳам ишлатилади. Таврсимон кесимга алохида тусинлар ҳам, шунингдек, ковургали ораёпмалар таркибига кирган, плита ва у билан бутун булиб богланган тусинлар ҳам (расм ,ж) эга булиши мумкин.

Тусинларнинг кундаланг кесимларининг баландлиги ораликнинг 1/10...1/20 кисмига, эни баландликнинг 1/2...1/4 кисмига тенг булиши мумкин. Кундаланг кесим улчамларини бир хиллаштириш максидида тусинларнинг баландлигини  $h \leq 500$  мм булганида 50 мм га каррали килиб ва  $h > 500$  мм булганида 100 га каррали килиб кабул килинади. Тусинларнинг энини 100, 120,150, 180, 200, 250 га тенг килиб олинади ва бундан кейингиларини 50 мм га каррали килиб кабул килинади. Буйлама ишчи арматурасини тусиннинг чузилган ёгида (томонида) химоя катламнинг зарур энг кам калинлигини таъминланган холда жойлаштирилади. Кундаланг арматура кия кесимлар буйича каршиликни кучайтириш учун куйилади. Бундан ташкари ,тусинларда конструктив

ишлаб чиқариш мулохазаларига кура монтаж арматуралари урнатилади, улар кундаланг арматурани маҳкамлаш ва фазовий арматура каркаси ҳосил қилиш учун зарурдир.

Тусинлар асосан пайванд каркаслар билан (расм 3,а) камдан-кам тукилган каркаслар билан ҳам ) расм, б) арматураланади. Пайванд турларда чузилган стерженлар 2 тиргакчага етказилади, стержени 3 эса ораликда узиб қуйилади. Стержень 1 лар - монтаж стерженлари, стержень 4 лар эса кундаланг кучларни қабул қилиб олувчи кундаланг стерженлардир. Тукилган каркасларда бўйлама чузилган стерженлар 7 лар кундаланг , стержень 6 лар букилмаларга эга, стержень 5 лар монтаж стерженлари, хомутлар 8 очик хомутлар 9 эса берк.

Тусин кесимида ясси пайванд турлар сони турлича бўлиши мумкин. Тусин кесимининг эни 1000...150 мм гача бўлганида битта тур урнатилади, кесим эни катта бўлганида эса иккита ва ундан ортиқ тур урнатилади. Пулатни тежаш мақсадида ишчи арматурасининг бир қисми (уларнинг сони энг катта момент бўйича аниқланади), эғувчи моментлар эпюрасига кура ораликда узиб қуйилиши мумкин. Бирок қаида иккита стержень (тусиннинг эни 150 мм ва ундан ортиқ бўлганда) ҳамма вақт тираккача етказилиши зарур. Алоҳида ясси турлар, бириктирувчи стерженлар билан фазовий каркас ҳосил қилиб бириктирилади, бу эса уларга устиворлик беради ва тусинлар тайёрлашни осонлаштиради.

## КИЯ КЕСИМЛАР БУЙИЧА МУСТАХКАМЛИКНИ ХИСОБЛАШ

Темир-бетон элементлар кундаланг кучлари катта участкаларда (таянчларга яқин) бош кучланишлар таъсирида эгилганида кия дарзлар ҳосил бўлиши мумкин, улар элементни узаро сиқилган қисмидаги бетон ва арматура билан биришган қисмларга ажратиб қўяди. Юк ортиганида дарзларнинг эни катталашади, дарз кесиб кетадиган арматурадаги ( бўйлама, кундаланг, букилган), шунингдек, дарз устидаги сиқилган бетондаги кучла ниш ортади ва чегара қийматларига етади. Элементнинг кия кесим бўйича емирилиши дарз кесиб утадиган арматура оқувчанлик чегарасига етганда ва бунинг кетидан элемент ҳар икки қисмининг емирилиши натижасида ёки (етарли микдордаги яхши анкерланган бўйлама арматура бўлганида) бетоннинг кесилиш ҳамда сиқилишнинг биргаликдаги таъсири натижасида юз бериши мумкин. Емирилишнинг ҳар икки туридаги мустахкамликнинг қуйидаги шартларига риоя қилиниши зарур, бу шартлар дарз устидаги кесимда тенг таъсир этувчи сиқувчи кучлар қуйилган барча куч моментларининг тенгламасидан ва уша ҳамма кучларнинг элемент бўйлама уйига нормал бўлган уқдаги проекциялари тенгламасидан келиб чиқади ( расм.а)

$$M \leq R_s A_s Z + \sum R_s A_{sw} Z_{sw} + \sum R_s A_{s \sin \alpha} Z_{\sin \alpha}$$

$$Q \leq \sum R_{sw} A_{sw} + \sum R_{sw} A_{\sin \alpha} \sin \alpha + Q_l$$

бу ерда  $M$  - элементнинг қуриб чиқилаётган қисмига қуйилган ташки ҳисобий юкларнинг бетондаги тенг таъсир этадиган сиқувчи кучлар қуйилган нуктадан утувчи уққа нисбатан моменти;  $Q$  - сиқилган қисмидаги кия кесим учига қуйилган ҳисобий кундаланг куч;  $A_{sw}$  - қуриб чиқилаётган кия кесимни кесиб утадиган элемент уқига нормал битта текисликда жойлашган барча кундаланг стерженларнинг (хомут шахобчаларининг) кесимлари юзи;  $A_{s \sin \alpha}$  - қуриб чиқилаётган кия кесимни кесиб утувчи битта текисликда (элемент уқига кия) жойлашган барча букилган стерженлар кесимларининг юзи;  $Z_{sw}$  ва  $Z_{\sin \alpha}$  - бетондаги сиқувчи кучлар тенг таъсир этувчиси қуйилган нуктадан тегишлича кундаланг стерженлар (хомутлар) ва букилмаларда таъсир этувчи кучларгача бўлган масофа;  $\alpha$  - букилган арматуранинг элемент бўйлама уқига қиялик бурчаги;  $Q_b$  - дарз

устигади бетон кабул киладиган кундаланг кучларнинг катталиги (бетондаги чегаравий кучнинг элемент буйлама укига нормал текисликдаги проекцияси);  $R_s$  ва  $R_{sw}$  хомутлар ва букилмаларнинг хисобий каршиликлари тенгламасидир, бу тенгламадан кия дарз устидаги сикилган кесмининг баландлиги аникланади..

Тажрибаларнинг курсатишича,  $Q_b$  кесимнинг геометрик улчамларига, бетоннинг кесими ва кия кесимнинг тиклигига боглик. Бу богликлик куйидаги эмпирик формула билан ифодаланади:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} (1 + \varphi_1 + \varphi_n) R_{bt} b h_o^2}{c}$$

бу ерда  $\varphi_{b2}$  - коэффициент бетон турининг таъсирини хисобга олади; огир бетон учун  $\varphi_{b2} = 2$ ; сикилган токча чикиб турган энининг таъсирини  $\varphi_t = 0,75(b_t - b) h$   $c / b h_o \leq 0,5$  коэффициент, буйлама кучларнинг таъсирини сикишда  $\varphi_n = 0,1 N / R_{bt} b h_o \leq 5$  коэффициент, чузилишда  $\varphi_n = -0,2 N / R_{bt} b h_o \leq 0,8$  коэффициент хисобга олади, бу ерда -  $b$  тугри туртбурчак кесимнинг эни, таврсимон ёки куштаврсимон кесимнинг эни, кутисимон кесим деворчалари калинлигининг кигиндиси ва хоказо;  $c$  - кия кесим узунлигининг элемент буйлама укига проекцияси).

## СИКИЛГАН ВА ЧУЗИЛГАН ТЕМИР-БЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ КОНСТРУКЦИЯЛАШ ВА МУСТАХКАМЛИГИНИ ХИСОБЛАШ

### *Сикилган элементларнинг конструктив хусусиятлари*

Номарказий сикилган элементларга саноат ва фукаро биноларининг устунлари, эстакада устунлари ромли конструкциялар, фермалар, аркалар ва бошқалар киради. Бундай элементлар кундаланг стерженлар (хомутлар) билан богланган буйлама ишчи арматуралари билан арматураланади ( -расм). Бундай элементларнинг кутариб туриш қобиляти бетоннинг ва юкнинг бир қисмини узига олувчи буйлама арматуранинг биргаликда ишлаши билан таъминланади. Кундаланг арматура (хомутлар)нинг вазифаси эгилувчан буйлама арматуранинг олдинрок купчиб (кавариб) чиқишининг олдини олишдир.

Темир-бетон элементнинг сикилишида бетон деформацияланиб бориши билан буйлама арматурадаги кучланиш ортади. Бирок, бетоннинг нисбатан кичик чегарада сикилиши туфайли арматурадаги кучланиш факат бирор чегарагагина етиши мумкин. Шунинг учун мустахкамлиги оширилган пулат арматурадан фойдаланишда бу мустахкамликдан тула фойдаланиб булмайди (3,5 га каранг).

Буйлама кучнинг эксцентриситетлари унча катта булмаганида элементларнинг кесимларини купинча квадрат килиб олинади. Кундаланг кесимларнинг улчамлари катта моментлар таъсир этганида текисликда моментнинг таъсирини оширадилар. Бу холларда кесимларни тугри туртбурчак, куштавр шаклида олиш мақсадга

мувофикдир. Устунларнинг тугри туртбурчак кесимларининг томонларини уларнинг катталиги 500 мм гача булганида 50 мм га каррали килиб, катта улчамларда 100 мм га каррали килиб кабул килинади.

Бетоннинг сикувчи кучларга каршилиги юкорилигини хисобга олиб, сикилган элементларда юкори класслари бетонлардан фойдаланиш иктисодий

жихатдан фойдалидир. Буйлама арматура сифатида А-III классдаги киздириб прокатланган арматурадан фойдаланиш, кундаланг арматуралаш учун В-1 классдаги одатдаги арматура симидан ва А-1 клас-сидаги арматурадан фойдаланиш маъкулдир. Буйлама арматурани иложи борица диаметри катта буладиган (12...40 мм) белгилаш зарур, чунки бу холда стерженларнинг эгилувчанлиги камрок булади. Ута йугон устунларда катта диаметрли стерженлар кулланиши мумкин, бироқ бунда бетоннинг классы В20...В30 дан паст булмаслиги керак.

- расм. Сикилган темир-бетон арматуралаш:

1 - буйлама арматура; 2 - хомутлар

Кундаланг кесимда буйлама арматуранинг стерженлари бетоннинг зарур химоя катламига риоя килган холда элемент сиртида жойлаштирилади. Буйлама стерженлар орасидаги масофа камида стерженларнинг диаметрига тенг килиб олинади ва 30 мм дан кам булмайди. Агар бетонлашжа стерженлар тик вазиятда турса, у холда орасидаги масофа бетон ёткизишни енгиллаштириш максатида 50 мм гача оширилади.

Арматура пулат ёки тукилган каркаслар тарзида тайёрланади. Фазовий пайванд каркасларни алохида ясси турларни пайвандлаб улаш ( -расм,а), хосил килинади, ёки бириктирувчи стерженлар ёрдамида иккита ясси турдан тузилади. Тукима каркасларда буйлама арматуранинг алохида стерженларини хомутлар ва туйиш симлари ёрдамида фазовий (каркас) сини хосил килиб бирлаштирилади ( -расм,б).

-расм. Сикилган у стунларнинг тугри туртбурчак кесимини арматуралаш

### *Чузилган элементларнинг конструктив хусусиятлари*

Чузилган элементларга, масалан, фермаларнинг пастки белбоглари, аркаларнинг торкипади, резервуарларнинг деворчалари, кувурлар ва бошқалар киради.

Буйлама кучларнинг эксцентриситети катта булганида чузилган элементлар номарказий сикилган элементлар каби хисобланади. Бу холларда кесимнинг бир кисми сикилган булади. Эксцентриситет кичик булганида, бутун кесим чузилган холда булганида, арматура унда бир текис таксимланади. Чузилган элементларда асосий эътиборни чузилган элементларнинг бириктирилишига берилиши керак, бундай бириктиришлар купинча пайвандлаш йули билан олиб борилади. Арматуранинг диаметри ва сонини аниклашда кичик диаметрлари макбул курилади, стерженларнинг сони куп

булиши ва кесим буйича бир текис таксимланиши зарур, чунки арматура кесим буйича ёйиб арматуралашда кесимдаги чузувчи кучланиш бир текисрок таксимланади. Шунинг назарда тутиш керакки и, стерженлар сони куп булганида кесимнинг улчамлари катталашиб кетади, ишларни бажариши мураккаблашади.

### *Чузилган элементларнинг муштахкамлиги хисоблаш*

Укий чузилишда хисоблаш куйидаги шарт буйича бажарилади:

$$N \leq R_s A_s$$

Кесими тугри туртбурчакли, симметрия укига перпендикуляр булган карама - карши ёкларида арматуралари бор номарказий чузилган элементлар тенг таъсир этувчи  $N$  кучнинг вазиятига кура хисобланади. Агар  $N$  куч арматура  $A_s$  ва  $A'_s$  даги тенг таъсир этувчи кучлар орасига куйилган булса, ( -расм,а) у холда мувозанат кучи куйидаги куринишда булади

$$N_e \leq R_s A'_s (h_o - a')$$

$$N'_e \leq R_s A_s (h_o - a)$$

Буйлама куч  $N A_s$  ва  $A'_s$  арматурадаги тенг таъсир этувчи кучлар орасидаги масофа чегарасидан ташкарида жойлашганида ( -расм,б) кесимнинг бир кисми сикилган булади. Сикилган кисми баландлиги барча кучларнинг элемент буйлама укига проекциялари тенгламасидан аникланади:

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s - N = R_b b_x$$

$x \leq \xi_{R_{ho}}$  да хисоблашнинг биринчи холи билан иш кураимиз. Элементнинг муштахкамлиги куйидаг и формула билан текширилади:

$$N_e \leq R_b b_x (h_o - 0,5 x) + R_{sc} A'_s (h_o - a)$$

$x > \xi_{R_{ho}}$  да (хисоблашнинг иккинчи холи) шарт (7,25) га  $x = \xi_{R_{ho}}$  куйилади

- расм. Чузилган элементларнинг кесимида кучларнинг таъсир килиш схемаси:

- а - кичик эксцентриситетларда;
- б - катта эксцентриситетларда

## ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН АСОСИЙ ТАЛАБЛАР ВА УЛАРДАН РАЦИОНАЛ ФОЙДАЛАНИШ СОҲАЛАРИ

Нагрузкалар таъсирини ўзига оладиган конструкциялар қурилиш конструкцияларига киради. Бундай конструкциялар кесимларининг ўлчамлари уларни нагрузка кўтара олишга, деформацияланишга ва дарз кетишга чидамлилигини ҳисоблаш йули билан аниқланади.

Қурилиш конструкциялари уларга қўйиладиган эксплуатацион, техник, иқтисодий, эстетик ва бошқа талабларни ҳисобга олган ҳолда лойиҳаланади.

Эксплуатацион талабларга кўра ҳар қайси конструкция қандай мақсадга мўлжалланган бўлса, шунга мос бўлиши ҳамда бино ёки иншоотда бажарилаётган технологик процессларнинг қулай ва хавфсиз бўлишини таъминлаши лозим.

Техник талаблар конструкциянинг зарур мустаҳкамлиги, бикрлиги ва узоққа чидашини таъминлашдан иборат.

Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган муҳим талабларга, улрни тайёрлаш ва ишлатишдаги тежамлилик, тайёрлаш индустриаллиги ва технология-боплиги киради.

Заводда тайёрланган элементлардан иборат йиғма конструкциялар бу талабларни тўлиқ қаноатлантиради.

Иқтисодий талаблар конструкция материаллини, унинг типи (масалан, фермалар ёки тўсинлар) ни ва унинг асосий ўлчамлари (масалан, тўсин баландлиги) ни танлашга анча таъсир этади.

Конструктив ечимлар, конструкцияларни муайян шарт-шароитларда ишлатишнинг техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлигига асосланган ҳолда материал ва энергия сарфини, шунингдек, сермехнатлигини ҳамда қурилиш объектининг нархини максимал даражада камайтиришни ҳисобга олган ҳолда танланган бўлиши керак. Бунга қўйиладиган амалга ошириш билан эришиш мумкин:



- самарали қурилиш материаллари ва конструкцияларидан фойдаланиш;
- материалларнинг физик-механик хусусиятларидан тўла-тўқис фойдаланиш;
- маҳаллий қурилиш материалларидан фойдаланиш;
- асосий қурилиш материалларини тежамкорлик билан сарф қилишга оид тегишли талабларга риоя қилиш.

Лойиҳалашда ечимларнинг бир неча вариантлари тузилиб, уларда конструкцияларни тайёрлаш ва қуришдаги материаллар, энергия, меҳнат сарфи, қурилиш нархи ва муддатларига оид кўрсаткичлар аниқланади. Бу вариантларда конструкциянинг архитектура жиҳатидан чиройлилиги ҳам кўриб чиқилади.

Конструкцияларнинг тежамлилиги уларга қўйиладиган асосий талаблардан бири ҳисобланади. Тежамлилик материаллар сарфи ва нархи, конструкцияларни тайёрлаш, қурилиш майдонига ташиб келтириш, монтаж қилиш ва улардан фойдаланишга тегишли сарфларга боғлиқ бўлади.

Материал сарфи жиҳатидан энг афзал конструкция тенг мустаҳкамликдаги конструкция ҳисобланади. Бундай конструкциядаги барча кесимлар унга ишлатиладиган материалларнинг физик-механик хоссаларидан тўла фойдаланиш шarti билан танланган бўлади (тенг мустаҳкамликка эга бўлмаган конструкцияларда баъзи йирик элементларнинг мустаҳкамлигидан тўла фойдаланилмайди).

Конструкция таъсир этадиган кучларга ҳисобланган бўлиши керак. Ташқи нагрузкалар, таянчларнинг силжиши, температуранинг ўзгариши, киришишлар ва бошқа шунга ўхшаш ҳодисалар конструкцияларга таъсир этадиган кучларга киради.

Бино ва иншоотларни лойиҳалашда конструктив схемалар тузиш керак. Бундай схемалар бино ва иншоотнинг ҳамма қисмларида, шунингдек, уни қуриш ва фойдаланишнинг барча босқичларида айрим конструкцияларнинг зарурий мустаҳкамлиги, устиворлигини таъминлайди. Лойиҳаларда конструкцияларнинг узоққа чидамлилигини таъминлашга қаратилган тадбирларни кўзда тутиш: совукбардош ва ўтга чидамли, коррозиябардош материалларни танлаш, уларни чиришдан ҳимоя қилишга доир чоралар кўриш керак.

Материал турига қараб қурилиш конструкциялари металл, темир-бетон, ғишт-тош, арматура-ғишт, ёғоч ва пластмасса конструкцияларга бўлинади.

## ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЧЕГАРА ҲОЛАТЛАР БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ УСУЛИНИНГ АСОСИЙ ҚОИДАЛАРИ

Мамлакатимизда 1955 йилдан буён қурилиш конструкциялари профессорлар Н.С.Стрелецкий, А.А.Гвоздев, В.Н.Келдиш ва бошқа бир қанча олимлар раҳбарлигида ишлаб чиқилган чегара ҳолатлар усули билан ҳисобланади. Бу усулда ҳисоблашдан асосий мақсад конструкциядан фойдаланиш муддатининг охиригача унинг чегара ҳолатга ўтишига йўл қўймайдиган шарт-шароит барпо этишдан ва унинг тежамлилигини таъминлашдан иборат. Қурилиш конструкция-ларини ҳисоблаш бўйича илгари қўлланилган усулларнинг асосий камчиликлари мустаҳкамлик запасининг қисмларга ажратилмаган ягона коэффициентларидан фойдаланишда бўлган. Бу коэффициентлар турли нагрузкаларнинг ўзгарувчанлик миқдорларини баҳолай олмасди, бунинг натижасида конструкцияларнинг нагрузка кўтара олиши нотўғри баҳоланишига (кўпинча, оширилишига, баъзан аксинча, пасайтирилишига) сабаб бўларди. Материаллар пластиклик хусусиятларининг ҳисобга олинмаганлиги туфайли уларнинг мустаҳкамлик хоссаларидан тўлароқ фойдаланишга имкон бўлмаган. Бунинг оқибатида материаллар ортиқча сарфланган.

Курилиш конструкцияларининг ишончлилик даражаси нормалар билан белгиланади. Бундай нормалар учун берилган катталиклар ишончлиликнинг хусусий коэффицентлари норматив қийматларини тегишлича танлаб олинади.

Бу коэффицентлар ўтказилган кўпгина тажриба маълумотларига асосан математик статистика усули билан аниқланади. Бундай коэффицентларга қуйидагилар киради:

- нагруккалар учун: нагрукка буйича ишончлилик коэффиценти  $\gamma_t$  (нагруккалар ўзгарувчанлиги ҳисобга олинади); нагруккаларнинг қўшилиши коэффиценти  $\eta_c$  конструкцияларга нагрукка тушиши энг нокулай бўлган реал шароитлар ҳисобга олинади);

- материалларнинг мустаҳкамлиги учун: материалнинг ишончлилик коэффиценти ( $\gamma_{bc}$ - сиқилишда,  $\gamma_{bt}$ -чўзилишда); иш шароитлари коэффиценти  $\gamma_d$ . Бино ва иншоотларнинг муҳимлиги ҳамда мустаҳкамлик даражаси, шун ингдек бирор бир чегара ҳолатлар бўлиши оқибатларининг аҳамиятга моликлиги конструкциялар қандай мақсадларга мўлжалланганлигига қараб ишончлилик коэффиценти  $\gamma_n$  билан ҳисобланади.

Конструкциянинг ташқи нагруккалар таъсирига қаршилиқ кўрсатолмай қолиши ёки ўз жойидан йўл қўйиб бўлмайдиган даражада силжиши, ё бўлмаса шикастланиш содир бўлган ҳолатлар конструкциянинг *чегара ҳолатлари* дейилади. Стандарт СЭВ 384-74 га кўра барча чегара ҳолатлар икки грукпага бўлинади.

1 грукпага нагрукка кўтариш бўйича, II грукпага нормал фойдаланишга яроқлилиги бўйича чегара ҳолатлар киритилган.

I грукпа чегара ҳолатлар бўйича ҳисобланганда қуйидагилар: конструкцион мўртлик, эгилучан ёки бошқа сабаблар оқибатида бузилишидан (конструкциянинг бузилишдан олдин содир бўладиган букилишини назарда тутган ҳолда мустаҳкамликка ҳисоблаш); конструкция шаклининг турғунлиги йўқолиши (конструкциянинг жойидан силжишини эътиборга олган ҳолда юпқа темир-бетон конструкциялар учун турғунликка ҳисоблаш (масалан, тиргакли деворлар, марказдан ташқарида юкланган баланд пойдеворлар кулаб тушиши ва оғишга ҳисоблаш); нагрукка таъсири остида толиқиб бузилишдан (масалан, чидамлилиқка ҳисоблаш куч омилларининг биргаликдаги таъсири ва атроф-муҳитнинг таъсиридан бузилишидан (агрессив муҳитнинг музлаш ва эриши) сақлаш таъминланади.

II грукпа чегара ҳолатлар бўйича ҳисобланганда конструкцияда ёриқлар пайдо бўлиши ва конструкцияда силжиш (букилиш, бурилиш бурчаклари ёки кийшайиш, тебранишлар амплитудаси) содир бўлишининг олди олинади.

II грукпа чегара ҳолатларга қуйидаги шартлар асосида ҳисобланади:

а) *ёриқлар пайдо бўлишига ҳисоблаш*. Агар нагрукка таъсирида юзага келадиган максимал куч  $P$  жуда булмаганда конструкциянинг ёриқ пайдо булиши олдида ҳосил бўлган  $P_t$  куч қийматидан кичик ёки унга тенг бўлса, ёриқлар вужудга келмайди деб қабул қилинади:

$$P \leq P_t$$

б) *ёриқлар очилишига ҳисоблаш*, нагруккалар таъсир этиши натижасида конструкцияда эни  $a_t$  га тенг бўлган ёриқлар очилиши қуйидаги шарт бўйича текширилади:

$$a_t \leq a_{t, \text{чег}}$$

бу ерда  $a_{t, \text{чег}}$  - ёриқ очилиш чегараси, у конструкцияни ишлатиш шароитига боғлиқ бўлиб, 0,05-0,4 мм га бўлади.

в) *конструкция (элемент) ни силжишига ҳисоблаш*, конструкциянинг нагрукка таъсирида солқиланиши чегара қиймат  $f_{\text{чег}}$  дан ортиқ бўлмаслиги керак.

$$f \leq f_{\text{чег}}$$

Агар маълум конструкциядан фойдаланишда эришилган тажриба асосида у етарли мустаҳкамликка эгалиги ва ёриклар катталиги чегара қийматдан ортиқ эмаслиги бўлса, унда баъзи ҳолларда деформацияга ва ёрикка чидамлиликлка ҳисобланмаса ҳам бўлади.

## ТОШ-ҒИШТ ВА АРМОТОШ КОНСТРУКЦИЯЛАР ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Табиий тошдан ишланган конструкциялар инсоният тарихида биринчи қурилиш конструкциялари бўлган. Тош асридаёқ табиий тошдан дастлабки иншоотлар қурилган. Жамиятнинг ишлаб чиқариш қучлари тараққий этиши билан йўнилган тош, биринчи сунъий тош-хом ғишт, ва ниҳоят, пишиқ, ғишт ишлатила бошланди.

Армотош конструкциялар, яъни пўлат арматура қўшилган конструкциялар, XIX асрда пайдо бўлди. 1813 йилда Англиядаги фабрикалардан бирида темир-ғиштдан ишланган мўркон труба бу хилдаги биринчи иншоот ҳисобланади. Кейинчалик Англияда 1825 йили Темза яқинидаги туннель, АҚШда 1853 йили сув сақлашга мўлжалланган катта резервуар қурилишида бундай арматуралар ишлатилган. Армотош конструкциялар бизнинг мамлакатимизда ҳам кенг миқёсда ишлатилган.

Тош-ғишт ва армотош конструкцияларнинг оловбардошлиги, тайёрлаш осонлиги, чидамлилиги, улардан фойдаланишга маблағ деярли сарф бўлмаслиги- бу хил конструкцияларнинг афзаллигидир. Тош-ғишт ва армотош конструкциялар ўз массасининг катталиги, шунингдек, нисбатан тўла индустрлаштириб бўлмаслиги уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда тош-ғишт конструкциялар асосан турли хил бино ва иншоотларнинг девор ҳамда устунларини қуришга ишлатилади. Баъзан, оғир жинсли табиий тошлардан пойдеворлар ётқишида фойдаланилади. Армотош конструкциялар, турли хил инженерлик иншоотлари, масалан, дудбурон трубалар, резервуарлар ва шу каби иншоотлар қуришда ишлатилади.

## ТОШ-ҒИШТ ВА АРМОТОШ КОНСТРУКЦИЯЛАР УЧУН ИШЛАТИЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАР

Тош-ғишт ва армотош конструкциялар ҳосил қилиш учун зарур бўладиган асосий материалларга тош (табиий ёки сунъий), тошларни бир-бирига бириктирувчи қоришма, пўлат арматура (армотош конструкцияларда) киради. Енгиллаштирилган деворларда иситкич ҳам ишлатилади.

Тош-ғиштлар бир неча аломатларига қараб классификацияланади. Келиб чиқишига кўра табиий ва сунъий тошлар бўлади. Табиий тошлар тош қарьерларидан қазиб олинади. Сунъийлари юқори температурада пишириш ёки боғловчи моддалар асосида (табиий шароитларда ёки иссиқлик билан ишлов бериб) қотириш йўли билан тайёрланади. Тошлар катта-кичиклигига қараб баландлиги 500 мм ва ундан ортиқ бўлган йирик (блоклар), баландлиги 200 мм гача бўлган майда донали тошлар ҳамда баландлиги 65 мм, 88 мм ёки 103 мм, пландаги ўлчамлари эса 250x120 мм ли ғиштларда ажратилади. Тош материалларга қуйидаги асосий талаблар қўйилади: улар мустаҳкам, узоққа чидамли ва иссиқликни сақлайдиган хоссаларга эса бўлиши лозим. Тош-ғишт мустаҳкамлигининг асосий характеристикаси унинг маркаси ҳисобланади. Марка уларнинг сиқилишга бўлган вақтли қаршилиги ( $\text{кгк/см}^2$  ҳисобида) катталиги бўйича, ғиштлар учун эса эгилишдаги мустаҳкамлигини ҳисобга олган ҳолда сиқилишдаги вақтли қаршилиги бўйича белгиланади. Мустаҳкамлиги паст (4, 7, 10, 15, 25, 35, 50 маркали) тош материалларга юмшоқ оҳақ тошлар, хом ғишт, енгил бетон тошлар, ўртача мустаҳкамликдаги материалларга (75, 100, 125, 150, 200 маркалилар), табиий енгил тошлар, бетон ва керамик тошлар; турли хил ғиштлар киради. Юқори даражада мустаҳкам (250, 300, 400, 500, 600,

800,1000 маркали) тош материалларга табиий оғир ва бетон тошлар ва клинкер гишт киради.

Тошнинг совукқа бардошлиги унинг узокқа чидамлилигининг асосий характеристикаси ҳисобланади. Совукбардошлик тошнинг совукқа бардош бера олишини кўрсатувчи марка билан баҳоланади. Бу марка тошнинг музлаш- эриш (сувга тўйинган ҳолатда) циклиларининг нечтасига бардош бера олишини ифодалайди. Тош материалларнинг совукбардошлик бўйича куйидаги маркалари белгиланган: Мрз 10, Мрз 15, Мрз 25, Мрз 35, Мрз 50, Мрз 75, Мрз 100, Мрз 150, Мрз 200, Мрз 300 Бетон тошлар учун совукбардошлик бўйича маркалари ҳам шуларнинг ўзи (фақат Мрз 10 бундан мустасно).

Материалнинг талаб этиладиган совукбардошлиги конструкция турига, уни ишлатилиш шароитларига ва талаб этиладиган узокқа чидамlilik (ишончlilik) даражасига боғлиқ бўлади. Узокқа чидамlilik (ишончlilik) нинг уч даражаси белгиланган: I даража-хизмат муддати оширилган (тахминан 100 йилдан ортиққа мўлжалланган) тўсиб турувчи конструкциялар учун; II даража - хизмат муддати ўртача бўлган (тахминан 50-100 йилга мўлжалланган) тўсиб турувчи конструкциялар учун; III даража - хизмат муддати камайтирилган (тахминан 20-50 йилга мўлжалланган) тўсиб турувчи конструкциялар учун.

#### КУЧЛАНГАНЛИК ҲОЛАТИНИНГ ТУРЛИ ҲОЛЛАРИДА ТОШ-ГИШТ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Тош-гишт конструкциялар сиқилган элементларининг нагрузка кўтаоа олувчанлиги бўйлама ку эксцентрицитети 1 га боғлиқ бўлади. Бу эксцентри-цитет N кучнинг элемент оғирлик марказига нисбатан олдиндан белгиланган (ҳисобий) ёки тасодифий юз берган кўчишини назарда тутди. Агар элемент марказий кўйилган куч N ва эгувчи момент M таъсирида бўлса, у ҳолда

$$e_0 = M/N$$

Тасодифий эксцентрицитет  $e_0^{тас}$  борлиги фақат қалинлиги 25 см гача бўлган, нагрузка кўтарадиган ва ўзини кўтариб турадиган деворларни учун 2 см га, ўзини кўтариб турадиган деворлар учун эса 1 см га тенг деб олинади ва  $e_0$  миқдор билан жамланади. Арматурасиз кўтарилган деворда эксцентрицитет  $e_0$  кўпи билан 0,9у, эни 25 см гача бўлган деворларда  $e_0 + e_0^{тас}$  кўпи билан 0,8у бўлиши керак, бу ерда у - кесимнинг оғирлик марказидан то сиқилган ёғига гача бўлган масофа; бунда туғри тўртбурчали кесимда  $y = h/2$  бўлади. Марказий сиқилишда (ҳисобий эксцентрицитет  $e_0=0$ ) кучланиш кўндаланг кесим юзаси бўйлаб бир текис тақсимланади. Агар куч унчалик катта бўлмаган эксцентрицитет билан кўйилган бўлса, кучланиш гарчи нотекис тақсимланса ҳам, элемент кесимининг ҳаммаси сиқилган ҳолатда туради. Эксцентрицитет ортган сайин кесимда чўзувчи кучланиш  $\sigma_t$  пайдо бўлиши мумкин. Агар  $\sigma_t > R_{tb}$  бўлса, унда кесимнинг чўзилган қисмида ёриқлар очилади. ва кесим юзасининг  $A_c$  қисмига сиқилиш таъсирига учрайди. Ҳисоблаш учун куч ўқи N га симметрик турган  $A_c$  юза, кучланишни эса юза бўйлаб бир текис тақсимланган деб қабул қилинади.

Тош-гишт конструкциялар элементларининг кесими марказий сиқилишга қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$N \leq m_g \cdot \varphi \cdot R \cdot A$$

бу ерда  $N$  - ҳисобий бўйлама куч;  $A$  - элемент кесимининг юзаси;  $R$  - деворнинг сиқилишга бўлган ҳисобий қаршилиги,  $\varphi$  - сиқилган элементлар солқилигининг нағрузка узок вақт тушиб турганида уларнинг нағрузка кўтара олувчанлиги таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент; узок вақт тушиб турадиган нағрузка умумий формуладан аниқланади.

Сиқилган элементларнинг нағрузка кўтара олувчанлиги пасайишини ҳисобга олувчи бўйлама эгилиш коэффициенти  $\varphi$  деворнинг эластиклик характеристикаси  $\alpha$  билан келтирилган эгилувчанликка боғлиқ ҳолда жадвалдан аниқланади:

$$\lambda_i = l_o / i ; \quad \lambda_h = l_o / h$$

бу ерда  $l_o$  - элементнинг ҳисобий узунлиги;  $h, i$  - тегишлича энг кичик ўлчам (тўғри тўртбурчак кесим учун) ва элемент кесими инерциясининг радиуси.

Эгиладиган элементларни теримнинг эластик ишига мўлжалланган ҳисоблаш керак. Улар учун ҳисобий эгувчи момент  $M$  қуйидаги шартга мувофиқ аниқланади:

$$M \leq R_{tb} W$$

бу ерда  $R_{tb}$  - эгилишда деворнинг боғланган кесим бўйлаб чўзилишга кўрсатадиган ҳисобий қаршилиги;  $W$  - терим кесими қаршилигининг эластик моменти. Боғланмаган кесим бўйича эгилишга ишлайдиган тош конструкциялардан фойдаланишга йўл қўйилмайди. Эгиладиган элементлар кўндаланг куч таъсирига қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q \leq R_{to} \cdot b \cdot z$$

бу ерда  $Q$  - ҳисобий кўндаланг куч;  $R_t$  - эгилишда теримнинг бош чўз увчи кучланишдарга ҳисобий қаршилиги,  $b$  - кесим эни,  $z$  - ички жуфт куч елкаси. У тўғри тўртбурчак кесимда  $z = 2/3h \approx 0,67h$  деб қабул қилинади.

Чўзилган элементлар. Кесим марк азий чўзилишга қуйидаги шартга асосан ҳисобланади:

$$N \leq R_t A_n$$

бу ерда  $R_t$  - теримнинг ўқ бўйлаб чўзилишга ҳисобий қаршилиги;  $A_n$  - нетто кесимнинг ҳисобий юзаси, яъни тошлардаги бўшлиқларни чиқариб ташлангандан қолган юза;  $N$  - чўзилишда ўқ бўйлаб йўналган ҳисобий куч.

Кесилишга ишлайдиган элементлар. Тош-ғишт теримининг горизонтал чоклар бўйлаб кесилишга кўрсатадиган қаршилиги икки таркибий қисмдан тузилган: 1) бевосита кесилишга кўрсатиладиган қаршилиқ  $R_{sg}$ ; 2) теримнинг горизонтал чок бўйлаб ишқаланиш қаршилиги. Ишқаланиш коэффициенти  $\mu$  ни теримнинг ҳисобий энг кам бўйлама нағрузкасида пайдо бўладиган ўртача кучланиши  $\sigma_o$  га кўпайтириб, иккинчи компонент аниқланади. Бунга 0,8 коэффициент ҳам киритилади. У ишқаланиш қаршилигини тасодифан пасайишдан сақлайди. Шундай қилиб, тош-ғишт элементларнинг кесими кесилишга қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$Q \leq (R_{sq} + 0,8\mu \cdot \sigma_o) A$$

бу ерда  $Q$  - ҳисобий кесувчи куч,  $R_{sq}$  - теримнинг кесилишга кўрсатадиган ҳисобий қаршилиги,  $A$  - кесимнинг ҳисобий юзаси;  $\mu$  - коэффициент, у туташ ғишт ва тошлардан кўтариладиган терим учун 1 га тенг ёки ичи ковак ғишт ва вертикал бўшлиқ ҳосил қилиб тошлардан кўтариладиган терим учун 0,5 га тенг олинади.  $\sigma_o$  миқдор ўта нағрузка коэффициенти 0,9 да энг кичик ҳисобий нағрузка қиймати орқали аниқланади. Мунтазам шаклдаги ғишт ва тошлардан кўтариладиган теримнинг чок бўйлаб ишқаланиш коэффициенти 0,7 га тенг деб олинади.