

РАЗЗОҚОВ С.Ж.

ЎҒОЧ ВА ПЛАСТМАССА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

(ўқув қўлланма)

Тошкент - 2005 йил

С. Ж. РАЗЗОҚОВ

ЁҒОЧ ВА ПЛАСТМАССА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

*техника фанлари доктори, профессор
Қодиржон Исмоилович Рўзиев таҳрири остида*

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан
«Биолар ва иншоотлар қурилиши» таълим йўналишларида таҳсил олаётган
талабалар учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган*

Тошкент - 2005 йил

Ўқув қўлланма «Биолар ва иншоотлар қурилиши» таълим йўналиши ўқув дастури асосида тайёрланди. Қўлланмада «Ёғоч ва пластмасса конструкциялари»нинг ривожланиш тарихи, қурилиш материали сифатида ишлатилиши, биолар ва иншоотлар ёғоч конструкцияларининг турлари, уларни ҳисоблаш асослари, мисоллар ҳамда иловалар ўз аксини топган.

Ушбу ўқув қўлланма «Биолар ва иншоотлар қурилиши» таълим йўналиши бўйича таҳсил олаётган талабалар учун мўлжалланган.

Муаллиф:

т.ф.н., доц. С.Ж.Раззақов

Тақризчилар:

доц. С. Сайфиддинов- Тошкент архитектура-қурилиш институти,

доц. М. Насриддинов-Наманган муҳандислик-педагогика-институти.

Ўқув қўлланма 2001 йил 10 - октябрдаги «Биолар ва саноат иншоотлари қурилиши» кафедрасининг 3 - сонли йиғилишида кўриб чиқилган ва маъқулланган.

Ўқув қўлланма 2001 йил 15 - октябрдаги Наманган муҳандислик-педагогика институти ўқув - услубий кенгашининг 16 - сонли йиғилишида кўриб чиқилган ва чоп этишга тавсия қилинган.

Олий ўқув юртлариаро илмий-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгаш Президиумининг 2002 йил, 20 апрелдаги 26-сонли мажлис баёни қарори билан тегишли ОЎЮлари учун ўқув қўлланма сифатида нашрга тавсия қилинган.

КИРИШ

Ёғоч ва айниқса кейинги йилларда қурилишга кескин кириб келаётган пластмасса конструкциялари енгил қурилиш конструкциялари бўлиб, уларни қўллаш қурилишдаги энг муҳим йўналиш, қурилиш ишлаб-чиқаришини тезлаштириш ва самарадорлигини оширишга олиб келди.

Ёғоч - ўзи бунёдга келадиган, тайёр қурилиш материали ҳисобланади.

Ёғоч - нисбатан енгил ва мустаҳкам материалдир.

Қуруқ қарағай ва қора қарағай ёғочининг зичлиги 500 кг/м^3 га тенгдир. Бу ўз навбатида ёғоч конструкциялари оралиғини 100 метр гача ва ундан катта қилиб тиклаш имкониятини беради. Ёғоч-яхшигина иссиқлик сақловчи материалдир, бу эса деворлар ва кам қаватли уйлар том ёпмалари учун жуда муҳимдир. Ёғоч-қаттиқлиги кам материал, шунинг учун унга енгил ишлов бериш мумкин. Бу хусусияти ёғоч конструкцияларини тайёрлашни осонлаштиради.

Ёғоч кучсиз кимёвий агрессив муҳитларга чидамли ва шунинг учун ёғоч конструкцияларини кимё саноатида кенг қўламда муваффақиятли қўллаб келинмоқда (металл конструкциялар кимёвий агрессив муҳитларда тез бузилмоқда). Ёғоч зарба ва такрорланувчи юкламалар таъсирига чидамли ва шунинг учун ёғоч конструкциялари кучли тебранишлар таъсирида бўлган кўприкларда ҳам юқори мустаҳкамликка эгадир.

Ёғоч конструкциялари ишончли, енгил ва етарли мустаҳкамликка эгадир. Яхлит-бутун кесимли ёғоч материаллари асосида турар-жой, умумий ва ишлаб-чиқариш бинолари қурилади. Елимланган ёғоч конструкциялари асосида эса кичик ва катта оралиқли том ёпмалар тикланади.

Ёғоч сувга чидамли синтетик елимлар билан ишончли елимланади. Бунинг натижасида йирик қўндаланг кесимли, катта узунликдаги, турли шаклда эгилган ва синиқли ҳамда бошқа турлардаги елимланган ёғоч конструкциялари тайёрланади. Елимланган ёғоч конструкцияларидан катта оралиқли конструкциялар ҳам тайёрланади.

Ёғочдан сувга чидамли қурилиш фанераси олинади ва улардан енгил елимланган фанерли конструкциялар тайёрланади.

Ёғоч конструкциялари шунингдек камчиликларга ҳам эгадир. Нотўғри қўлланилганда ва ишлатилганда ҳамда узоқ вақт намлик таъсирида улар чириydi. Лекин ҳозирги замон конструктив ва кимёвий ҳимоя услублари узоқ муддат ишлатилганда чиришдан сақлаш имкониятини беради. Ёғоч конструкциялари ёнувчан ҳисобланади. Аммо лекин, ҳозирги пайтда қўлланилаётган йирик кўндаланг кесимли ёғоч конструкцияларининг оловбардошлилик чегараси айрим металл конструкциялариникидан юқорироқдир. Улар қўшимча ёнишга қарши махсус қопламалар билан ҳам ҳимоя қилинади.

Пластмассалардан жамоат ва ишлаб-чиқариш бинолари учун тўсувчи конструкциялар ҳосил қилиш мумкин. Улар жуда енгил ва ёруғлик ўтказадиган ҳам бўлиши мумкин. Бу конструкциялар сувга чидамли ва чиримайди.

Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг тарихи

Ёғоч конструкциялари. Уларни қўлланиш тарихи кўп асрларни ўз ичига олади. Ибтидоий одамлар ҳам ёғочдан тош болталар ёрдамида кичик турар-жойлар барпо қилганлар ва уларни қозиклар ёрдамида ерга маҳкамлаганлар ҳамда тўсиқлар, кичик кўприклар қурганлар. Қадимги Римда қурувчилар ёғоч уйлар, эҳромлар ҳамда катта дарёларга кўприклар қурганлар. Масалан, I асрда Цезар ўз легиони ёрдамида Рейн дарёсига йирик кўприк қурдирган. Ҳозиргача бамбук ёғочидан ўрта асрларда қурилган Япониядаги, Хитойдаги кўпгина буюк ёғочдан қурилган эҳромлар сақланиб келмоқда. Ўрта асрларда Европада ёғоч стропилли томлар ҳам кенг қўлланилган.

Тарихий манбалардан маълум бўлишича, эрамиздан 10 минг йиллар олдин тош асрида ҳам турли ёғоч конструкциялари қўлланилган. Бунга оддий мисол, ибтидоий жамоа тузуми даврида инсон чуқурликлардан ўтиш учун ёғоч тўсинлардан фойдаланган, яъни ўша даврда кўприк конструкциясини яратган.

XIX асрнинг 70-чи йилларида янги Гвинея мамлакатига бориб қолган рус олими Миклухо - Маклай Н. Н. папуас қабилаларининг уйларида оддий ёғоч конструкцияларини ва тош болталарни кўрган. Папуаслар - ёғоч айрига устун қўйиб рамалар ҳосил қилиб уй ясаганлар. Бу усул уларга қадим замонлардан кириб келган.

Қадимда Россияда ва шимолий Америкада ёғочнинг эластик ва пластик хусусиятларидан жуда тўғри фойдаланганлар, улар ёғоч конструкциялари ёрдамида ертўлалар қурганлар. Эрамиздан уч минг йиллар олдин-Неолит ва бронза даврларида қозиқ конструкциялари ишлатилган. Ёғоч уйлар қуриш учун керакли бўлган болта, теша ва бошқа темир қуроллар асосан қулдорлик тузуми даврида дунёга келган. Бу даврда ёғоч конструкциялари асосан ўша даврда жуда ривожланган Италия мамлакатининг Рим шаҳрида ўз тараққиётини топган. Эрамиздан олдинги II асрдаёқ Рим шаҳридаги қурилишларда ёғоч ферма конструкциялари қўлланилган. Феодал тузуми даврида эса ёғоч хунармандчилик санъати жуда ривожланган.

XVI асрга келиб итальян архитектори Палладио (1518 - 1580) стерженлар системасидан иборат ёғоч конструкцияларининг бир қатор схемаларини яратган.

Ўрта асрларда турар - жой бинолари, саройлар, кўпгина эҳромлар ҳамда қалъалар деворлари доирасимон кўндаланг кесимли ёғочлардан қурилган.

XVIII аср охирларида рус муҳандиси И.П.Кулибин Петербургда Нева дарёси орқали 300 метрли (1а- расм) йирик ёғоч кўприкнинг ихчам лойиҳасини яратган. Кўприк аралаш конструкцияли системага эга бўлган ва у эгилувчан арка, ҳамда бикр аркасимон фермалардан ташкил топган. Ушбу кўприкнинг кичрайтирилган 1:10 масштабдаги модели қурилиб синаб кўрилган. Синов натижалари кўприк конструкциясининг мустаҳкамлиги юқори эканлигини ва кўндаланг кесимлар тўғри танланганлигини исботлаб берган. Мазкур кўприк лойиҳаси ўша даврларда йирик кўприк қурилишларини амалга ошириш учун зарур бўлган жиҳозларни етарли бўлмаганлиги сабабли амалда табиий ўлчамда

қурилмай қолган.

1-расм. Россияда яратилган қадимги машҳур ёғоч конструкцияларининг схемалари:

а - С.Петербургдаги Нева дарёси орқали кўприк лойиҳаси (муаллиф И. П. Кулибин); б - Москва Манежининг ёпма фермаси (муаллиф А.А Бетанкур); в - Москва-С.Петербург темир йўлидаги Мсту дарёси орқали кўприк фермаси (муаллиф Д.И.Журавский); г - Орск шаҳридаги тўрсимон минора (муаллиф В.Т.Шухов)

XIX аср бошларида Россияда Москва манежини қуришда, биринчи марта учбурчаксимон тўртқирра ёғочдан тайёрланган 50 метр ораликли фермалар қўлланилган (*1б - расм*). XIX аср ўрталарида рус олими Д.И. Журавский Мсту дарёси орқали оралиғи 61 метр бўлган янги ёғоч ферма кўприк лойиҳасини яратган (*1в – расм*). Рус муҳандиси В. И. Шухов эса XIX аср бошларида биринчи марта ёғоч фазовий конструкцияларининг лойиҳаларини ишлаб чиққан. Орск шаҳрида у ишлаб чиққан лойиҳа асосида 36 м баландликдаги стерженлардан ташкил топган тўрсимон конструкцияли минора қурилган (*1г - расм*).

XX асрнинг 30-чи йилларида пўлат ва цементнинг танқислиги туфайли ёғоч конструкцияларига бўлган эътибор айниқса саноат қурилишида кучайган. Бу даврда тахта - михли тўсин ва рамалар, тўртқирра ва тахта - михли сегментли фермалар, рус олими В. С. Деревягин таклиф этган ёғоч пластинкали таркибли тўртқирра тўсинлар қўлланилган.

XX асрнинг 50-чи йилларида биринчи марта елимланган ёғоч конструкциялари ишлаб чиқарила бошланган. Бу турдаги конструкцияларни ривожлантириш рус олими Г. Г. Карлсен ҳаёти билан узвий боғлиқдир. Синтетик полимер смолалар асосида юқори мустаҳкамликка эга бўлган сувга чидамли елимларни ишлаб чиқарилиши бу турдаги конструкцияларни янада ривожлантиришга олиб келган. Ёғочни елимлашда олдинроқ фенолформальдегидли, кейинроқ эса ишончли резорцинали елимлар, ёғочни металга елимлашда эпоксидли елимлар қўлланилган.

1940-йилларда биринчи марта йирик елимланган ёғоч конструкцияларидан калий тузи омбори лойиҳаси яратилган ва қурилган (*2а-расм*). Бу омборнинг асосий юк кўтарувчи конструкциялари тортқичсиз кўрсаткичсимон елимланган ёғочли

аркалардир. Аркалар *45 м* оралиқли ва кўндаланг кесим ўлчамлари 30×105 см га тенгдир (*2а-расм*). 1980 йилларда Архангельскда асосий юк кўтарувчи конструкциялари оралиғи *63 м* ли ва кўндаланг кесими 32×160 см бўлган елимланган ёғочли сегментли тортқичсиз аркалар ёрдамида спорт саройи қурилган (*2б-расм*).

Елимланган ёғоч элементлар кам қаватли турар - жой уйлари конструкцияларида, кичик саноат ва жамоат биноларида, автоўл кўприкларида қўлланила бошланган. Шунинг билан бирга янги турдаги елимланган ёғоч конструкциялари бирикмалари яратилган ва тадқиқ қилинган, жумладан ичида елимлаб маҳкамланган пўлат стерженли тўсинлар, тахталарни бириктириш учун пўлат тишли пластинкалар ва хоказо. Франция ва Америкада яхлит ёғоч элементли катта бўлмаган ҳамда йирик оралиқли елимланган ёғоч аркасимон фазовий конструкциялар кенг қўлланила бошланган. Франциянинг Пуатье шаҳрида қурилган трибунали спортзал бунга мисол бўла олади. Бу иншоот режада овал кўринишида, том ёпмасининг асосий юк кўтарувчи конструкцияси-оралиғи *75 метр* бўлган елимланган ёғоч аркадир.

2-расм. XX асрда Россия худудида қурилган биринчи йирик елимланган ёғоч конструкцияларининг схемалари.

Американинг Бозман шаҳридаги спортзал том ёпмаси сферасимон гумбаздир. Гумбаз, оралиғи *91,5 метр* ва баландлиги *15 метр* бўлган кўп бурчакли таянч ҳалқасига таянувчи марказлашган елимланган ёғоч қобирғали аркалардан ташкил топган.

Солт-Лейк-Сити шаҳридаги(*АҚШ*) спортзал том ёпмаси тўрсимон учбурчак ячейкали елимланган ёғоч конструкцияли, диаметри *150 м* ва баландлиги *38 м* бўлган пўлат таянч ҳалқага таянадиган гумбаздир.

Кейинги йилларда рус олимларидан Г.Н.Зубарев, Ю.В. Слицкоухов, В.М.Хрулев, И.М. Гринь, Р.И. Берген, В.Д. Буданов, М.М. Гаппоев, И.М.Гуськов, З.Б. Махмутова, Б.А. Освенский, В.С. Сарўчев, Э.В. Филимонов ..., ўзбек олимларидан Қ.И. Рўзиев, С. Турсунов, И. Ходжиев, С. Исабоев, С.Ж. Раззоқов, М. Ҳамидова ... лар «Ёғоч ва пластмасса конструкциялари» фанини ривожланишига катта қўшиб келмоқдалар.

Ўрта Осиёда ҳам XIX-XX асрларда ёғоч конструкциялари кенг қўлланилган. Айниқса ферма конструкцияли иншоотлар, ёғоч синчли уйлар қўплаб қурилган. Меъморий фазовий ёғоч конструкциялари нисбатан камроқ қўлланилган.

Ўзбекистонда қурилган қўплаб ёғоч ферма конструкцияли омборлар, гаражлар, дала шийпонларидан ҳозирги кунларда ҳам муваффақиятли фойдаланилмоқда. Жумладан, 1980 йилларда ўзбек олими Қодиржон Исмоилович Рўзиев томонидан фазовий ёғоч стерженли-структура конструкцияларининг бир неча янги лойиҳалари яратилган ва Ўзбекистоннинг Ангрен ҳамда Наманган шаҳарларидаги қурилишларда қўлланилган. Бу иншоотлардан ҳозирги кунларда ҳам муваффақиятли фойдаланилмоқда.

Бугунги кунларда ҳам Ўзбекистон Республикаси ҳудудида ва бошқа хорижий давлатларда деворлари маҳаллий материаллардан, ёғоч синчли қўплаб якка тартибдаги уйлар қурилмоқда. Қураётган усталар узок йиллардан бери халқимиз эришган маҳаллий қурилиш санъати ютуқларини эгаллаган ва миллий қурилиш анъаналарини давом эттириб келаётган усталардир. Ёғоч-синчли бинолар илмий жиҳатдан нисбатан кам ўрганилган, айрим хусусий тадқиқотлар ўтказилган холос. Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида ҳам бу турдаги бинолар тўғрисида жуда кам маълумотлар берилган. Ёғоч сейсмик мустаҳкам бинолар қуришда энг сара материал бўлишига қарамай, ундан қурилган синч уйларни зилзилабардошлик талабларига амал қилинган ҳолда лойиҳа асосида қурилсагина ўзининг ижобий хоссаларини намоён эта олади. 1980 йилда Тошкент шаҳри яқинидаги Назарбек посёлкасида ҳамда 1976 ва 1984 йилда Газлида содир бўлган зилзилалар натижасида ёғоч-синч

деворли уйлар жиддий шикастланган, вайронага айланган, бир қанча инсонлар-гўдаклар нобуд бўлганлар. Шунга қарамасдан республикамизда ва хориж мамлакатларида ҳозирда ҳам ёғоч-синчли уйларни кўплаб қурмоқдалар. Бу албатта биз олимларни ташвишга солмоқда. Чунки, бу турдаги биноларни ҳалигача тўлиқ комплекс илмий-тадқиқ қилинмаган.

Ёғоч-синч деворли биноларда синчларнинг ораси одатда гувала билан тўлдирилади ва сомонли лой билан сувоқ қилинади. Бундай уйларнинг ички иқлими ёзда салқин ва қишда иссиқдир. Узоқ кузатишлар шуни кўрсатадики, бундай уйларда яшаган инсонларни саломатлигига ҳам зарар етмайди, сабаби уларни қурилишида қўлланилган қурилиш материалларининг барчаси табиий материаллардир. Шунинг учун ҳам мазкур ёғоч конструкцияли уйлар экологик жиҳатдан софдир.

Ёғоч синчли биноларни қўш ва якка синчли қилиб қурилади. Қўшсинч орасини баъзи усталар гувала-лой ва парча ғишт-лой аралашган нам тупроқ билан тўлдиришади, деворни иссиқ-совуқ ўтказмаслик хусусиятини шу йўсинда оширмоқчи бўлишади. Бироқ, бунда бионинг умумий оғирлиги ортиб кетади. Бу эса зилзилабардошлик нуқтаи назаридан нотўғридир. Шунинг учун деворнинг иссиқ-совуқ ўтказмаслигини бошқа йўллар билан ошириш зарур масалан, қўшсинч орасини қипиқ ёки шунга ўхшаш енгил материаллар билан тўлдириш мумкин. Қўшсинч деворни уришда қуйидаги тартибга риоя қилиниши бино мустаҳкамлигини янада оширади: 1. Ташқи синч тўлдирилади. 2. Ташқи синчни ички томонини сомонли лой билан сувалади. 3. Ички синчни тўлдириш билан бир вақтда ички томонини сомонли лой билан сувалади. 4. Ички синчни ички томони, ташқи синчни ташқи томони сувалади. 5. Уй бурчакларини эса тўла лой ва ғишт билан зич тўлдириб чиқилади.

Республикамизда бир қаватли ёғоч конструкцияли бинолар қурилиши ривожланган(3-расм).

3-расм. Ёғоч синч конструкцияли бир қаватли якка тартибдаги турар-жой бино деворининг кўриниши.

Бунинг асосий сабаби маҳаллий ёғоч материалнинг сероблигидир. Айниқса маҳаллий терак ёғоч материали жуда катта майдонни эгаллайди. Унинг мустаҳкамлиги нисбатан таққослаганда оқ қарағай билан деярли тенгдир.

Ёғоч конструкцияли бинолар барчанинг кўз ўнгида зилзила синовларидан ўтган. «Синч уйим- тинч уйим» мақоли бежиз пайдо бўлмаган. Республикамиз ҳудудида кейинги йилларда икки қаватли ёғоч синчли бинолар қурила бошланди. Бу албатта мустақиллигимиз шарофати ва ёғоч материаллари асосидаги қурилишларнинг янги ХХІ асрдаги ривожланиш босқичидир.

Пластмасса конструкциялари Х аср ўрталарида пайдо бўлган. Ундан олдинроқ полимер синтетик смолалари асосида конструкциявий пластмасса қурилиш материаллари яратилган ва уларни ишлаб-чиқариш саноати ривожлана бошланган.

Асосий конструкциявий пластмасса материаллари қуйидагилардир: узлуксиз бир-бири билан ўзаро кесишувчи ойнатолали, ёруғлик ўтказмайдиган полимер термореактив смолали юқори мустаҳкамли стеклопластик; органик ойна - ёруғ ўтказди ва термопластик полимер смоладан ташкил топган; винипласт-термопластик полимер смоладан ташкил топган ва у ёруғлик ўтказувчи ёки ўтказмайдиган бўлиши мумкин ва у кимёвий агрессив муҳитга чидамлилиги билан ҳам ажралиб туради; пенопласт - термопластик, ёки термоактив смола деворли, каттиқ ҳаво пуфакчалардан ёки зарарсиз газдан ташкил топган ва улар чегаравий кичик хусусий оғирлиги билан, мустаҳкамлиги ва бикрлиги билан фарқ қилади.

Ҳаво ўтказмайдиган газламалар - полимер толали газламалар, уларнинг усти синтетик резина ёки эластик полимер смола билан қопланган бўлади.

Барча конструкциявий пластмассалар юпқа ва кичик қалинликда бўлади. Уларнинг қалинлиги миллиметрларда ўлчанади ва асосан текис, тўлқинсимон ҳамда

ўрамли қилиб тайёрланади. Факат, пенопластларгина плита шаклида, сантиметрларда ўлчанадиган қалинликда ва стеклопластика турли профилли ва труба кўринишларида ишлаб чиқарилади.

Пластмассалар конструкциявий қурилиш материали сифатида муҳим афзалликларига эгадир. Бу материаллар енгил бўлиб, уларнинг зичлиги ёғоч зичлигига нисбатан икки баробар юқоридир. Лекин пенопластни зичлиги жуда кичкина ва у кўпинча 50 кг/м^3 дан ошмайди. Пластмассаларга ихтиёрий шакл бериш мумкин, улар чиримайди, кимёвий агрессив муҳитга чидамли ҳисобланади.

Пластмассалар қурилиш материали сифатида маълум камчиликларга ҳам эга. Улар ёнувчан ҳисобланади ва юқори бўлмаган оловбардошлик чегарасига эга, уларнинг қаттиқлиги юқори эмас, бундан фақатгина юқори мустаҳкамликка эга бўлган стеклопластика мустаснодир. Ёғочга нисбатан қаттиқлиги кам, атмосфера таъсирида эскиради, рангини ўзгартиради, яъни физик-механик хоссалари ўзгаради ва яна пластмассалар ҳозирча қиммат ва танқисдир.

Пневматик конструкциялар ҳаво ўтказмайдиган газлама, ёки плёнкадан ташкил топган ёпиқ куббалардир. Улар ҳаво таянчли, ҳавокаркасли ва ҳавовантли турларга бўлинади.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч қаерларда ишлатилади?
2. Ёғоч конструкциялари қачон ва қаерларда қўлланилган?
3. Чет эл олимларидан кимлар ёғоч конструкциялари билан шуғулланган?
4. Фазовий ёғоч структура конструкцияларинининг янги турларини қайси ўзбек олими яратган?
5. Пластмассалар қаерларда ишлатилади?
6. Пластмассаларнинг қандай турларини биласиз?
7. Пластмассалар қачон пайдо бўлган?

1 -БОБ

Конструкциявий ёғоч ва пластмассалар

1.1. Ёғоч

Ёғоч- бебаҳо қурилиш материалидир. Ёғоч материалининг захираси МДХ давлатлари ичида Россия худудида энг кўп эди ва шунинг учун илгари ҳам, ҳозирда

хам жуда кўп мамлакатларга ёғоч материаллини асосан Россия экспорт қилади, шу жумладан Ўзбекистон республикаси қурилишларида ишлатиладиган сара ёғоч материаллари ҳам асосан Россиядан олинади.

Ёғоч материаллари асосан икки турдаги дарахтлардан олинади: игна баргли ва япроқли.

Қурилишдаги ёғоч конструкциялари асосан игна баргли ёғоч дарахтларидан тайёрланади. Булар қарағай, қора қарағай, тилоғоч, оқ қарағай ва кедрлардир.

Ўрмончилик хўжалигида энг кўп тарқалган япроқли ёғоч дарахти - бу оқ қайиндир. Эман, қайрағоч, тоғтерак захиралари энди кўпайтирилмоқда. Оқ қайин ва тилоғочлар фанера тайёрлаш саноатида асосий хом-ашё материаллари ҳисобланади.

Қурилишда ишлатиладиган ёғоч материалларини кўриниши бўйича асосий икки турга бўлинади(4-расм): доирасимон ва қиррали.

4-расм. Ёғоч материаллари: а)-арраланган; б)- доирасимон; 1-тахтанинг кенг юза томони; 2-учидаги ён томони; 3-қалинлиги ён томони; 4-қиррали ёғоч; 5-қалин тахта; 6-юпка тахта; 7-рейка; 8-ёғоч хода; 9- бир томони текис хода ; 10-кантланган хода.

Доирасимон қурилиш материали - иккала чеккаси текис арраланган, бутоғларидан тозаланган ёғочдир. Улар стандарт 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 ва 6,5 м узунликларга эга ва бу турдаги ёғоч материаллари кесик конус шаклида бўлади. Улар диаметрининг узунлиги бўйича камайиши кичрайиш деб аталади. Кичрайиш ўртача 1 м да 0,8 см ни ташкил қилади(6-расм). Доирасимон кўндаланг кесимли ёғочнинг диаметри кичик диаметри бўйича аниқланади. Унинг ўртача диаметри 14 см дан 26 см гача ораликларда бўлади ва айрим ҳолларда ундан катта ҳам бўлиши мумкин. Диаметрларни ўзгариш градацияси 2 см ни ташкил қилади. Унинг ўртача диаметрини қуйидаги ифода орқали аниқлаш мумкин:

$$d_{\text{ўр}} = d + 0,5 \cdot l \quad (1.1)$$

Диаметри 13 см дан кичик бўлган ёғочлар вақтинчалик иншоотлар қурилишида ишлатилади.

Қиррали ёғоч материаллари - арраланган ёғоч материаллари ёғочни тилиш рамаларида ёки айланма тилиш станокларида ёғочни бўйламаси бўйлаб арралаш натижасида ҳосил қилинади. Улар стандарт $0,25$ м градация билан 1 м дан $6,5$ м гача бўлган ўлчамларда бўлади. Юк кўтарувчи конструкциялар учун ёғоч тахтанинг кенглиги 60 мм дан 250 мм гача, қалинлиги 11 мм дан 100 мм гача бўлади.

Брусча - қалинлиги 50 мм дан 100 мм гача, кенглиги 100 мм дан 175 мм гача бўлади.

Брус - қалинлиги ва кенглиги 125 мм дан 250 мм гача бўлади.

Ёғочнинг тузилиши, бутоқлари ва сифати унинг келиб чиқиши билан аниқланади. Дарахт сифатида келиб чиқиши ва ўсиши натижасида ёғоч трубасимон қатлам -толали тузилишга эга бўлади.

Ёғоч қурилиш материалининг сифати, асосан ёғочнинг бир жинслилик даражаси билан аниқланади. Бир жинсли бўлмаган тузилиши ёғочни ўсиши жараёнида, ёғоч материалларини омборда сақлаш жараёнида, қуриштириш, қайта ишлаш ва ишлатиш жараёнида вужудга келади.

Ёғочнинг сифатини бузадиган, бир жинслилигини ўзгартирадиган омил - бу бутоғлардир. Бутоғлар ён шохлари натижасида вужудга келади. Конструкциявий ёғоч материалларининг сифати, тоифалари билан белгиланади. Ёғоч materiali учта тоифаларга бўлинади (5-расм):

5-расм. Ёғоч материалларини сифати бўйича тоифалари:
 $a, b, в - 1, 2$ ва 3 - тоифалар: 1 - тола қиялиги; 2 - бутоғлар.

Биринчи тоифа ёғоч materialiда 20 см узунликда бутоғлар диаметрлари йиғиндиси $d \leq (1/4)b$ дан кичик бўлиши ва 1 метр масофадаги толалар йўналиши қиялиги 7% га тенг, ёки кичик бўлиши керак ($7 \geq i$). Ўртача мустаҳкамликка эга бўлган иккинчи тоифа ёғоч materialiда узунлиги бўйича 20 см даги бутоғлар диаметрлари йиғиндиси $d \leq (1/3)b$ дан кичик бўлиши ва 1 метр масофадаги толалар йўналиши қиялиги 10% га тенг ёки кичик бўлиши керак ($10 \geq i$, бу ерда: i -нишаблик).

Учинчи тоифа ёғоч материалларида эса, $d \leq (1/2) b$ дан кичик бўлиши ва толалар қиялиги 12% дан катта бўлмаслиги керак.

Биринчи тоифа ёғоч материаллари энг асосий юк кўтарувчи конструкцияларни тайёрлашда, кўпроқ чўзилишга ишловчи элементларда, иккинчи тоифа ёғоч материаллари - бошқа ўртача кучланган юк кўтарувчи конструкция элементларида, учинчи тоифа ёғоч материаллари эса кам кучланган тўшама ва қопламаларда ишлатилади. Ёғочнинг хоссалари асосан унинг тузилиши бўйича аниқланади. Ёғоч, хусусий оғирлиги бўйича енгил конструкциявий материаллар синфига киради. Ёғочнинг зичлигини 12% нисбий намликда аниқланади.

Ёғочнинг мустаҳкамлиги зўриқиш йўналишини тола йўналишига нисбатан таъсир қилишига боғлиқдир. Қарағай ёғочини ўртача мустаҳкамлик чегараси чўзилишда 100 МПа, эгилишда 75 МПа ва сиқилишда 40 МПа га тенгдир. Зўриқиш толаларига кўндаланг таъсир қилса, ёғочни чўзилишдаги, сиқилишдаги ва силжиш-ёрилишдаги мустаҳкамлиги 6,5 МПа дан ошмайди. Ёғочни ички тузилишининг бир жинсли эмаслиги, ёғочни сиқилиши ва эгилишидаги мустаҳкамлигини ўртача 30 % га ва айниқса чўзилишдагини 70 % га камайтиради.

Ташқи юкнинг узоқ вақт таъсир қилиши ҳам мустаҳкамлик ва деформацияга салбий таъсир кўрсатади. Чегараланган узоқ вақт юклама таъсиридаги мустаҳкамлиги, узоқ қаршилиқ кўрсатиш чегараси билан характерланади ва у стандарт қисқа муддат юкланганликдаги мустаҳкамлик чегарасининг ярмини ташкил қилади $(0,5 \cdot \sigma)$.

Титратиш юкламалари ёғочда ўзгарувчан белгили кучланишлар ҳосил қилади ва улар ҳам ёғоч мустаҳкамлигини пасайтиради. Ёғоч бу циклик юкламаларга $0,2 \cdot \sigma_{мч}$ чегарадаги қийматгача бўлган юкламаларда чегараланмаган микдордаги циклга бардош беради.

Ёғочнинг қаттиқлиги ва бикрлиги трубасимон толали тузилишига эга бўлганлиги учун нисбатан унча катта эмас.

Бикрлик-юклама таъсир қилганда ёғочни деформацияланувчанлик даражасидир. Бикрлик юкламани толалар йўналишига нисбатан таъсир қилишига, юклама таъсирининг муддатига ва ёғоч намлигига боғлиқдир.

Ёғочдаги деформациялар - оний эластик (*қисқа муддатли юкламалардан*), эластик ва қолдиқ (*узоқ муддатли юкламалардан*) бўлади. Оний эластик деформациялар юклама таъсири йўқолганда тезда қайтади, эластик деформациялар эса вақт ўтгандан кейин қайтади, қолдиқ деформациялар (*пластик*) қайтмайди.

Бикрлик, эластиклик модули(E) билан аниқланади. Лаборатория шароитида игна баргли ёғочларнинг бикрлиги аниқланганда 1500 МПа гача бўлган қийматларда эластиклик модули чиқиши мумкин. Лекин реал шароитда ёғочнинг эластиклик модули бундан $1,5$ марта кичик ва у нормал ҳарорат ва намлик шароитида 1000 МПа қийматга тенг деб олинади. Юқори намлик ва очиқ ҳаво шароитида бу қиймат $0,9$ дан $0,75$ гача бўлган ораликдаги коэффициент қийматларига кўпайтирилади [5]. Ёғочнинг бикрлиги - юкламани толаларига кўндаланг ёки бурчак остида таъсир қилган ҳолатларда 50 марта камаяди, чунки ёғочнинг қаттиқлиги камдир. Қаттиқлик, радиуси $5,64 \text{ мм}$ бўлган пўлатдан тайёрланган ярим сферани босим билан босиш орқали аниқланади. Масалан, қарағайнинг қаттиқлиги(унинг йиллик халкаларига кўндаланг таъсир қилган ҳолатда) 1000 Н га тенгдир. Қаттиқликнинг кичиклиги ёғочга ишлов беришни осонлаштиради, лекин унинг сиртини осонгина бузилишига сабаб бўлади. Ёғоч қаттиқлигини кичиклиги ва толали тузилиши, уни михлаш имконини беради.

Ёғочнинг намлиги унинг физик-механик хоссаларига ҳам таъсир кўрсатади. Намлик ($W, \%$)- бу ёғоч ғоваклигидаги гигроскопик сув ва эркин сувларни фоиз даражасидир. Сувда оқизилган ёғочнинг намлиги энг катта ҳисобланади ва у 200% гача бўлиши мумкин. Янги кесилган ёғочнинг намлиги 100% гача бўлиши мумкин. Омборларда сақлаш, табиий ва сунъий қуритиш жараёнларида намлик даражасини $40, 25, 20$ ва 10% ларга туширилади. Намлик даражаси ёғоч конструкциялари сифатига ҳам таъсир кўрсатади.

Катта намликдаги ёғочларни доимо сувга тегиб турадиган конструкцияларни тайёрлашда ишлатиш мумкин. 40 % гача намликдаги ёғочлардан очиқ ҳавода турадиган конструкциялар тайёрланади. 25% гача намлиги бор ёғочлардан намлиги юқори бўлган ёпиқ конструкцияларни тайёрланади. Намлиги 20% гача бўлган ёғочлардан елимланган ёғоч конструкцияларидан бошқа барча турдаги конструкциялар тайёрланади. Намлиги 8÷12% гача бўлган ёғочлардан барча турдаги ёғоч конструкциялари, шу жумладан елимланган конструкциялар ҳам тайёрланади.

Ёғочнинг намлиги 30% гача оширилганда ёки камайтирилганда унинг қобикларидаги гигроскопик намлик ҳисобига ёғоч элементлар ўлчами ортади ёки камаяди. Бунда қуриш ва шишиш жараёнлари юз беради. Энг катта қуриш ва шишиш жараёни толаларга кўндаланг ҳолатда юз беради ва 4% гача етади, тангенциал йўналишда - йиллик халкаларига параллел ҳолатда 10% гача етади. Толалари бўйлаб қуриш ва шишиш даражасининг энг кичик қиймати 0,3% дан ошмайди. Намлик 30% дан ортиб кетганда эркин сув ҳисобига қуриш ва шишиш жараёни юз бермайди.

Ёғоч элементни қуритилиши жараёнида деформацияни ривожлани-ши нотекис, сиртдан марказга томон юз беради (6-расм).

6-расм. Ёғоч материалларини қуритишдаги деформациялар: 1-кесим ўлчамларини камайтиши; 2 - ёрилиши; 3 ва 4 – кўндалангги ва бўйламаси бўйича тоб ташлаши.

Намликнинг 0 дан 30% гача бўлган чегарада ўзгариши ёғоч мустаҳкамлиги ва бикрлигига таъсир кўрсатади. Намлик бу чегарадан ошганда, ёғоч мустаҳкамлиги максимал қийматидан 30% гача камаяди. Намликни 30% дан ошиши эса мустаҳкамликни камайтишига олиб келмайди.

Ёғочнинг намлиги ҳар қандай бўлишидан катъий назар мустаҳкамлик ва бикрлик кўрсаткичларини таққослаш учун стандарт намлик сифатида 12% қабул

килинган. Ёғоч намуналарни табиий намликдаги ($W \cdot 8 \div 23\%$ гача) мустаҳкамлик чегарасини, стандарт 12% намликдаги мустаҳкамлик чегарасига α -коэффициентни ҳисобга олган ҳолда ўтказилади. Сиқилиш ва эгилишда α -нинг қиймати 0,04 га тенг. Стандарт намликдаги мустаҳкамлик чегараси B_{12} ни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади ва мазкур формула намлик - $W \cdot 8 \div 23\%$ гача бўлган оралиқларда ўринлидир:

$$B_{12} = B_W [1 K \alpha (W - 12)] \quad (1.2)$$

Бу ерда: B_{12} - стандарт 12% намликдаги мустаҳкамлик чегараси; B_W - табиий намликдаги мустаҳкамлик чегараси; α - ўтказиш коэффициенти (1-жадвал); W - табиий намлик.

1-жадвал. α -коэффициентнинг қийматлари

Кучланиш	Барча турдаги ёғочларни 12% намликка келтиришдаги α нинг қиймати
Толалари бўйлаб сиқилиш	0,05
Статик эгилиш	0,04
Толалари бўйлаб силжиш ва ёрилиш	0,03

Ҳароратнинг ёғочга ва унинг иссиқлик ўтказувчанлигига таъсири.

Ҳарорат кўтарилганда мустаҳкамлик чегараси ва эластиклик модули камаяди ва ёғочнинг мўртлиги ошади. Масалан, қарағай ёғочини сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси, уни 20°C дан 50°C гача қиздирилганда ўртача 70% гача камаяди, 100°C гача қиздирилганда эса, бошланғич қийматидан 30% гача камаяди.

t - ҳароратдаги ёғочнинг мустаҳкамлик чегарасини, унинг бошланғич 20°C даги мустаҳкамлик чегараси ҳамда тўғриловчи β коэффициентни ҳисобга олган ҳолда аниқлаш мумкин:

$$\sigma_t \text{ қ } \sigma_{20} - \beta (t - 20), \quad (1.3)$$

бу ерда: σ_t - мавжуд t ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси; σ_{20} - 20°C ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси; β - ўтказиш коэффиценти(2-жадвал); t – синалаётган вақтдаги мавжуд ҳарорат, $^\circ\text{C}$.

Манфий ҳароратларда ёғочдаги намлик музга айланади ва намлик 25% гача бўлганда сиқилишдаги мустаҳкамлиги ортади, лекин мўрт бўлиб қолади.

Ёғочнинг ҳарорат таъсиридаги деформацияси α -чизикли кенгайиш коэффиценти билан аниқланади. Ёғоч толалари бўйлаб аниқланган бу коэффицент жуда кичик ва у $5 \cdot 10^{-6}$ дан ошмайди, ўз навбатида бу ёғоч уйларни ҳарорат чокларисиз қуриш имкониятини беради. Толаларига кўндалангги бўйича эса бу коэффицент $7 \div 10$ марта каттадир.

2-жадвал. β -тўғриловчи коэффицентнинг қийматлари

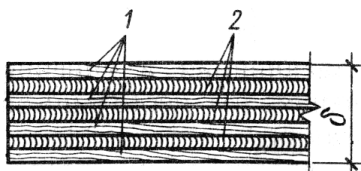
Ёғоч тури	β , МПа			
	толалар бўйлаб сиқилишда	статик эгилишда	Толалар бўйлаб	
			силжиш, ёрилишда	чўзилишда
Қарағай	3,5	4,5	0,4	4
Қора қарағай	2,5	3	-	-
Тилоғоч	4,5	-	-	-
Оқ қарағай	2,5	-	-	-
Оқ қайин	4,5	-	-	-

Ёғочнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, унинг труба-симон-ғовак тузилишига эга бўлганлиги ҳисобига айниқса толаларига кўндалангги бўйича кичикдир. Қуруқ ёғочни толаларига кўндалангги бўйича ўртача иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти λ қ $0,14$ Вт / ($\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$) га тенгдир. Иссиқлик ўтказувчанлиги кам бўлганлиги учун ёғоч енгил тўсиқ конструкциялари учун самарали материал ҳисобланади. Ёғочни иссиқлик сиғими каттадир, қуруқ ёғочники ўртача C қ $1,6$ кЖ / ($\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$) га тенгдир.

Қурилиш фанераси - варақли ёғоч конструкциявий материал ҳисобланади. У тоқ сондаги юпка қатламлардан ташкил топади. Ҳар бир қатлам - шпон қалинлиги ўртача 1 мм бўлиши мумкин. Асосан шпонлар оқ қайин ва тилоғочдан олинади. Ҳар бир шпон толалари бир-бирига нисбатан ўзаро перпендикуляр жойлашган бўлади.

Қурилиш конструкцияларида елимланган ва шимдирилган фанералар қўлланилади.

Елимланган фанера ёғоч-шпон қатламлардан ташкил топади(7-расм), улар ўзаро сувга чидамли елимлар билан елимланади, масалан, фенолформальдегидли-ФСФ. Шпонларни карбамидли елим билан елимлаш орқали ўртача сувга чидамли-ФК турдаги фанералар олинади. Бу турдаги фанераларни юқори намликка эга бўлмаган хоналарда ишлатишга тавсия этилади. Сувга чидамли фанераларни ҳар қандай намликдаги бинолар конструкцияларида ишлатишга рухсат берилади. Елимланган фанераларни қалинлиги $6\div 12$ мм бўлади. Энг кўп конструкцияларда қўлланилаётган фанера бу етти қатламли фанерадир. Унинг қалинлиги 8, 9, 10 ва 12 мм, узунлиги 2440, 2135, 1525, 1220 мм, кенглиги эса 1525, 1220 ва 725 мм ни ташкил қилади.



7 -расм. Қурилиш фанераси (қирқими): 1-бўйлама қатламлар, 2- кўндаланг қатламлар.

Фанера varaқ шаклида бўлганлиги учун, ундан енгил самарали том ва девор ёпма панеллари ва яна сиғимлар ҳамда қолиплар муваффақиятли тайёрланмоқда.

Ташқи қатламлари толалари бўйлаб елимланган фанеранинг мустаҳкамлиги кўндаланггига нисбатан юқори, чунки бўйламаси бўйлаб қатламлар сони кўндаланггига нисбатан биттага ортиқ. Елимланган фанеранинг кесим текислиги бўйича қирқилишдаги мустаҳкамлиги, ёғочни толалари бўйлаб ёрилишдаги мустаҳкамлигидан 2,5 марта ортиқдир.

Фанералар мустаҳкамлигига нуқсонлар таъсири ёғочдагига нисбатан камдир. Юқори сувга чидамли фанералар намлиги -12 %, ўртачасиники эса -15 % ни ташкил қилади. Фанерани бикрлиги эластиклик модули билан характерланади ва 8 мм, ҳамда ундан катта қалинликдаги фанералар учун толалари бўйлаб ёғочникининг 90% ни, толаларига кўндалангги бўйича эса 70% ни ташкил қилади.

Шимдирилган фанера ҳам худди шундай тузилишга эга (*елимланган фанера каби*), лекин унинг ташқи қатламлари нафақат елимланган бўлади, балки уларга сувга чидамли синтетик спиртда эритиладиган смола шимдирилган бўлади. Бу турдаги фанеранинг қалинлиги $5\div 18\text{мм}$, узунлиги $1500\div 2700\text{ мм}$, кенглиги $1200\div 1500\text{ мм}$ бўлади. Бу турдаги фанералар елимланган фанералардан ўта юқори сувга чидамлилиги билан, мустаҳкамлиги билан ва махсус ноқулай намлик шароитларда қўлланилиши билан фарқ қилади.

Ёғоч конструкцияларини чириш ва ёнишдан ҳимоя қилиш. Чириш - ёғочни оддий ўсувчи организмлар таъсирида бузилишидир. Ёғоч бу организмлар учун озиқ-овқат муҳити вазифасини бажаради. Ёғочни ва ёғоч материалларини биологик зараркунандалари жуда катта иқтисодий зарар келтиради. Биологик зараркунандаларга бактерияларнинг баъзи турлари, ёғочни бузувчи замбуруғлар, ёғоч тешувчи куртлар, чумолилар ва денгиз-ёғоч тешувчилари-моллюскаларни баъзи турлари киради. Ҳозиргача бактерияларнинг ёғочга таъсири кам ўрганилган. Маълум бир бактериялар ёғоч таркибидаги айрим моддаларни ачишига сабаб бўлиб, унинг бузилишига олиб келади. Буларнинг таъсирида ёғоч мустаҳкамлигини аста-секин йўқотиб боради.

Энг кўп тарқалган ёғоч зараркунандалари бу замбуруғлардир. Улар ўрмон, омбор ва уй замбуруғлари турига бўлинади. Ўрмон замбуруғи асосан ўсаётган ёғоч дарахтини зарарлайди. Омбор замбуруғлари асосан ёғоч материалини сақлаш жараёнида ерга тегиб турган қисмини зарарлайди. Уй замбуруғлари эса ёғоч материалини конструкция сифатида ишлатиш жараёнида зарарлайди ва унинг чиришига сабаб бўлади. Замбуруғлар $ҚЗ\text{ }^{\circ}\text{Сдан } 45\text{ }^{\circ}\text{С}$ гача бўлган ҳароратларда ва $18\div 20\text{ \%}$ намликдан кам бўлмаган ҳолатларда ривожланади ва ёғочни чиритади.

Қумурсқалар - ёғочни бузувчилари ҳисобланади. Улар ҳам қуруқ, ҳам ҳўл ёғочни бузилишига, чиришига олиб келиши мумкин.

Чиришдан ёғоч конструкцияларини ҳимоя қилишнинг икки хил усули мавжуд: конструктив ҳимоя усули; кимёвий ҳимоя усули. Чиришдан ҳимоя қилишнинг

конструктив усулида конструкциянинг эксплуатация қилиниши учун муҳит яратилади ва у ҳолатда конструкциянинг намлиги чириш шароитига намликдан ошиб кетмайди. Ёпиқ биноларда, атмосферадан тушадиган ёғингарчиликларни том ёпмадан ўтиб кетмаслиги, томда нишаблик бўлиши, ички сув чиқиб кетиш йўллари бўлиши таъминланади. Ёғоч конструкцияларини капиляр намликдан ҳимоя қилиш учун, уларни бетон ва ғишт деворлардан битум қатламли гидроизоляция билан ажратилади. Хона ичидаги ёғоч конструкциялари *ПФ-115*, *УР-175* ва бошқа ёғоч лак-буёқлари билан ҳимоя қилинади. Ёғоч конструкцияларида ҳосил бўладиган конденсация намлигидан ҳимоя қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Бу ҳолатда конструкцияга сув буғлари кирмаслиги учун, хона томондан буғсақлагич қўйилади. Асосий юк кўтарувчи конструкцияларни лойиҳалашда чок бўлмаслиги ва ёрик жойлар бўлмаслигига эришиш лозим, чунки бу жойларда совуқ ҳавонинг туриб қолиши ва у ерда сув ҳосил бўлиши - чириш жараёнини келтириб чиқариши мумкин.

Агар конструкцияни эксплуатация қилиш жараёнида унинг намланиши аниқ бўлса, у ҳолатларда кимёвий ҳимоя усулидан фойдаланилади. Масалан кўприк, минора ва қозиқ конструкцияларида ёғоч конструкция намланиши мумкин. Чиришдан ҳимоя қилишнинг кимёвий усулида конструкцияга антисептика моддаси суртилади ёки шимдирилади ёки у билан қопланади. Антисептикалар икки турга бўлинади: сувда эрийдиган ва сувда эримайдиган-мойли. Сувда эрийдиган антисептика - фторли ва кремний фторли натрийдир. Унинг ранги ва ҳиди йўқ. Уни ёпиқ турдаги биноларда ишлатилади ва у одамлар учун заҳарли эмасдир. Баъзи турдаги сувда эрийдиган заҳарли антисептикалар ҳам мавжуд. Уларнинг айримлари одамлар учун ҳам заҳарлидир. Мойли антисептика - сувда эримайди, ҳар хил замбуруғ ва бактериялар учун заҳарлидир, кучли ёқимсиз хидга эга бўлиб, одамлар соғлиги учун ҳам зарарлидир. Бу турдаги антисептика моддалари очик турдаги иншоотлар конструкцияларини ҳимоялашда, одам кам бўладиган жойларда, ер ва сув остидаги конструкцияларни чиришдан ҳимоя қилишда ишлатилади.

Ёғоч конструкцияларини ёнишдан химоя қилишнинг икки усули бор: конструктив ва кимёвий. Ёғоч ёнувчан қурилиш материали ҳисобланади. Унинг оловбардошлик чегараси нисбатан кичикдир. Оловбардошлик чегараси - вақт бирликларида ўлчанади. Йирик кўндаланг кесимли ёғоч конструкциялари катта оловбардошлилик чегарасига эгадир. Масалан, 17×17 см кўндаланг кесимли қиррали ёғоч тўсин- брус 10 МПа кучланиш билан юкланган ҳолатда 40 минут оловбардошликка эгадир.

Ёғоч конструкциясини ёнишдан конструктив химоя қилиш усулида - конструкция юқори ҳароратли жиҳозлардан узоқроққа қўйилади. Ёғочнинг ёнишига қулай ҳарорат бўлишига йўл қўйилмайди. Ҳатто оддий сувоқ ҳам оловбардошлилик чегарасини ортишига сабаб бўлади.

Химоя қилишнинг кимёвий усулида - антипирен моддаси қўлланилади. Ёғочни ёниши учун икки нарса бўлиши керак: ҳарорат ва яна қислород. Антипирен ҳарорат кўтарилганда шимдирилган ёғоч таркибидан чиқиб ёғоч элемент сиртида плёнка ҳосил қилади ва бу билан конструкцияни қислороддан изоляциялайди, натижада ёниш жараёни тўхтайди.

Зарур бўлган ҳолатларда антипиренни антисептика билан биргаликда ва бир вақтда ёғоч конструкция элементларига шимдирилади.

1.2. Конструкциявий пластмассалар

Полимерлар - пластмассаларнинг асоси ҳисобланади. Улар юқори молекуляр бирикмалар ҳисобланади ва бир хил структурадаги элементар жуда кўп звенолардан ташкил топган. Бу звенолар бир-бири билан ковалент боғловчилар билан узун занжирга боғланган бикр ва пластик фазовий занжирни ҳосил қилади. Полимер - грекча сўз бўлиб, поли - кўп, мер - қисм деган маънони беради. Мономер сўзи эса, моно- битта, мер - қисм, яъни битта қисм деган маънони беради. Полимерлар икки йўл билан олинади: полимеризация ва поликонденсация. Полимеризация - бу бир нечта мономер молекулаларни бирикиб битта макромолекула ҳосил қилишидир.

Бунда жараён маълум ҳарорат ва босимда боради ва ҳеч қандай паст молекуляр моддалар ажралиб чиқмайди.

Поликонденсация - турли хилдаги мономер молекулаларни бирикиши натижасида юқори молекуляр моддани ҳосил бўлишидир. Бунда паст молекуляр моддалар ажралиб чиқади, масалан сув, спирт ва бошқалар.

Боғловчи-смолянинг турига қараб пластмассаларни икки турга бўлинади: термореактив ва термопластик. Полимеризация йўли билан олинган полимерлар - термопластли материаллардир. Термопластлар- поливинилхлорид, полиэтилен, полистирол, полиуретан, полиамид, акрилли ва бошқа термопластик смолалар, яъни қиздирилганда юмшайдиган ва пластик ҳолатга кирадиган, совутилганда яна қотадиган материаллардир. Термореактив пластмассалар - фенолформальдегидли, полиэфирли, эпоксидли, карбамидли ва бошқа термореактив смолалар асосида олинандиган пластмассалардир. Боғловчи модда барчасида - смолалардир. Конструкция ва материаллар учун асосан полиэфирли, фенолформальдегидли, эпоксидли, мочевино ва меламинаформальдегидли ва кремний органик смолалар ишлатилади.

Полиэфирли смола - термореактив ҳисобланади, унинг қовушқоқлиги паст, юқори ҳароратларда қота олади. Қотаётганда учувчан газлар чиқмайди, механик хусусиятлари юқори. Сув, кислота, бензин, мой ва бошқа моддалар таъсирига чидамли. Қурилишда *ПН-1*, *ПН-2*, *ПН-3*, *ПН-4*, *ПН-1С*, *ПН-6* турлари кўп ишлатилади. Ёруғлик ўтказадиган стеклопластикаларда *ПНМ-2*, *ПН-1М* ва *ПНМ-8* турдагилари ишлатилади.

Фенолформальдегидли смола - бу маҳсулот фенол ва формальдегидни катализатор таъсирида конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлади. Бу маҳсулотларда иссиқбардошлилик ва механик хусусиятларнинг юқорилиги алоҳида ўрин тутди. Фенолформальдегид ёғоч пластик, фанералар ишлаб чиқаришда қўлланилади. У қиздирилганда тезда қотади ва эрмайдиган ҳолатга киради, нефть маҳсулотлари таъсирига чидамли, қотаётганда учувчан газ ва сув ажралиб чиқади.

Эпоксидли смола - кўп атомли фенолларнинг бир-бирига таъсири натижасида олинади (*дифенолопропан*). Бу смолалар кўпроқ стеклопластика ва елимлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Мочевино ва меламиноформальдегидли смолалар мочевино ва формальдегидни заиф ишқорли ёки нейтрал муҳитда конденсация қилиш натижасида олинади. Бу смолаларнинг қотиши органик кислота, нордон туз ва эфирлар таъсирида амалга оширилади. Меламино ва формальдегидни конденсацияланиши натижасида - меламиноформальдегид ҳосил бўлади.

Мочевиноформальдегидли (*карбамидли*) смола рангсиз, иссиқбардош ва ёруғбардошдир. Кремнийорганик смола - бу смола таркибида органик моддалар билан бирга - ноорганик кремний моддалари ҳам бор. Қурилишда кремний органик смола лак, эмал, бўёқлар сифатида қўлланилади. Тўлдирувчи - боғловчининг сарфини камайтиради ва бунинг натижасида таннарх камаяди. Тўлдирувчилар - узлуксиз ва узлукли ойнатолаши, ойнагазлама, асбест толаси, ёғоч толаси, қиринди, тальк.

Пластификатор - пластмассаларнинг мўртлигини камайтиради, эгиловчанлигини оширади ва яна совуқбардошлигини оширади. Пластификаторлар - трибутилфосфат, дибутилфталат, трикрезилфосфат. Стабилизаторлар - пластмассаларнинг физик - механик хусусиятларини сақлаш имкониятини оширади. Антистатик-полимерларни диэлектрик хусусиятларини оширади (*қурум, графит, металл қукунлари*).

Пластмассаларнинг афзалликлари: а) конструкция оғирлигини камайтиради; б) транспорт ва монтаж ишлари ҳажмини камайтиради; в) кўтарувчи - транспорт жиҳозларини қувватини камайтириш имкониятини беради; г) бино ва иншоотларнинг ишончлилигини оширади; д) металсиз конструкциялар қўллаш мумкин бўлади, айниқса кимёвий агрессив муҳитли бўлган иншоотларда. Камчиликлари: а) узок муддатга чидамлилигининг камлиги- эскириши; б) мустаҳкамлиги пастлиги ва деформацияланувчанлигининг юқорилиги; в)

иссиқбардошлигининг пастлиги; г) ёйилишининг юқорилиги; д) бикрликнинг камлиги (10 МПа).

1828 - 1886 йилларда яшаган рус олими А. Бутлеровнинг органик моддалар тузилиш назариясининг яратилиши муносабати билан полимерлар кимёси ўз ривожини топди. XX асрнинг 30-чи йилларида кимё саноатлари ишлаб чиқараётган синтетик смола ва пластмассаларнинг миқдори жуда кўпайди.

Ҳозирги кунларда пластмассалар билан бир қаторда ноорганик материаллар: алюминий, лакланган пўлат, асбестцементлар ҳам кенг ишлатилмоқда. Стеклопластика икки асосий компонентлардан ташкил топган: синтетик боғловчи ва ойна толалари-тўлдирувчи. Қотмаган смолага ойна толалари-тўлдирувчи қўшилади ва ундан кейин смолани қотирилади ва шундай қилиб стеклопластика ҳосил қилинади. Стеклопластикаларда кўпроқ термоактив смолалардан фойдаланилади. Ойна толалари - арматуралаш элементи ҳисобланиб, стеклопластикани мустаҳкамлигини, зарба таъсирига бардошлилигини оширади. Стеклопластикалар майдаланган ойна толалари ҳисобига-изотрон материал ҳисобланади. Ойна толаларини хаотик жойлашганлиги ҳисобига барча йўналишлардаги унинг мустаҳкамлиги бир хил бўлади, яъни 1500 кг/м^3 гача бўлган зичликка ва чўзилишда 150 МПа мустаҳкамликка эгадир. Ёруғлик ўтказадиган стеклопластика тиниқ полиэфир термореактив смоладан ва майдаланган ойна толаси (*массаси бўйича 25% ни ташкил қилади*) дан ташкил топган. Унинг ёруғлик ўтказиш коэффиценти юқори - 0,85 ни ташкил қилади. Ёруғлик бу ҳолда ёйиб узатилади ва хонани текис ёритилишига сабаб бўлади. Бу стеклопластикалар рангсиз ёки талаб қилинган рангда бўлиши мумкин.

Тиниқ стеклопластик тўлқинсимон ва текис варақ шаклларида қалинлиги $S=1,5 \div 2,5$ мм, кенглиги 1,5 метргача, узунлиги 6 метргача чиқарилиши мумкин. Тўлқинлар қадами $b_m=60 \div 200$ мм, баландлиги $h_m=14 \div 54$ мм ва у бўйламаси ёки, кўндалангги бўйича жойлашиши мумкин (8-расм).

8-расм. Стеклопластикалар:

a- стеклопластика-1; *б*-стеклопластика-2 текис; *в*-стеклопластика-2 тўлқинсимон; *1*- узлуксиз ойна толаси; *2* - майдаланган ойна толаси; *3* - кўндаланг тўлқинлар; *4* - бўйлама тўлқинлар; *5*- тўлқин кесимли ($b_e=60\div200$ мм, $h_e=14\div54$ мм, $\delta=1,5\div2,5$ мм).

Такрорлаш учун саволлар

1. Қурилиш конструкциялари қайси ёғочлардан тайёрланади?
2. Ёғочнинг қандай турлари мавжуд?
3. Ёғоч материалининг нечта нави бор?
4. Намлик ёғоч мустаҳкамлигига қандай таъсир қилади?
5. Ҳарорат ёғоч мустаҳкамлигига қандай таъсир қилади?
6. Фанеранинг қандай турлари мавжуд?
7. Ёғочни чириш ва ёнишдан асрашнинг қандай йўллари бор?
8. Антисептика ва антипирен нима?
9. Пластмассанинг таркиби қандай?
10. Пластмассаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимада?
11. Ёғочнинг афзаллиги ва камчиликлари нимада?
12. Пластмассаларнинг қайси турлари қурилишда кўп ишлатилади?

2-БОБ

Ёғоч элементлар

2.1. Чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

Чегаравий ҳолат - бу шундай ҳолатки, бу ҳолатда ташқи ва ички кучланишлар таъсири натижасида бўлган конструкциялардан фойдаланиш умуман мумкин эмас.

Ёғоч ва пластмасса конструкциялари иккита гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади: юк кўтариш қобилияти ва деформацияланиши бўйича.

Биринчи чегаравий ҳолат - энг хавфли ҳисобланади. Биринчи чегаравий ҳолатда конструкция бузилиши ёки устиворлигини йўқотиши натижасида юк кўтариш қобилитини йўқотади. Нормал ва уринма кучланишларнинг максимал

қийматлари, материалларнинг минимал ҳисобий қаршилик кўрсатиш қийматидадан ортиб кетмаса бу ҳолат рўй бермайди. Бу шарт қуйидаги формула кўринишларда ифодаланади:

$$\sigma_{\text{ёки}} \tau \leq R \quad (2.1)$$

бу ерда: σ - нормал кучланиш; τ - уринма кучланиш; R - ҳисобий қаршилик.

Иккинчи чегаравий ҳолат нисбатан хавфсизроқдир. Бу ҳолатда конструкция нормал ҳолатда фойдаланишга яроқсиз ҳисобланади. Агар максимал нисбий эгилиш рухсат этилган чегаравий қийматидадан ортиб кетмаса, бу ҳолат рўй бермайди. Бу шарт формула ёрдамида қуйидагича ифодаланади:

$$f/l \leq [f/l] \quad (2.2)$$

бу ерда: f ва $[f]$ - ҳақиқий ва рухсат этилган эгилишлар.

Ҳисоблаш ишларини бажаришдан асосий мақсад биринчи ва иккинчи чегаравий ҳолатларга йўл қўймасликдир.

Ёғоч конструкцияларини биринчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда ҳисобий юкламадан, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда эса меъёрий юкламадан фойдаланилади. Профессор А. С. Стрелецкий ихтиёрий муҳандислик ҳисобининг асосий тизимини ишлаб чиқган. Бунда синмаслик ва бузилмаслик шарти бажарилиши керак. Шу тизимга асосан чегаравий юклама, конструкцияни энг кичик юк кўтариш қобилиятидан кичик бўлиши керак. Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда, ёғочнинг эластиклик модули, толалари бўйлаб $E=10000 \text{ МПа}$, толаларига кўндаланг йўналиши бўйича эса $E_{90}=400 \text{ МПа}$ га тенгдир. Силжиш модули, ёғоч толалари бўйлаб ва толаларига кўндаланг йўналишлар бўйича 500 МПа га тенгдир.

Конструкцияга таъсир қиладиган юкламалар қуйидагилардир:

1. Доимий юкламалар - конструкция барча элементларининг хусусий оғирликларидан ҳосил бўладиган юкламалар.

2. Вақтинчалик юкламалар - қор ва шамол таъсирларидан ҳосил бўладиган юкламалар.
3. Махсус юкламалар - зилзила, портлаш, инерция кучи ва турли динамик таъсирлар натижасида ҳосил бўладиган юкламалардир.

Биринчи ва иккинчи чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблашларда меъёрий ва ҳисобий юкламаларни аниқлаш керак бўлади. Улар ҳисоблашлар учун зарур бўлган доимий, вақтинчалик ва махсус юкламалар асосида аниқланади.

Доимий меъёрий юкламалар элементларнинг ҳажмий оғирлиги ва ўлчамлари ёрдамида аниқланади.

Вақтинчалик меъёрий қор ва шамол юкламалари қурилиш жойи иқлимий муҳити ҳолатига қараб қурилиш меъёрлари ва қоидалари(ҚМК) хариталари ёрдамида аниқланади.

Мисол. Тошкент шаҳри учун қор ва шамол юкламаларини аниқланг ?
 ҚМКдан Тошкент шаҳри, қор бўйича I-район ва юкмаси $0,5 \text{ кН/м}^2$ га тенг.
 Шамол таъсири бўйича III- район ва босими $0,38 \text{ кН/м}^2$ га тенг.

Ҳисоблашларда юқоридаги юкламалар таркибига кирувчи одамлардан ва жиҳозлардан тушадиган юкламалар таъсири ҳам эътиборга олинади. Масалан, тўшамаларни ўрнатиш пайтида ишчи одамлар тўшамалар устига чиқиб уни монтаж қиладилар ва монтаж жараёнида одамни оғирлигидан конструкция элементларига қўшимча вақтинчалик юклама таъсир қилади. Айрим иншоотларда осма кранлар мавжуд ва улар юк кўтаришга мослаштирилган бўлади. Ана шу жиҳозларни оғирлиги ҳам ҳисоблашларда назарда тутилади.

Ҳисоблашларда конструкциянинг хусусий оғирлигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$q^M = \frac{g^M + s^M}{\frac{K_{x.o}}{1000} - 1} \quad (2.3)$$

бу ерда: q^M - конструкциянинг меъёрий хусусий оғирлиги; g^M - конструкцияга тушаётган ташқи доимий юкламаларни меъёрий қиймати; s^M - вақтинчалик меъёрий қор юкмаси; $K_{x.o}$ -

конструкцияни хусусий оғирлик коэффициенти(конструкцияни турига боғлиқ бўлган коэффициент); l -оралиғи.

Доимий меъёрий юкламаларни ҳисоблашга доир мисоллар:

1. Бир қатлам рубероиддан $0,03 \div 0,05 \text{ кН/м}^2$ доимий меъёрий юклама тушади.

2. Қалинлиги 20мм бўлган цемент қоришмасидан тушадиган юклама,

$$0,02\text{м} \cdot 2000\text{кг/м}^3 = 40 \text{ кг/м}^2 = 0,4 \text{ кН/м}^2.$$

бу ерда: 2000кг/м^3 - цемент қоришмасининг ҳажмий оғирлигидир.

3. Ўлчамлиги $10 \times 15 \times 300 \text{ см}$ бўлган ёғочнинг меъёрий оғирлигини аниқлаш:

кўндаланг кесими - $b \times h = 0,1 \times 0,15 \text{ м}$; узунлиги - $l = 3 \text{ м}$;

ёғочнинг ҳажмий оғирлиги қарағай учун 500 кг/м^3 га тенг.

$$\text{У ҳолда } g_{м.о} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 3 \cdot 5 = 0,225 \text{ кН га тенг.}$$

Юк майдонига қараб ундан 1 м^2 юзага тушадиган юкламани аниқланади.

$$\frac{0,225\text{кН}}{1\text{м}^2} = 0,225 \text{ кН / м}^2 \text{ га тенг бўлади.}$$

Ҳисобий юкламалар меъёрий юкламаларни γ - ишончилилик коэффициентиға кўпайтириш орқали аниқланади:

$$q^{хис} = q^м \cdot \gamma,$$

бу ерда: $q^{хис}$ - ҳисобий юклама; $q^м$ - меъёрий юклама; γ - ишончилилик коэффициенти.

Ҳисоблашларда доимий юкламалар учун ишончилилик коэффициенти- γ нинг қиймати $1,1$ дан $1,3$ гача олинади. Агар доимий юкламани ўзгариш чегараси жуда кичик бўлса, $\gamma = 1,1$ олинади ва аксинча, ўзгариш чегараси катта бўлса $\gamma = 1,3$ олинади. Масалан, бутун элементлар учун $\gamma=1,1$ олиш энг мақбул вариант ҳисобланади; сочилувчан тупроқ ёки цемент каби материаллардан тушадиган

доимий юкламаларни ўзгариш диапазони катта бўлгани учун 1,2 ёки 1,3 олиш мақсадга мувофиқдир.

Вақтинчалик қор юкламаларининг ўзгариш чегараси катта бўлгани учун γ нинг қийматини 1,4 дан 1,6 гача олинади:

$$q^m | s^m \leq 0,8 \text{ бўлса, } \gamma = 1,6; \quad \text{ва} \\ \text{агар } q^m | s^m > 0,8 \text{ бўлса, } \gamma = 1,4 \text{ олинади.}$$

Доимий юклама текис тенг тарқалган ёки йиғилган ҳолда таъсир қилади.

Вақтинчалик қор юкламаси том сирти бўйича тўғри тўртбурчакли ёки учбурчакли схемалар шаклида таъсир қилиши мумкин. Бундан ташқари қор юкламаси том юзасининг шаклига қараб ҳам ўзгариши мумкин. «Юкламалар ва таъсирлар» ҚМҚ иловаларида турли том схемалари учун қор юкламасининг ҳисобий схемалари берилган ва бино томининг кўринишига қараб тегишли вариантлардан бирини танланади. Шамол таъсири бино ёки иншоот баландлигига, қуриладиган ҳудудга боғлиқдир. Ердан Z баландликдаги шамолнинг ўртача меъёрий қиймати қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$W^m = W_0 \cdot k \cdot c \quad (2.4)$$

бу ерда : W_0 - шамол босимининг ҚМҚдаги меъёрий қиймати; k - шамол баландлиги бўйича ўзгаришни ҳисобга оладиган коэффицент; c - аэродинамик коэффицент (бино ёки иншоотнинг шаклига қараб ўзгарадиган коэффицент, ҚМҚ дан олинади).

Ҳисобий шамол юкламаси қуйидагига тенг бўлади:

$$W^{хис} = W^m \cdot \gamma \cdot 1,4 \cdot W^m \quad (2.5)$$

Бу ерда: $W^{хис}$ – ҳисобий шамол босими; $\gamma = 1,4$ – вақтинчалик шамол юкламаси учун ишонччилик коэффиценти.

Биринчи чегаравий ҳолатда ҳисобий юкламадан, иккинчи чегаравий ҳолатда эса меъёрий юкламадан ҳисоблашларда фойдаланилади.

2.2. Яхлит кесимли ёғоч ва пластмасса элементларини ҳисоблаш

Марказий чўзилиш. Марказий чўзилишга ишлайдиган ёғоч конструкцияларининг элементларини энг заиф кесими бўйича ҳисобланади. 9-расмда чўзилишдаги намунанинг ўлчамлари, чўзилиш диаграммаси ва нормал кучланиш эпюраси кўрсатилган.

Марказий чўзилишга ишловчи конструкциялар мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A_{соф}} \leq R_u \cdot m_0 \quad (2.6)$$

бу ерда: σ - нормал кучланиш; N - ҳисобий чўзувчи куч; $A_{соф}$ - заифлашган кўндаланг кесим юзаси; R_u - чўзилишдаги ҳисобий қаршилиқ; $m_0=0,8$ - хавфли кесимда кучланишни тўпланишини ҳисобга оладиган коэффициент.

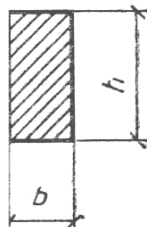
9-расм. Чўзилувчи элемент: *а*-деформацияланиш графиги ва намуна; *б*-ишлаш схемалари ва кучланиш эпюралари.

Агар ёғоч толалари бикрлиги ва майдонини бир хил десак, у ҳолда 1-1 кесимдаги(10-расм) барча толалар бир хил юкланган бўлади. 2-2 қирқимдаги биринчи тешикда толалар қирқилган, шунинг учун зўриқишлар қўшни толаларга узатилади ва улар кучлироқ юкланади. Шундай қилиб 3-3 кесимда чўзувчи кучланишларни тарқалиши нотекис бўлади. Тешиклар орасидаги S масофа ҳисобига бу нотекислик аста-секин тўғриланади. Агар S масофа кичик бўлса, у ҳолда тўғриланиш юз бермайди, чунки 4-4 кесимда иккита тешик жойлашган ва бу жойда бир қисм толалар яна қирқилади, қўшни кучли юкланган толалар янада кучлироқ қўшимча юкланади. Бунинг натижасида алоҳида толалардаги зўриқишни чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасига етиши ўз навбатида толаларни узилишига олиб келиши мумкин. Узилиш энг заиф жойларда юз бергани учун, бузилиши эгри-бугри бўлади. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда, заиф кесим юзасини аниқлашда қўшни заиф кесимлар орасидаги S масофани ҳисобга олиш керак бўлади:

агар S масофа 20 см дан кичик бўлса, $S < 20\text{ см} \rightarrow A_{\text{соф}}=b(h-3d)$;

агар S масофа 20 см дан катта ёки, тенг бўлса $S \geq 20\text{ см} \rightarrow A_{\text{соф}}=b(h-2d)$.

Агар заиф кесим бўйича мустаҳкамликка текшириладиган бўлса (тешик ёки уйик жойлари), ҳисобий қаршилик $m_0=0,8$ га қисқартирилади. Бунда ёғочнинг чўзилишга ҳисобий қаршилиги $R_q=8\text{ МПа}$ га тенг бўлади ($R_q=8\div 10\text{ МПа}$).



10- расм. Элементнинг марказий чўзилиши: 1-1 кесимда толалар бир хил кучланган; 2-2 кесимда тешикдаги толалар қирқилган, бу қисмдаги кучланиш бошқа кесилмаган толаларга узатилган; 3-3 кесимда чўзувчи кучланишлар бир хил бўлмайди; 4-4 кесимда, толалар яна қўшимча зўриқишлар олади.

Агар заиф кесим бўлмаса, у ҳолда $m_0=1$ га тенг бўлади:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_q \quad (2.7)$$

Чўзилувчи элементлар кўндаланг кесимини аниқлашда юқоридаги формулалардан фойдаланилади. Бунда бўйлама куч - N ва R_q - чўзилишдаги ҳисобий қаршиликлар маълум деб олинади:

$$A_m = \frac{N}{R_q} \quad (2.8)$$

Агар кўндаланг кесим юзаси маълум бўлса, чўзилувчи элементни кўтара оладиган максимал чўзувчи кучнинг назарий қийматини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$N = A \cdot R_q \quad (2.9)$$

Марказий чўзилувчи элементлар деформация-эгилиши бўйича текширилмайди.

Мисол. Агар чўзувчи кучнинг миқдори $N=160\text{ кН}$ га тенг бўлса, чўзилувчи стержен кўндаланг кесимини (1-тоифа ёғочдан) аниқланг. Стерженда икки қатор диаметри -1,8 см бўлган тешиклар бўлиб, заиф кесимда иккита тешик мавжуд.

Ечилиши. Кесимнинг заифланишганини ҳисобга оладиган коэффициентни эътиборга олган ҳолда ҳисобий қаршилик қийматини ҳисоблаймиз:

$$m_0=0,8 ; R_q=0,8 \cdot 10 = 8 \text{ МПа}$$

Талаб қилинадиган кўндаланг кесим юзаси

$$A_r = \frac{N}{R_q} = \frac{0,16}{8} = 0,02 = 200 \text{ см}^2$$

$$N=160 \text{ кН}=0,16 \text{ МН}$$

Кўндаланг кесим юзасини қабул қиламиз: $15 \times 17,5 \text{ см}$. Заиф кесимни эътиборга оладиган бўлсак, $A=(h-d \cdot n) \cdot b=(17,5-1,8 \cdot 2) \cdot 15=208 \text{ см}^2=0,0208 \text{ м}^2$

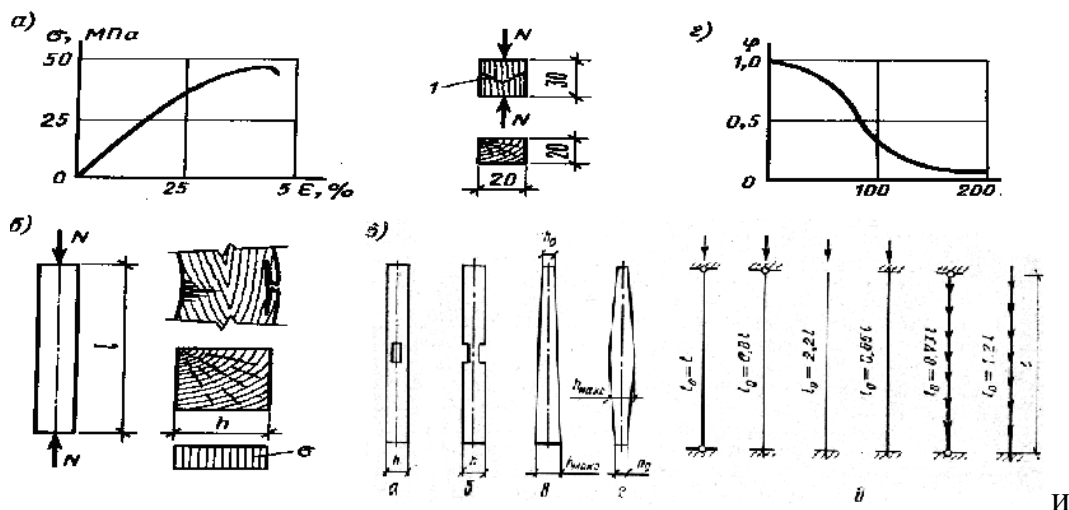
$$\text{Таъсир қиладиган кучланиш: } \sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,16}{0,0208} = 7,7 \text{ МПа} < 8 \text{ МПа}$$

Марказий сиқилиш. Сиқилишга устунлар, ҳавонлар, ферманинг юқори белбоғи ва алоҳида стерженлари, ҳамда бошқа конструкциялар ишлайди. Сиқилган стержень кўндаланг кесимларида бир хилда нормал кучланишлар ҳосил бўлади. Ёғоч сиқилишга, чўзилишга нисбатан ишончли ишлайди.

11-расмда сиқилишга текшириш учун стандарт намуна ва сиқилишдаги деформация диаграммаси, синиш ҳолати ва ҳисоблаш схемалари кўрсатилган.

Ёғоч мустаҳкамлик чегарасининг ярмигача эластик ишлайди ва деформациянинг ўсиши конуниятга бўйсинган ҳолда ортиб боради (*чизикли ўсиб боришга яқин кўринишда*). Ундан кейин кучланишни ортиши билан деформация кучланишга нисбатан тез ортади. Намуналарни синиши 40 МПа кучланишларда юз беради. Бу ҳолат пластик, деворлардаги маҳаллий устиворликни йўқотилиши натижасида юз беради. Сиқилишдаги ҳисобий қаршилиқ $R_c \cdot 13 \text{ МПа}$ га тенг. Ёғоч турлари ва тоифаларига қараб бу қийматни ҚМҚ дан олинади.

Ўлчамлари 13 см дан катта бўлган бруслар ишончли ишлайди, чунки уларда қирқилган толалар миқдори камроқ. Шунинг учун бундай брусларни ҳисоблашда сиқилишдаги ҳисобий қаршилиқ $R_c=15 \text{ МПа}$ олинади. Кўндаланг кесими доирасимон ёғочларни ҳисоблашларда сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_c=16 \text{ МПа}$ олинади.



11 - расм. Сиқилувчи элемент:

а- намуна ва деформацияланишнинг графиги; б- бузилиш ва кучланиш эпюраси, ишлаш схемалари; в- учларини маҳкамлаш турлари ва ҳисобий узунликлар; г- эгилишга мойиллик-λ га нисбатан устиворлик коэффициенти - φ графиги.

Ёғочнинг пластиклик хусусияти марказий сиқилишга ишлаганда кўпроқ кўринади. Мустаҳкамлик бўйича қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A_{соф}} \leq R_c \quad (2.10)$$

бу ерда: N - ҳисобий сиқувчи куч; R_c - ҳисобий сиқилишдаги қаршилик; $A_{соф}$ - соф кўндаланг кесим юза.

Мустаҳкамликка $l \leq 7\delta$ қисқа элементлар текширилади. Агар $l > 7\delta$ бўлса, конструкция устиворликка ҳам текширилади. Конструкциянинг устиворлиги критик юк билан аниқланади ва унинг назарий қиймати 1757 йилда Эйлер томонидан аниқланган:

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_0^2} \quad (2.11)$$

Стерженни сиқилишдаги ва устиворликни йўқотгандаги мустаҳкамлиги, кўндаланг кесимни шакли ва юзасига, узунлигига ва учларини маҳкамланишига боғлиқ бўлиб, у устиворлик коэффициенти - φ билан ҳисобга олинади. Баъзан устиворлик коэффициентини бўйлама эгилиш коэффициенти деб ҳам аталади. Бўйлама куч таъсиридаги ёғоч элемент мустаҳкамлик ва устиворлик бўйича қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A_{хис}} \leq R_c \quad (2.12)$$

Агар заиф кесим юзаси $-0,25 \cdot A_{ум}$ дан катта бўлмаса, у ҳолда

$A_{хис}$ $A_{ум}$ га тенг олинади.

Агар $0,25 \cdot A_{ум}$ дан катта бўлса, $A_{хис} = \frac{4}{3} A_{соф}$ га тенг бўлади.

Симметрик заиф кесимларда ва улар стержен ёнига чиқмаган бўлса

$A_{хис} = A_{ум}$ га тенг бўлади.

Устиворлик коэффициенти $-\varphi$, ҳисобий узунликка $-l_0$, кесимнинг инерция радиусига $-i$, эгилувчанликка $-\lambda = \frac{l_0}{i}$ боғлиқ бўлиб, у қуйидагича аниқланади: а) пропорционаллик чегарасидан ташқарида

$$\lambda \leq 70 \text{ бўлганда } \varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (2.13)$$

б) пропорционаллик чегараси, яъни эластиклик босқичида

$$\lambda > 70 \text{ бўлганда, } \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} \quad (2.14)$$

Бу ерда: $0,8$ -ёғоч учун (фанера бўлса $-l$ га тенг); 3000 -ёғоч учун (фанера бўлса -2500 , стеклопластика бўлса -1097).

Стерженларнинг ҳисобий узунлиги, унинг учларини маҳкамланиш ҳолатига боғлиқ бўлиб қуйидаги қийматларга тенг олинади:

1. Агар куч стержень учларига бўйлама қўйилган бўлса, иккала уч қисми шарнирли маҳкамланган ҳолатда $-l_0 = l$ га тенг; бир учи бикр маҳкамланган иккинчи учи эркин ҳолатда, $l_0 = 2,2 \cdot l$; иккала учи бикр маҳкамланган ҳолатда, $l_0 = 0,65 \cdot l$; бир учи бикр, иккинчи учи шарнирли маҳкамланган ҳолатда, $l_0 = 0,8 \cdot l$; агар куч тенг тарқалган бўйлама бўлса ва иккала учи шарнирли маҳкамланган ҳолда, $l_0 = 0,73 \cdot l$ ва

бир учи бикр маҳкамланган ва иккинчи учи эркин ҳолатда бўлса, $l_0=1,2 \cdot l$ га тенг бўлади(11-расмга қаралсин).

Конструкциялар ёғоч элементларининг эгиловчанлиги - $\lambda_{\max}$ қуйидаги қийматлардан ошиб кетмаслиги керак:

3-жадвал. Чегаравий эгиловчанлик

Конструкциялар элементлари	Чегаравий эгиловчанлик, $\lambda_{\max}$
Сиқилган белбоғлар, таянч ҳавонлари ва ферманинг таянч устунлари, устунлар	120
Ферма ва бошқа тармоқли конструкцияларнинг қолган сиқилувчи элементлари	150
Боғловчиларни ишқаланувчи элементлари	200
Вертикал текисликдаги ферманинг чўзилувчи белбоғлари	150
Ферма ва бошқа тармоқли конструкцияларнинг қолган чўзилувчи элементлари	200
Электр узатиш ҳаво йўли таянчлари учун	
Асосий элементлар (устун, таглик, таянч ҳавонлари)	150
Қолган элементлари	175
Боғловчилар	250

Эгиловчи элементлар -тўсинлар, тўшама тахталари ва қопламалар, сарровлар, панеллар, стропилалар энг кўп тарқалган ёғоч конструкциялардир. Эгиловчи элементларда таъсир қилаётган кўндаланг куч таъсирида эгувчи момент- M , қирқувчи куч - Q лар пайдо бўлади ва улар қурилиш механикаси услублари ёрдамида аниқланади.

Эгилиш таъсирида эгиловчи элемент кўндаланг кесимларида нормал кучланиш - σ ҳосил бўлади. Нормал кучланиш эгиловчи элемент кўндаланг кесими баландлиги бўйича нотекис тарқалади. 12-расмда эгилишга текшириш учун стандарт намуна ва эгилишдаги деформация, эгувчи момент ва кучланишларнинг диаграмма ҳамда эпюралари кўрсатилган.

12-расм. Эгилувчи элемент: а-эгилиш графиги ва намуна; б-ишлаш схемаси ва эгувчи момент эпюраси; в-бузилиш схемаси ва нормал кучланиш эпюралари; г-қийшиқ эгилишдаги ишлаш схемаси ва кучланиш эпюраси.

Эгилувчи элементлар ҳисобий юкламалар бўйича мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma} \quad (2.15)$$

бу ерда: W - кўндаланг кесимнинг қаршилик моменти; M - эгувчи момент; R_{σ} - ҳисобий эгилишдаги қаршилик; σ - нормал кучланиш.

Эгилувчи элементларни ўртача иккинчи навли ёғочлардан тайёрлашга тавсия берилади. У ҳолда ҳисоблашларда $R_{\sigma}=13 \text{ МПа}$ олинади.

Кўндаланг кесим ўлчамлари 13 см ва ундан катта бўлганда эса $R_{\sigma}=15 \text{ МПа}$ олинади. Кўндаланг кесими доирасимон ёғоч конструкцияларида эса $R_{\sigma}=16 \text{ МПа}$ қабул қилинади.

Кам масъулиятли элементларни учинчи навли ёғочлардан ҳам тайёрлаш мумкин. Уларни ҳисоблашда – $R_{\sigma}=8,5 \text{ МПа}$ олинади (*вассалар*). Кўндаланг кесими

тўғри тўртбурчак ҳолат учун W ни қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$W = \frac{bh^2}{6}, \text{ доирасимон кўндаланг кесим учун } W = \frac{d^3}{10}.$$

Эгиловчи ёғоч элементлар кўндаланг кесимининг ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} W_m &= \frac{M}{R_{\text{э}}}; & h_m &= \sqrt{\frac{6 \cdot W_m}{b}}; \\ b_m &= \frac{6 \cdot W_m}{b}; & d_m &= \sqrt[3]{10 \cdot W_m}; \end{aligned} \quad (2.16)$$

W_m, h_m, b_m, d_m - талаб қилинадиган қаршилик моменти, кўндаланг кесим баландлиги ва эни ҳамда кўндаланг кесим диаметри.

Кўндаланг кесим ўлчамлари маълум бўлса, элемент кўтара оладиган чегаравий ҳисобий юкламаларнинг ҳам қийматини юқорида келтирилган асосий формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин.

Масалан, бир ораликли шарнирга таянган тўсин узунлиги $-l$ кўндаланг кесим ўлчамлари $-b \times h$, кўтара оладиган тенг тарқалган юкламанинг миқдори қуйидагича:

$$W = \frac{bh^2}{6}; \quad M = W \cdot R_{\text{э}}; \quad q = \frac{8 \cdot M}{l^2}. \quad (2.17)$$

Эгиловчи элементлар иккинчи чегаравий ҳолатга ҳам меъёрий юкламалар бўйича ҳисобланади(4-жадвал): $\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$

Тенг текис тарқалган юклама бўлган ҳолат учун:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (2.18)$$

бу ерда: $\frac{f}{l}$ - ҳақиқий нисбий эгилиш; $E = 10^4 \text{ МПа}$. $\left[\frac{f}{l} \right]$ - рухсат этилган нисбий эгилиш; тўғри

тўртбурчак кесимли юза учун, $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ га тенг.

Агар тўсиннинг нисбий эгилиши катта бўлса, унда кўндаланг кесимни катталаштириш керак ва кесимни эгилиш бўйича аниқлаш мумкин:

$$J_m = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot \left[\frac{f}{l} \right] \cdot E}; \quad (26) \quad h_m = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J}{b}}. \quad (2.19)$$

Уринма кучланишлар бўйича мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b_x} \leq R_{\text{ёп}} \quad (2.20)$$

бу ерда: τ - уринма кучланиш; Q - қирқувчи куч; S - кесимнинг статик моменти; J - кесимнинг инерция моменти; b_x - кесимнинг ҳисобий эни; $R_{\text{ёп}}$ - ёрилишдаги ҳисобий қаршилик.

Эгилувчи элементларни мустаҳкамликка ҳисоблашдан ташқари, устиворликка ҳам текширилади. Айниқса, кўндаланг кесим эни кичкина бўлса:

$$\sigma_{\text{э}} = \frac{M}{\varphi_y \cdot W} \leq R_{\text{эг}} \quad (2.21)$$

бу ерда:

φ_y - эгилувчи элементларнинг устиворлик коэффициенти.

$$\varphi_y = 140 \cdot \frac{b^2}{l_x \cdot h} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\kappa} \quad (2.22)$$

Бу ерда: $K_{\text{и}}$ - ҳисоблаш узунлигидаги момент эпюраси шаклига боғлиқ бўлган коэффициент([2], III.6 жадвал); K_{κ} - коэффициентни эгилувчи қисми текислигида кучайтирувчи бўлган ҳолатларда киритиладиган ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$K_{\kappa} = 1 + \left[0,142 \cdot \frac{l_x}{h} + 1,76 \cdot \frac{h}{l_x} + 1,4\alpha - 1 \right] \frac{m^2}{m^2 + 1}; \quad (2.23)$$

Бу ерда: α - марказий бурчак (рад), айланасимон чизикли элементни $l_{\text{хис}}$ қисмини аниқлайди (*тўғри чизикли элементлар учун $\alpha = 0$ га тенг*); m -кучайтирилган нуқ-талар сони (*чеккадагилардан ташқари*).

Элементларнинг солқилиги чегаравий қийматидан ортиб кетмаслиги керак(4-жадвал).

4-жадвал. Чегаравий солқиликлар

Конструкциялар элементлари	Чегаравий максимал эгилиш
Қаватлараро ёпма тўсини	1/250
Чордоқ ора ёпма тўсини	1/250
Том ёпма: сарров, стропилалар	1/200
Консол тўсинлар	1/150
Ферма, елимланган тўсинлар(<i>консолдан бошқалари</i>)	1/300
Плиталар	1/250
Тўшама ва панжара тахталар	1/150
Панеллар ва фахверка элементлари	1/250

Қийшиқ эгилиш. Агар таъсир қилувчи юк йўналиши, тўсин кўндаланг кесим ўқлари йўналиши билан мос тушмаса, конструкция қийшиқ эгилиш ҳолатида

ишлайди ва уни биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатида нормал кучланишлар бўйича қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади (13а-расм):

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\sigma} \quad (2.24)$$

бу ерда: M_x, M_y - эгувчи моментнинг ташкил этувчилари; W_x, W_y - қаршилиқ моментининг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатда деформацияланиши бўйича эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{\text{рухсам}} \quad (2.25)$$

Бу ерда: f_x, f_y - солқиликнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

13-расм. Қийшиқ эгилиш: a - тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли элементни қийшиқ эгилиш ҳолатида юкламанинг тарқалиши; b - квадрат кўндаланг кесимли элементларда ўқдан энг чет нуқтасигача бўлган масофани аниқлаш; α - қиялик бурчаги; q_x, q_y - юкламанинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

Қийшиқ эгилишда кўндаланг кесимнинг энг кичик қийматлари:

мустаҳкамлик бўйича $\frac{h}{b} = \text{ctg} \alpha$;

деформация бўйича эса $\frac{h}{b} = \sqrt{\text{ctg} \alpha}$ дан аниқланиши мумкин.

Кўндаланг кесими квадрат шаклдаги элементлар қийшиқ эгилишга ишламайди. Чунки, улар зўриқишнинг таъсир текислигида деформацияланади,

лекин шунга қарамасдан кучланиш қийшиқ эгилиш формуласи ёрдамида аниқланади(13б-расм):

$$\sigma_{\text{э}} = \frac{M_x + M_y}{W} \leq R_{\text{э}} \quad (2.26)$$

Сиқилиб - эгилувчи элементлар. Эгувчи момент ва марказий қўйилган бўйлама сиқувчи куч таъсир қилган ҳолатларда элементлар сиқилиш - эгилишга ишлайди, яъни номарказий сиқилиш юзага келади. Эгувчи момент номарказий қўйилган сиқувчи кучдан ва кўндаланг юкламадан ҳосил бўлади.

Сиқилиб-эгилувчи ёғоч конструкцияларини ҳисоблашда чегаравий кучланишлар назарияси қўлланилади. Бу назария профессор К.С.Завриев томонидан таклиф этилган. Бунга асосан чегаравий кучланиш ҳисобий қаршиликка тенг бўлган ҳолатда, стерженнинг юк кўтариш қобиляти йўқолади. Мазкур назариянинг устиворлик назариясига нисбатан аниқлик даражаси кичик, лекин у содда ечим беради.

Стерженнинг бикрлиги чекли бўлганлиги учун, у эгувчи момент таъсирида эгилади.

14-расмда кўндаланг ва бўйлама кучлардан ҳосил бўладиган эгувчи моментлар ва кучланишларнинг эпюралари келтирилган.

14-расм. Сиқилиб эгилувчи элементнинг эгилиши: а- ишлаш схемалари ва эгувчи момент эпюралари; б- нормал кучланишлар эпюралари.

Бу ҳолда, марказий қўйилган сиқувчи куч эксцентриситетга эга бўлади ва у стерженнинг деформацияси қийматига тенгдир. Бунинг натижасида қўшимча момент ҳосил бўлади. Бўйлама кучдан ҳосил бўладиган қўшимча эгувчи момент таъсирида деформация янада ортади. Эгувчи момент ва эгилиш бир неча вақт бирлиги давомида ортиб боради ва кейин йўқолади.

Стерженнинг умумий эгилиши ва эгри чизик тенгламаси номаълум, шунинг учун чегаравий кучланишлар формуласи ёрдамида σ_c ни бирданига аниқлаб бўлмайди.

$$\sigma_c = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot y_{max}}{W} \quad (2.27)$$

Умумий эгувчи момент

$$M_{x\zeta} = M_q \zeta + N \cdot y \quad (2.28)$$

(27) ва (28) тенгламаларда учта номаълум σ_c , y , M лар мавжуд. Шунинг учун, яна битта қўшимча тенглама тузиш лозим.

Маълумки ҳар қандай эгри чизикни қатор кўринишида ифодалаш мумкин. Бу қатор маълум чегаравий шартларга жавоб бериши керак. Бундай шартларга қуйидаги тригонометрик қатор жавоб беради,

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} + f_2 \cdot \frac{\sin 2\pi x}{l} + f_3 \cdot \frac{\sin 3\pi x}{l} + \dots \quad (2.29)$$

Симметрик юклама таъсир қилган ҳолатда қаторнинг биринчи ҳади 95÷97% аниқлик беради. У ҳолда қаторнинг биринчи ҳади билан чегараланса ҳам бўлади.

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} \quad (2.30)$$

Лекин қўшимча f_1 номаълум юзага келди. Қурилиш механикасида маълумки,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M_x}{EJ} \quad (2.31)$$

Эгри чизик тенгламасини икки марта дифференциаллаш орқали

қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (2.32)$$

Юқоридаги охириги икки тенгламани тенгласак, қуйидаги тенглик ҳосил

$$\text{бўлади: } -\frac{M_x}{EJ} = f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (2.33)$$

Энди M_x ва y ларни қийматларини стерженнинг умумий эгиловчи моментни аниқлаш формуласига қўямиз ва бир неча айлантиришларни амалга оширган ҳолда

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2} = N_{кр} ; \quad x = \frac{l}{2} \quad \text{да} \quad \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right) = 1 \quad \text{га тенг;}$$

симметрик юкланган ҳолатда $y_{\max} = f_l$ аёва.

$$f_1 = \frac{M_q}{(N_{кр} - N)} \quad \text{ёки} \quad y_{\max} = \frac{M_q}{(N_{кр} - N)} \quad (2.34)$$

Аниқланган боғлиқлик, кучланишни аниқлаш масаласини ҳал қилишга ёрдам беради:

$$\sigma_c = \frac{N}{A} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot M_q}{(N_{кр} - N) \cdot W} \quad (2.35)$$

A, W ларни $A_{хис}$ ва $W_{хис}$ ларга айлантириш ва аниқлик киритилгандан сўнг

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_q}{W_{хис} \left(1 - \frac{N}{N_{кр}}\right)} \quad (2.36)$$

$1 - \frac{N}{N_{кр}} = \xi$ билан белгиласак, $\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_q}{W_{хис} \cdot \xi}$, ҳосил бўлади ва

$\xi = 0 \div 1$ гача бўлган қийматларни қабул қилади.

$$N_{кр} = \varphi \cdot R \cdot A_{у.м} \quad \text{га тенг}$$

$$\text{Агар} \quad M_{оэф} = \frac{M_q}{\xi} \quad \text{ва} \quad \xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 A_{у.м} R_c} \quad \text{бўлса,}$$

симметрик юкланган ҳолат учун $\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_{оэф}}{W_{хис}} \leq R_c$, ҳосил бўлади

носимметрик юкланган ҳолатда эса, $M_{\text{деф}} = \frac{M_{\text{сим}}}{\xi_{\text{сим}}} + \frac{M_{\text{теск.сим}}}{\xi_{\text{теск.сим}}}$,

бу ерда: $\xi_{\text{сим}}$, $\xi_{\text{теск.сим}}$ - симметрик ва тескари симметрик бўйлама эгилиш шаклларидаги эгилювчанликни қийматида аниқланадиган коэффициентлар.

Сиқилиб -эгилювчи элементлардаги қирқувчи кучни қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$Q_{c.\text{э}} = \frac{d}{dx} \cdot \left(\frac{M_q}{\xi} \right) = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dM_q}{dx} = \frac{Q_q}{\xi} \quad (2.37)$$

Сиқилиб - эгилювчи элементларнинг эгилишини аниқлашда эгувчи моментни таъсирини ҳисобга олиш керак бўлади:

$$f = k \left(\frac{P_{\text{мевёрый}} \cdot \ell^3}{EJ\xi} \right), \quad (2.38)$$

Сиқилиб-эгилювчи элемент, яна устиворликка ҳам текширилиши керак:

$$\frac{N}{\varphi_0 \cdot R_c \cdot A_{\text{ум}}} + \left(\frac{M_{\text{деф}}}{\varphi_y \cdot R_{\text{э}} \cdot W_{\text{ум}}} \right)^n \leq 1 \quad (2.39)$$

бу ерда: $A_{\text{ум}}$ - l_x узунлигидаги энг катта кўндаланг кесим юзаси; $n = 2$ - агар чўзи-лиш зонаси деформацияланиш зонасидан бошқа текисликларда маҳкамланмаган бўлса; $n = 1$ - агар маҳкамланган бўлса; $W_{\text{ум}}$ - максимал қаршилик momenti;

$$\varphi_0 = \frac{3000}{\lambda^2}; \quad \varphi_y = 140 \cdot \frac{b^2}{l_x \cdot h} \cdot K_{\text{ш}} \cdot K_{\text{к}} \quad (2.40)$$

λ - эгилишга мойиллик коэффициенти;

Чўзилиб эгиладиган элементлар ҳисоби. Чўзилиб эгиладиган элементларга эгувчи моментдан ташқари марказий чўзувчи куч ҳам таъсир этади. 15-расмда марказий бўлмаган чўзилиш ҳолатида ишлаётган тўсин, кўндаланг ва бўйлама чўзувчи кучлардан ҳосил бўладиган эгувчи моментлар эпюралари ҳамда кесимда ҳосил бўладиган кучланиш эпюралари келтирилган:

15-расм. Чўзилиб-эгилювчи элемент: а- ишлаш схемалари ва эгувчи момент эпюралари; б- нормал кучланишлар эпюралари.

Ушбу элементлар нормал кучланишлар бўйича қуйидагича ҳисобланади: агар заиф кесимлар 20 см дан кичик масофаларда жойлашган бўлса, ҳаммаси битта кесимга йиғиб олинади. Нормал кучланишларни, бўйлама куч таъсиридан эгувчи

моментнинг камайишини эътиборга олинмаган ҳолатларда эса қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_q \cdot R_{\text{эз}}}{W \cdot R_q} \leq R_q, \quad (2.42)$$

Чўзилувчи-эгиловчи ёғоч элементларни ҳисоблашларда бўйлама кучдан ҳосил бўладиган эгувчи моментни ҳисобга олиш. Чўзилувчи-эгиловчи элементларда кўндаланг кучдан ҳосил бўладиган эгувчи моментдан ташқари, марказий қўйилган бўйлама чўзувчи куч таъсирида зўриқиш - қўшимча эгувчи момент ҳосил бўлади(16-расм).

16-расм. Чўзилиб-эгиловчи элементда ҳосил бўладиган эгилишлар: f — $x=0$ дан l гача оралиқда ҳосил бўладиган тўлиқ эгилишлар; f_q — кўндаланг куч $-q$ дан ҳосил бўлган максимал эгилиш; $f_{q,N}$ — бўйлама кучдан ҳосил бўлган қўшимча моментни ҳисобга олган ҳолдаги тўлиқ эгилиш.

Эгилиш натижасида кўндаланг куч - q дан эгувчи момент ҳосил бўлади, чўзилиш натижасида эса тескари ишора билан қўшимча эгувчи момент ҳосил бўлади. Стерженнинг умумий эгилиши ва эгилиш чизигининг тенгламаси номаълум, шунинг учун чегаравий кучланишлар формуласи орқали кучланишларни аниқлаб бўлмайди:

$$\sigma_q = \frac{N_q}{A} + \frac{M_q}{W} - \frac{N_q \cdot f_{\max}}{W}, \quad (2.43)$$

бу ерда: M_q -кўндаланг кучдан ҳосил бўлган момент; $f_{\max}$ -стерженнинг макси-мал деформацияси; W -қаршилиқ моменти; N_q -чўзувчи бўйлама куч; A -кўндаланг кесим юзаси; σ_q -чўзилишдаги нормал кучланиш.

Стерженда ҳосил бўладиган умумий эгувчи моментнинг қиймати:

$$M(x) = M_q - N_q \cdot f, \quad (2.44)$$

Масалани ечилиш тартиби сиқилиб-эгиловчи элементларни ҳисоблаш тартиби билан бир хилдир, фақат бу ҳолда бўйлама кучдан ҳосил бўладиган эгувчи моментнинг қийматини айириб ташланади.

Ҳар қандай эгри чизиқни аналитик қатор ёрдамида ифодалаш мумкин эканлигини эсга олайлик.

$$y = f_1 \cdot \sin \pi x/l + f_2 \cdot \sin 2\pi x/l + f_3 \cdot \sin 3\pi x/l + \dots$$

Бу қаторни геометрик интерпретацияси 17-расмда келтирилди.

17-расм. Тригонометрик $f_i \cdot \sin(n\pi x/l)$ қаторни ёйилиш геометрик интерпретацияси: 1,2,3 - қатор ҳадларининг номерлари; f_1, f_2, f_3 - қатор ҳадларининг максимал ординаталари.

Таъсир қилаётган ташқи юклама симметрик ва қаторнинг биринчи ҳади биринчи шаклни беради. Шунинг учун қаторни 1-чи ҳади билан чекланамиз(2.30-формулага қаранг):

$$y = f_1 \cdot \sin \pi x/l.$$

(2.33) тенгламадан $M(x)$ ни топамиз:

$$M(x) = -f_1 \cdot EJ \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi \cdot x}{l}, \quad (2.45)$$

$f = y$ га тенг бўлгани учун (2.45) ва (2.30)-чи ларни (2.43)га қўямиз:

$$-f_1 \cdot EJ \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi \cdot x}{l} = M_q - N_q \cdot f_1 \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$$

$$\text{Агар } x = \frac{l}{2} \text{ да } \sin \frac{\pi \cdot x}{l} = \sin \frac{\pi \cdot l}{2 \cdot l} = 1 \text{ ни ва}$$

$$\frac{\pi^2 EJ}{l^2} = N_{кр} \text{ эканлигини ҳисобга олсак,}$$

$$-f_1 N_{кр} = M_q - N_q \cdot f_1 \text{ ҳосил бўлади}$$

бу тенгламадан M_q ни топамиз:

$$M_q = N_q \cdot f_1 - f_1 \cdot N_{кр} = f_1 (N_q - N_{кр}).$$

Солқилик- f_l ни қийматини қуйидаги формуладан аниқлашимиз мумкин:

$$f_1 = \frac{M_q}{N_q - N_{кр}}, \quad (2.46)$$

Агар $f_1 = f_{\max}$ тенг бўлишини ҳисобга олсак, у ҳолда чўзилишдаги нормал кучланишнинг формуласи қуйидаги кўринишни олади:

$$\sigma_q = \frac{N_q}{A} + \frac{M_q}{W} - \frac{N_q \cdot M_q}{W(N_q - N_{кр})} = \frac{N_q}{A} + \frac{M_q}{W} \left(1 - \frac{N_q}{(N_q - N_{кр})} \right). \quad (2.47)$$

Демак, чўзилиб-эгилювчи элементларда ҳосил бўладиган нормал кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланиши керак, бунда чўзувчи куч эгилишга қаршилиқ кўрсатади ва кесимда ҳосил бўладиган эгувчи момент қийматини камайтиради:

$$\sigma_q = \frac{N_q}{A} + \frac{M_q}{W} \left(1 - \frac{N_q}{(N_q - N_{кр})} \right), \quad (2.48)$$

Уни соддалаштириш натижасида тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\sigma_c = \frac{N_q}{A} - \frac{N_{кр} \cdot M_q}{W(N_q - N_{кр})}, \quad (2.49)$$

Демак, чўзилиб-эгилювчи ёғоч элементларни биринчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашларда (2.49)-чи формуладан фойдаланиш мумкин ва у иқтисодий жиҳатдан самара беради, яъни бу формула чўзувчи кучдан тескари ишора билан ҳосил бўлган моментни тўла ҳисобга олади.

Ёғочни эзилишга ҳисоблаш. Ёғочни эзилиши ёғоч элемент сиртига перпендикуляр сиқувчи куч таъсир қилган ҳолатда юз беради. Кўп ҳолларда эзилишда ҳосил бўладиган кучланиш текис тарқалган бўлади. Эзилиш - бу юзанинг сиқилиши бўлиб, у умумий ёки маҳаллий бўлиши мумкин. Умумий эзилиши ёғоч элемент юзасининг ҳаммаси бўйича сиқувчи куч таъсир қилган ҳолда, маҳаллий эзилиш эса юзанинг қисмига таъсир қилган ҳолда ҳосил бўлади. Эзилишдаги мустаҳкамлик ва деформацияланувчанлик эзилиш бурчагига боғлиқдир.

Эзилиш бурчаги $-\alpha$, ёғоч толаси ва эзувчи куч йўналиши орасидаги бурчакдир. Агар $\alpha = 0^\circ$ бўлса, тўғридан-тўғри толалари бўйлаб сиқилишга ишлайди. Бу ҳолдаги

ёғочнинг эзилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{\alpha} = 13 \text{ МПа}$ ёки 15 МПа га тенг бўлади. Толаларига кўндаланг $\alpha = 90^0$ даги эзилишдаги ёғоч толалари энг ноқулай шароитда ишлайди ва катта деформацияланиш юз беради. Ёғочни толаларига кўндаланг умумий эзилишдаги қиймати энг катта, кўндаланг эзилишдаги ҳисобий қаршилиги эса энг кичик бўлади ва у $R_{\alpha 90^0} = 1,8 \text{ МПа}$ га тенгдир. Таянч юзаларидаги эзилиш умуман олганда конструкциянинг ишлашига таъсир қилмайди ва кўндаланг эзилишдаги ҳисобий қаршилик $m = 1,67$ ишлаш шароити коэффициентига кўпайтирилади ($R_{\alpha 90^0} = 3 \text{ МПа}$).

18- расмда эзилувчи элемент учун стандарт намуна, унинг деформацияланиш диаграммаси, куч бурчак остида таъсир қилган ҳолатларда эзилишдаги нормал кучланишлар эпюраларининг кўринишлари ва эзилишдаги ҳисобий қаршиликни кучни таъсир бурчагига боғлиқлик диаграммаси келтирилган.

18-расм. Эзилувчи элементлар: а-деформация графиги ва намуна; б- ишлаш схемалари ва эзилишдаги кучланиш эпюралари; в- α бурчакка нисбатан эзилишдаги ҳисобий кучланиш графиги.

Толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишда қўшни юкланмаган юзадаги толалар ҳам эзилиш деформациясига қаршилик кўрсатади, яъни деформацияни кичик бўлишига ёрдам беради. Юкланган юзага таъсир узунликка ҳам боғлиқдир. Узунлик - l қанча кичик бўлса, таъсири шунча катта бўлади. Бунда эзилишдаги ҳисобий қаршилик қуйидаги эмпирик формула ёрдамида аниқланади:

$$R_{\alpha 90} = R_{\alpha 90} \frac{R_{\alpha 90^0}}{1 + 8 / (l_{\alpha} + 1,2)} , \quad (2.50)$$

Қўшни юкланмаган юзани узунлиги эзилган юза узунлиги ва элемент қалинлигидан кичик бўлмаслиги керак.

Чўзилишда, болт шайбаси тагидаги ёғочнинг эзилишига атрофдаги юзалар ҳам ёрдам беради ва эзилиш бурчаги 60^0 дан катта бўлган ҳолларда эзилишдаги ҳисобий қаршилик $m = 2,2$ ишлаш шароити коэффициентига кўпайтирилади ($R_{\alpha \alpha} = 4 \text{ МПа}$).

Қия α - бурчак остида эзилишдаги ҳисобий қаршилик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_{\alpha} = \frac{R_c}{1 + (R_c / R_{\alpha 90} - 1) \sin^3 \alpha}, \quad (2.51)$$

Бирикмалар эзилишидаги ҳисобий қаршилик юқоридаги формулалар ёрдамида ишлаш шароитини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

Эзилувчи элементларни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида бажарилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\alpha}, \quad (2.52)$$

бу ерда: σ - нормал кучланиш; N - бўйлама куч; A - эзилиш юзаси; R_{α} - α - бурчак остида эзилишдаги ҳисобий қаршилик.

Юқоридаги формула ёрдамида эзилишга ишлайдиган юзани талаб қилинган қийматини ҳам аниқлаш мумкин.

Ёғочни ёрилишга ҳисоблаш. Ёғочдаги ёрилиш, толалари бўйлаб бўйлама текисликларда юз бериши мумкин. Ёрилишдаги зўриқиш – T таъсирида ёғочда ёрилиш ва уринма кучланиш- τ ҳосил бўлади. Ёрилишдаги ёғочнинг мустаҳкамлиги, ёғоч толали бўлганлиги учун ҳам жуда кичикдир. Ёғочдаги толалар боғланиши заифдир, шунинг учун осонгина ёғоч мўрт $\tau = 6,8 \text{ МПа}$ ўртача кучланишларда ёрилади.

Эгилишда, эгилувчи элементларни ёрилишга максимал қирқувчи куч - Q (МН) таъсирига қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} \leq R_{\tau}, \quad (2.53)$$

бу ерда: S - нейтрал ўққа нисбатан ёрилувчи юзани статик моменти ($S = \frac{b \cdot h^2}{8}$); Q - максимал қирқувчи куч; I - умумий юзанинг инерция моменти ($I = \frac{b \cdot h^3}{12}$); R_{τ} - ёрилишдаги ҳисобий қаршилик ($R_{\tau} = 1,6 \text{ МПа}$); b - кесимнинг эни.

19-расмда элементларда уринма кучланишларни ҳосил бўлиши, қирқувчи куч ва уринма кучланиш эпюралари келтирилган.

19-расм. Ёрилувчи элементлар: а-эгилишдаги ёрилиш; б-худди шундай, бир томонлама ёрувчи кучлардан; в-худди шундай, икки томонлама ёрувчи кучлардан.

Бирикмаларни ёрилишга ҳисоблашда қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\tau = \frac{T}{A} \leq R_{\epsilon p}^{ypm}, \quad (2.54)$$

бу ерда: τ - уринма кучланиш; T - ёрилишдаги зўриқиш; A - ёрилиш юзаси; $R_{\epsilon p}^{ypm}$ - ёрилишдаги ўртача ҳисобий қаршилиқ.

$$R_{\epsilon p}^{ypm} = \frac{R_{\epsilon p}}{1 + \frac{\beta \cdot l_{\epsilon p}}{e}}, \quad (2.55)$$

бу ерда: $R_{\epsilon p} = 2,1 \text{ МПа}$ - ҳисобий максимал ёғочни ёрилишдаги қаршилиғи; $l_{\epsilon p}$ - ёрилиш майдони узунлиғи; e - ёрилиш зўриқиш эксцентриситети; $\beta = 0,25$ - ёрилишда зўриқиш бир томонлама ва $\beta = 0,125$ - икки томонлама бўлгандаги коэффициентлар.

2.3 Кўндаланг кесим юзаси ўзгарувчан стерженларнинг турғунлиғи

Умумий ҳолда стерженнинг бикрлиғи $EI = EI(x)$ ва бўйлама куч $P = P(x)$ куч ўзгарувчи функциялар бўлган ҳолда эластик стерженнинг мувозанат ҳолати тенгламаси

$$(EIY'')'' + (PY')' = q \quad (2.56)$$

аналитик ечимга эга бўлмайди. Бундай ҳолларда критик (чегаравий ёки қалтис) юкнинг қийматини аниқлашнинг тақрибий усулларида фойдаланилади. Ана шундай усуллардан бири энергетик усулдир. Усулнинг мазмуни шундаки, стерженнинг солқилик чизиғи тақрибан

$$Y(x) = f\eta(x) \quad (2.57)$$

кўринишда олинади.

Бу ерда: $\eta(x)$ - стерженнинг чегаравий шартларини қаноатлантирувчи номаълум функция; f - қатталиғи ноъмалум бўлган параметр.

Бошланғич ҳолатидан жуда кичик қийшайган стержен учун иккинчи даражали чексиз кичик аниқликдаги потенциал энергия формуласини аниқлаймиз. U_1 -

ички кучларнинг потенциал энергиясини стерженнинг ўқини чўзилмайдиган ва сиқилиш деформацияси йўқ деб фараз қилиб, эгилиш энергияси сифатида қуйидагича ёзамиз;

$$U_1 = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2}{EI(x)} dx \quad (2.58)$$

Материаллар қаршилиги фанидан маълумки, $\frac{M}{EI} = Y''$; бундан

$$M = E I Y'' \quad \text{келиб чиқади.} \quad (2.59)$$

(2.59) ни (2.58) га қўйсак

$$U_1 = -\frac{1}{2} \int_0^l EI(x)(Y'')^2 dx \quad (2.60)$$

ҳосил бўлади:

бу ерда, l -стерженнинг узунлиги, Y -унинг солқилиги.

Бўйлама P кучнинг потенциал энергияси,

$$U_2 = \frac{1}{2} \int_0^l P(Y'')^2 dx \quad (2.61)$$

формула орқали ҳисобланади. У ҳолда тўла энергия

$$U \approx U_1 + U_2$$

ёки

$$U \approx -\frac{1}{2} \int_0^l (EI(Y'')^2 - P(Y'')^2) dx \quad (2.62)$$

формула орқали ҳисобланади. (2) ни (7) га қўйсак

$$U \approx 0.5 f^2 \int_0^l (EI(x)(\eta'')^2 - P(\eta'')^2) dx \quad (2.63)$$

20-расмдаги 2-шаклда кўрсатилган юкланганлик ҳолати учун қуйидагича белгилаш киритсак,

$$U = 0.5 \cdot G \cdot f^2 \quad (2.64)$$

бу ерда

$$G \approx \int_0^l (EI(\eta'')^2 - P(\eta'')^2) dx$$

формулага эга бўламиз.

Берилган система мувозанатда бўлиши учун:

$$\frac{dU}{df} = Gf = 0$$

бўлиши керак

Турғунлик шarti эса

$$\frac{d^2U}{df^2} = G > 0$$

бўлиши керак, яъни потенциал энергия функционалининг қабарикли пастга қараган бўлиши керак. Шундай қилиб турғунлик шarti:

$$\int_0^l (EI(\eta'')^2 - P(\eta')^2) dx > 0 \quad \text{ёки}$$

$$\int_0^l P(\eta')^2 dx < \int_0^l EI(\eta'')^2 dx \quad \text{кўринишга келади.}$$

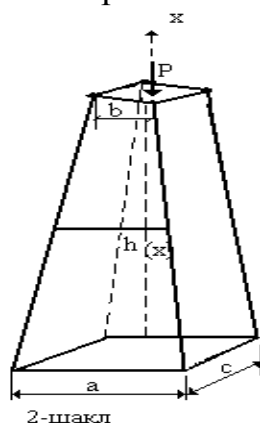
Стержен ўқи бўйлаб бўйлама куч $P = \text{const}$ бўлган ҳол учун

$$P < \frac{\int_0^l EI(\eta'')^2 dx}{\int_0^l (\eta')^2 dx} \quad (2.65)$$

формула ҳосил бўлади. Шу нарса аёнки, η функциянинг қабул қилиши мумкин бўлган кўринишларнинг барчасида (2.64) шарт ўринли бўлса берилган стержен турғун мувозанат ҳолатида бўлади. Функциянинг $P_{\min}$ қийматини аниқловчи формаси стерженнинг ҳақиқий турғун ҳолати формасига мос келади, яъни

$$P_{\min} = \frac{\int_0^l EI(\eta'')^2 dx}{\int_0^l (\eta')^2 dx} \quad (2.66)$$

Био монолит девор конструкциясининг турғунлиги. Маълумки деворнинг узунлигига перпендикуляр кесим трапеция шаклида бўлади. Агар деворнинг узунлигини чексиз деб фараз қилинса, деворнинг кучланганлиги ҳақидаги масалани эластиклик назариясининг текис масаласига келтириш мумкин.



20-расм. 1-шакл: монолит девор ва ундан фикран ажратилган стержен схемаси; 2- шакл: ҳисоблаш учун девордан ажратиб олинган стерженнинг кўриниши ва ўлчамлари.

20-расмда кўрсатилган девордан фикран қирқиб олинган $ABCD - A_1B_1C_1D_1$ ўзгарувчан кесимли стерженнинг турғунлиги ҳақидаги масалани кўриб чиқамиз: $c = \text{const}$; $h(x)$ - кўндаланг кесимнинг баландлигини ифодаловчи чизикли функция.

Кўндаланг кесимнинг инерция моменти

$$I(x) = \frac{ch^3}{12},$$

Кўндаланг кесимнинг баландлигини $h = c_1 + c_2x$ кўринишда олсак c_1 ва c_2 ларни чегаравий шартлардан топамиз

$$\left. \begin{array}{lll} x=0 & \partial a & h=a \\ x=l & \partial a & h=b \end{array} \right\} \quad (2.67)$$

a - девор асосининг кенглиги,

b - девор устининг кенглиги,

l - девор баландлиги,

h ни (2.67) га қўйсак,

$$\left. \begin{array}{l} a = c_1 \\ b = c_1 + c_2 l \end{array} \right\} \quad \text{ҳосил бўлади}$$

бундан c_1 қа; $c_2 = -\frac{a-b}{l};$

$$\text{У ҳолда} \quad h = a - \frac{a-b}{l}x \quad (2.68)$$

ҳосил бўлади.

$$\begin{array}{c} \text{Демак} \\ J(x) = \frac{c \left(a - \frac{a-b}{l}x \right)^3}{12}; \end{array} \quad (2.69)$$

Эгилган ўқнинг шаклини

$$y = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4; \quad (2.70)$$

кўринишда қидирамиз, берилган стержен учун чегаравий шартлар қуйидагича бўлади

$$\left. \begin{array}{llll} x=0 & \partial a & y=0 & \text{ва} & y'=0 \\ x=1 & \partial a & y''=0 & \text{ва} & EJy''' + Py' = 0 \end{array} \right\} \quad (2.71)$$

(2.70) дан биринчи тартибли ҳосила олсак

$$y' = a_1 + 2a_2x + 3a_3x^2 + 4a_4x^3 \quad (2.72)$$

$$x=0 \quad \partial a \quad y'=0 \quad \text{эканлигидан} \quad a_1 = 0$$

келиб чиқади, у ҳолда

$$\begin{array}{l} y'' = 2a_2 + 6a_3x + 12a_4x^2 \\ y''' = 6a_3 + 24a_4x \end{array} \quad (2.73)$$

(2.71) га асосан

$$\begin{cases} 2a_2 + 6a_3l + 12a_4l^2 = 0 \\ EJ(l)(6a_3l + 12a_4l^2) + P(2a_2l + 6a_3l^2 + 12a_4l^3) = 0 \end{cases} \quad (2.74)$$

тенгламалар системаси ҳосил бўлади ёки

$$\begin{cases} 2a_2 + 6a_3l + 12a_4l^2 = 0 \\ 2Pla_2 + \left(\frac{Ecb^3}{2} + 3Pl^2\right)a_3 + 2l(Ecb^3 + 2pl^2)a_4 = 0, \end{cases} \quad (2.75)$$

бу ерда тенгламалар системаси бир жинсли бўлганлиги учун $a_4 \neq 0$ деб оладиган бўлсак,

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{-6l^2(4Pl^2 - Ecb^3)}{Ecb^3 - 6Pl^2}; \\ a_3 &= \frac{4l(4Pl^2 - Ecb^3)}{Ecb^3 - 6Pl^2}; \end{aligned} \quad (2.76)$$

ни ҳосил қиламиз

У ҳолда эгилган ўқ учун қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз

$$y = \frac{f}{Ecb^3 - 6Pl^2} (6l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) \cdot x^2 + 4l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^3 + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^4) \quad (2.77)$$

Бу ерда f -номаълум коэффициент.

$$\text{Агар } f^* = \frac{f}{Ecb^3 - 6Pl^2} \text{ ва}$$

$$\eta(x) = 6l^2(Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^2 + 4l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^3 + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^4 \quad (2.78)$$

деб белгилаш киритсак, критик кучни

$$P = \frac{\int_0^l EJ(x)(\eta''(x))^2 dx}{\int_0^l \eta'((x))^2 dx}; \quad (2.79)$$

тенгламадан аниқлаймиз.

$$\eta'(x) = 12l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) \cdot x + 12l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^2 + 4(Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^3 \quad (2.80)$$

$$\eta''(x) = 12l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) + 2l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^2 \quad (2.81)$$

$$J(x) = \frac{c}{12}(a - d - x)^3 = \frac{c}{12}(a^3 - 3a^2dx + 3a \cdot d^2x^2 - d^3x^3); \quad (2.82)$$

$$\text{Бу ерда } d = \frac{a-b}{l};$$

$$\begin{aligned} \int_0^l EJ(x)(\eta''(x))^2 dx &= \frac{Ecl^5}{70} [D_1(112a^3 + 560a^2d \cdot l - 840ad^2l^2 - 392d^3l^3) + PD_2(896a^3 + \\ &+ 14700a^2d \cdot l - 12624d^2l^2 - 712d^3l^3) + P^2l^2(-1568a^3 + 16800a^2d \cdot l - 4078ad^2l^2 + 1216d^3l^3) \end{aligned} \quad (2.83)$$

ни ҳосил қиламиз.

$$\int_0^l (\eta'(x))^2 dx = l^7 \left(10 \frac{2}{7} E^2 c^2 b^6 - 74 \frac{4}{35} P^2 l^4 - 18 E P b^3 c l^2 \right) \quad (2.84)$$

$$\text{Бу ерда } D_1 = E^2 c^2 b^2 ; \quad D_2 = E b^3 c l^2 ;$$

Буларни (2.79) тенгламага қўйсак ва маълум бир алмаштириш ва ҳисоблашлардан кейин қуйидаги тенглама ҳосил бўлади.

$$5188 \cdot l^6 P^3 - E c l^4 (12370 a^3 - 12292 a^2 b - 430 a b^2 + 39 b^3) P^2 + E^2 b^2 c^2 l^2 (2260 a^3 + 12684 a^2 b - 14760 a b^2 + 640 b^3) P + E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 2296 a^2 b - 2016 a b^2 - 392 b^3) = 0 \quad (2.85)$$

Бу тенгламада қуйидагича белгилашлар киритамиз:

$$A_1 = 5188 l^6 ; \quad A_2 = -E c l^4 (12370 a^3 - 12292 a^2 b - 430 a b^2 + 39 b^3) ;$$

$$A_3 = E^2 b^2 c^2 l^2 (2260 a^3 + 12684 a^2 b - 14760 a b^2 + 640 b^3) ;$$

$$A_4 = E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 2296 a^2 b - 2016 a b^2 - 392 b^3) ;$$

У ҳолда критик кучни аниқлаш учун P га нисбатан кубик тенглама ҳосил бўлади

$$A_1 P^3 + A_2 P^2 + A_3 P + A_4 = 0 \quad (2.86)$$

ёки

$$P^3 + B_1 P^2 + B_2 P + B_3 = 0 \quad (2.87)$$

Бунда $B_1 = \frac{A_2}{A_1} ; \quad B_2 = \frac{A_3}{A_1} ; \quad B_3 = \frac{A_4}{A_1} ; \quad (2.87)$ тенгламани каноник кўринишга келтириш учун қуйидагича алмаштириш бажарамиз

$$P = U - \frac{B_1}{3}$$

У ҳолда тенглама

$$U^3 + R_1 U + R_2 = 0 \quad (2.88)$$

кўринишга келади

$$\text{Бу ерда } R_1 = -\frac{B_1^2}{3} + B_2 ;$$

$$R_2 = 2 \left(\frac{B_1}{3} \right)^3 - \frac{B_1 \cdot B_2}{3} + B_3 ;$$

(2.88) тенгламанинг ҳақиқий ечими қуйидаги формуладан топилади:

$$U = \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} \quad (2.89)$$

Критик кучни эса қуйидагича аниқланади:

$$P_{kp} = \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} - \frac{A_2}{3A_1}; \quad (2.90)$$

Такрорлаш учун саволлар:

1. Ёғоч ва пластмасса конструкциялари нечта чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади?
2. Юкламаларнинг қандай турлари мавжуд?
3. Марказий чўзилишга қайси формула ёрдамида ҳисобланади?
4. Марказий сиқилишга қайси формула ёрдамида ҳисобланади?
5. Чегаравий эгиловчанлик деганда нимани тушунасиш?
6. Эгилишда қандай зўриқишлар ҳосил бўлади?
7. Тўғри ва қийшиқ эгилишларни тушунтириб беринг?
8. Номарказий сиқилишда қайси формула ёрдамида мустаҳкамликка текширилади?
9. Номарказий чўзилишда қайси формула ёрдамида нормал кучланиш аниқланади ?
10. Ёғочни эзилишга қандай ҳисобланади ?
11. Ёғочни ёрилишга қандай ҳисобланади ?
12. Бино деворининг устиворлиги қандай таъминланади?

3-БОБ

Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг бирикмалари

3.1. Ёғоч конструкцияларининг бирикмалари

Ёғоч материалнинг ўлчамлари чекланганлиги учун, уларни кўпинча узайтириш, кўндаланг кесимини катталаштириш зарур бўлиб қолади. Шундай ҳолларда бирикмалардан фойдаланишга тўғри келади. Ёғочни кўндаланг кесими бўйича ҳам, узунлиги бўйича ҳам бириктириш мумкин.

Ишлаш характериға қараб уларни қуйидаги турларға бўлинади:

- а) махсус боғловчиларсиз - тираш, ўйиқ бирикмалари;
- б) сиқилишга ишловчи боғловчили - шпонка, колодка;
- в) эгилишга ишловчи боғловчили - болт, қозиқ, мих винт, пластинка;

г) чўзилишга ишловчи боғловчили - болт, хомут, винт;

д) силжиш-ёрилишга ишловчи боғловчили - елимланган ёғоч.

Кўриниб турибдики, бир хил боғловчилар турли бирикма турларида учрайди. Шунинг учун уларни қуйидаги гуруҳларга бўламиз: металл боғловчили, елим боғловчили, ёғоч боғловчили. Булардан ташқари ишлаш характериға қараб яна бирикмаларни мойил ва бикр боғловчили турларға ҳам ажратиш мумкин.

Конструкция элементларини бириктириш жараёнида тешик ва уйиқлар ҳосил қилишға тўғри келади. Булар кўндаланг кесимнинг заифлашишиға ва деформацияланувчанликни ортишиға сабаб бўлади. Шунинг учун бирикмаларни мустаҳкамлиги ва деформацияланувчанлиги, ҳисоблаш ва тайёрлашға, елимни тўғри танлашға боғлиқдир.

Махсус боғловчиларсиз бирикмаларда унча катта бўлмаган зўриқишлар ҳосил бўлади ёки зўриқишлар бир элементдан бошқасиға бирданиға узатилади (21-расм). Улардаги махсус боғловчиларни ҳисоблаш талаб қилинмайди. Бундай бирикмаларға конструктив ўйиқлар ва пеш ўйиқлар киради. Ёғоч конструкцияларидаги энг кўп тарқалган конструктив бирикмаларға: чорак ўйиқ, шпунт, ярим ўйиқ ва қия кертиш лар киради. Ўйиқлар жуда содда ва ишончли бирикмалар ҳисобланади ва сиқилишға ишловчи элементларни улаш учун қўлланилади. Улар сиқувчи бўйлама кучдан таъсир бўладиган эзилишға ишлайди ва ҳисобланади. Улар чўзилишға ишламайди. Бундай бирикмалар юқорида келтирилган (2.50), (2.51), (2.52) формулалар ёрдамида мустаҳкамликка текширилади:

$$R_{\alpha 90} = R_{c 90} \frac{R_{\alpha 90^0}}{1 + 8 / (l_{\alpha} + 1,2)} ;$$

$$R_{\alpha \alpha} = \frac{R_c}{1 + (R_c / R_{\alpha 90} - 1) \sin^3 \alpha} ; \quad (3.1)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\alpha} .$$

21- расм. Тиралиш:

а - ёғоч толалари бўйлаб бўйлама; б - толаларига кўндаланг; в - толаларига бурчак остида қийшиқ; 1 - элементлар; 2 - тортувчи болтлар; 3 - қопламлар; 4 - пўлат маҳкамлаш; 5- таянч ; 6 - қозиқ; 7 - эзилишдаги кучланиш эпюралари; α - эзилиш бурчаги.

Пўлат боғловчили бирикма - бу шундай ёғоч элементлари бирикмасики, унда таъсир қилаётган зўриқишлар пўлат болт, стержен, мих, винт, хомут, тишли пластинка ва бошқа боғловчилар орқали узатилиши мумкин. Буларнинг ичида энг кўп тарқалгани - болт ва мих ҳисобланади. Болтли бирикмалар чўзилувчи ва эгилувчи болтли бирикмаларга бўлинади.

Тортувчи болтли бирикмаларда болтлар, конструкцияларнинг айрим тугунларини ва алоҳида элементларни кўндаланг зич бириктириш учун хизмат қилади (22-расм). Болтни диаметрини конструктив танланади. Тортувчи болтлар диаметри 12 мм дан ва бирикма умумий қалинлигининг 1/20 қисмидан кам олинмайди. Тортувчи болтли бирикма ёғоч конструкцияларини таянчларини маҳкамлашда, ораёпма конструкцияларга жиҳозларни осишда ва яна тугун бирикмаларида қўлланилади. Улар ҳисобий юкламалар бўйича чўзувчи кучга ҳисобланади. Болт учун тешилган заиф кесим чўзилишга ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{0,8 \cdot A} \leq R , \quad (3.2)$$

бу ерда: R - пўлатнинг ҳисобий қаршилиги , $R = 235 \text{ МПа}$; 0,8 - заиф кесимда кучланишлар тўпланишни эътиборга оладиган коэффицент.

22- расм. Чўзилувчи болтли бирикмалар: а- болт; б - болт ва ёғочнинг ишлаш схемалари; в - шайбанинг ишлаш схемалари; 1- шайба; 2 - болт каллаг; 3 - ўзак; 4 - гайка; 5 - кучланиш эпюраси.

Болтни жойлаштириш тартиби ва қоидалари:

Эгилишда, толалари бўйлаб тўғри тартибда жойлаштирилганда болтлар орасидаги масофа энг камида $S_1 = 7d_{болт}$, кўндаланг йўналиш бўйича эса ён

томонидан камида $S_2 = 3d_{\phi}$, болтлар орасидаги масофа $S_2 = 3,5d_{\phi}$; шахмат тартибида болтлар жойлаштирилганда, бўйлама йўналиш бўйича биринчи қолдириладиган масофа $S_1 = 7d_{\phi}$, кейинги оралиқ масофалар минимум $S_1 = 3,5d_{\phi}$; кўндаланг йўналиш бўйича ён томонидан биринчи масофа $S_2 = 3d_{\phi}$, оралиқларидаги масофалар эса $S_2 = 3,5d_{\phi}$.

Агар металл қопламали бўлса, биринчи $S_1 = 2d_{\text{болт}}$ масофа қолдирилади, кейинги болтлар ҳар $S_1 = 15d_{\phi}$ да қўйилиши мумкин (23-расмга қаранг).

23-расм. Эгилувчи болт бирикмалари: а- қўйиш схемаси; б- ҳисобий схемалари; в- ишлаш схемаси; 1-тўғри тартибда қўйиш; 2- шахмат тартибида қўйиш; 3-пўлат қопламаларда; 4- бурчак остидаги бирикмаларда; 5-симметрик икки қирқимли; 6-носимметрик бир қирқимли; 7-ёғочни эзилишдаги кучланиш эпюраси.

Болт шайбаси тагидаги ёғоч эзилиши мустаҳкамлик бўйича қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{за}}, \quad (3.3)$$

Шайбанинг талаб қилинадиган юзаси орқали, унинг томонлари ўлчамларини ҳам танлаш мумкин:

$$A_m = \frac{N}{R_{\text{за}} \cdot 0,8}, \quad (3.4)$$

$R_{\text{за}} = 4 \text{ МПа}$ - ёғочни маҳаллий эзилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Шайбанинг ишлаш схемасига асосан, энг катта эгувчи момент M шайба кесимининг ўртасида ҳосил бўлади. Шайбанинг ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$M = \frac{N \cdot b}{16}; \quad W_m = \frac{M}{R}; \quad \delta_m = \sqrt{\frac{6 \cdot W_m}{R}}, \quad (3.5)$$

бу ерда:

W_{ϕ} , δ_m - талаб қилинадиган кесимнинг қаршилик моменти ва қалинлиги;

R - шайба материалнинг ҳисобий қаршилиги;

b - квадрат пластинка шайбанинг кенлиги.

Тармоқли конструкцияларнинг чўзилишга ишловчи тортувчи пўлат стерженлари ҳам худди шундай ҳисобланади. Уларнинг эгиловчанлиги $\lambda=400$ дан ортиб кетмаслиги керак.

Агар ферма тугунида бир неча тортувчи стерженлар бўлса, пўлатнинг ҳисобий қаршилиги $0,85$ га камайтирилади. Бунда фақат зўриқишларни стерженлар бўйича нотекис тарқалишини ҳисобга олиш керак.

Эгиловчи болтли бирикмаларда болтлар асосан эгилишга, қисман қирқилишга ишлайди. Бу бирикма ёғоч конструкцияларнинг чокларида, тугунларида кенг қўлланилади ва уларда ҳосил бўладиган зўриқиш ўзгарувчан сиқувчи ёки чўзувчи бўлиши мумкин.

Эгиловчи болтли бирикмаларни ҳисобий юкламалардан бўйлама $-N$ кучга ҳисобланади:

$$n_m = \frac{N}{T \cdot n_{\text{чок}}}, \quad (3.6)$$

бу ерда: n_m - бирикмани бир томони ярмидаги болтлар сони; N - бўйлама куч; T - битта чокдаги болтнинг энг кам юк кўтариш қобиляти, $n_{\text{чок}}$ -қирқилишлар сони(чоклар).

T ни қуйидагича аниқланади:

ёғоч қопламаларида болтнинг эгилиши бўйича

$$T_{\text{э}} = (1,8d^2 + 0,02a^2) \sqrt{K_{\alpha}}, \quad \kappa H \quad (3.7)$$

пўлат қопламаларда болтни эгилишдаги мустаҳкамлиги бўйича

$$T_{\text{э}} = 2,5a^2 \sqrt{K_{\alpha}}, \quad \kappa H \quad (3.8)$$

ўртадаги элементни эзилиши бўйича

$$T_{\text{yp}} = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K_{\alpha}, \quad \kappa H \quad (3.9)$$

четки ва энг қалин бир қирқимли элементни эзилиши бўйича

$$T_{\text{yp}} = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot K_{\alpha}, \quad \kappa H$$

четки ва энг юпқа бир қирқимли элементни эзилиши бўйича

$$T_{\text{yp}} = 0,3 \cdot a \cdot d \cdot K_{\alpha}, \quad \kappa H \quad ([1], 16\text{-илова}) \quad (3.10)$$

бу ерда: d - болт диаметри (см); c - ўртадаги элементнинг қалинлиги (см); a - четки элементнинг қалинлиги (см); K_α - симметрик ва қияликни ҳисобга оладиган коэффициент.

Эгилувчи пўлат стерженли бирикмаларда $A-I$ синфдаги силлиқ арматуралар қўлланилади ва бу бирикмалар ҳам эгилувчи болтли бирикмалар каби ишлайди ҳамда ҳисобланади.

Кимёвий агрессив ва нам муҳитлардаги эгилувчи болтли ёғоч элементли бирикмаларда болт алюминийдан $D-16$ ва стеклопластикадан $АГ-4С$ лардан тайёрланиши мумкин. Уларнинг юк кўтариш қобилияти, шу жумладан:

$$D-16 \rightarrow T_{\text{эз}} = (1,6d^2 + 0,02a^2), \quad (3.11)$$

$$АГ-4С \rightarrow T_{\text{эз}} = (1,45d^2 + 0,02a^2). \quad (3.12)$$

Михлар ҳам худди нагеллар каби ишлайди. Уларни ёғочга қоқилади. Амалиётда михларнинг диаметри 6 мм дан ошмайди. Михни ёғоч тахтага михлашда, унинг диаметри, $0,25 \cdot \delta_{\text{тахта}}$ дан катта бўлиб кетмаслиги керак.

Михни жойлаштириш тартиби ва қоидалари:

Эгилишда, толалари бўйлаб тўғри тартибда жойлаштирилганда михлар орасидаги масофа ва биринчи ташланадиган масофа энг камида $S_1 = 15d_{\text{мих}}$, кўндалангги бўйича эса камида $S_2 = 4d$; шахмат тартибида михлар қоқилганда бўйламаси бўйлаб михлар орасидаги масофа ёнидан биринчи ташланадиган масофа $S_1 = 15d_{\text{мих}}$, кейинги оралиқ масофалар минимум $S_1 = 7,5d_{\text{мих}}$; кўндаланг бўйича ёнидан биринчи масофа $S_2 = 4d$, михлар оралиқларидаги масофа $S_2 = 3d$.

Агар металл қоплама устидан михланадиган бўлса, биринчи $S_1 = 2d_{\text{мих}}$ масофа қолдирилади, кейинги михлар ҳар $S_1 = 15d_{\text{мих}}$ да михланиши мумкин (24-расмга қаранг).

24-расм. Эгилувчи михли бирикмалар: а - михлаш схемалари; б - ҳисобий схемалар; в - ёғочни эзилишдаги кучланиш эпюралари схемалари; 1,2 - тўғри ва шахмат тартибида михлаш; 3 - пўлат қопламали; 4 - бурчак остидаги бирикмаларда; 5 - симметрик икки қирқимли; 6 - носимметрик бир қирқимли.

Михли бирикмалар зич бирикма ҳосил қилади. Лекин вақт ўтиши билан силжиш вужудга келади, бу эса унинг камчилигидир.

Мих, винт (*шуруп, глухар*), чангак(скоба), хомут, тортувчи болт ва тортқичлар чўзиловчи боғловчиларга киради. Боғловчилар тортувчи, тортмас, вақтинчалик ва доимий турларга бўлинади. Барча турдаги боғловчилар, айниқса доимий боғловчилар занглашдан муҳофаза қилинган бўлиши керак.

Боғловчилар металл конструкциялари меъёрлари бўйича чўзилишга ҳисобланади. Михлар суғуришга, ёғочга сирти тегиб ишқаланиши ҳисобига қаршилиқ кўрсатади (*24-расм*). Ишқаланиш кучи ёғочда ёриқ ҳосил бўлса камайиши ҳам мумкин. Суғуришдаги битта михнинг юк кўтариш қобилияти қуйидагича аниқланади:

$$T_{\text{суг}} \leq R_{\text{суг}} \cdot \pi \cdot d_{\text{мих}} \cdot l_{\text{қистириш}}, \quad (3.13)$$

бу ерда: $R_{\text{суг}}$ - ҳисобий қаршилиқ ($R_{\text{суг}}=0,3\text{МПа}$ -қуруқ ёғоч учун, $R_{\text{суг}}=0,1\text{МПа}$ - ҳўл ёғоч учун);
 $\pi=3,14$ га тенг ; $d_{\text{мих}}$ - мих диаметри, мм; $l_{\text{қистириш}}$ -михнинг қисилган қисми узунлиги, мм;
 $T_{\text{суг}}$ - суғуришдаги битта михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти.

Шурупларни толалари бўйлаб $S_1=10 d_e$, толаларига кўндалангги бўйича $S_2=S_3=5d_e$ масофаларда қўйилади.

Чангак - $10 \div 18$ мм ли кўндаланг кесими доирасимон пўлатдан, қўшимча боғловчи сифатида ишлатилади.

Хомут - худди чангакка ўхшайди, лекин у бириктирилаётган элементларни тўлиқ қамраб олади.

Елимли бирикмалар (*25-расм*). Юк кўтарувчи конструкциялар учун елимларга қўйиладиган талаблар: тенг мустаҳкамлилик, яхлитлик, чидамлилик, елимли бирикмаларда фақат сувга чидамли елимларни қўллаш орқали вужудга келади. Чидамлилик ва ишончлилик елимли бирикмаларда адгезион боғловчиларнинг устиворлигига, елим турига, унинг сифатига, елимлаш технологиясига, ишлатиш шароитига ва тахталарни юзасига ишлов беришга боғлиқдир.

Елимли чок - бирикма мустаҳкамлигини таъминлаши керак. Елимли бирикмалар қадимдан дурадгорчиликда қўлланиб келинган.

ХЎ аср бошларида Швейцария, Швеция, Германияда казеин елимида елимланган ёғоч юк кўтарувчи конструкциялар қўлланила бошланган. Уларнинг намликдан сақланган бир нечта турлари бизгача ҳам етиб келган. Лекин барибир ўша пайтдаги оқсилли елимлар, елимларга қўйиладиган барча талабларни қониқтира олмас эди.

Кимёнинг ривожланиши ёғоч конструкциялари тарихида индустриал ишлаб-чиқаришни, синтетик полимер елимларни вужудга келиши эса елимланган конструкциялар ишлаб-чиқаришни кучайтириб юборди.

25-расм. Елимли бирикмалар: а - кўндаланг чоклар; б - бўйлама чоклар; в - бурчак чок; 1 - кенг толали чок; 2 - қисқа томонли чок; 3 - кенг ва қисқа томонли чок; 4 - тишли ўйиқ; 5 - фанералардаги тишли ўйиқ чок; 6 - тишли бурчак ўйиқ.

Казеин ва оқсилли елимлардан фарқли синтетик елимлар чок мустаҳкамлигини, сувга чидамлилигини юқори даражада таъминлайди. Ҳозирги пайтда резорцинали, фенол-резорцинали, алкилрезорцинали, фенол синтетик елимлар қўлланилмоқда. Ёғоч конструкциялари қурилиш меъёрлари ва қоидаларига асосан елимни ҳарорат - намлик шароитини ҳисобга олган ҳолда танланади.

Эластиклик, қовушқоқлик елимли чокларда алоҳида ўрин тутadi. Ёғочни металл, фанера, ёки пластмасса билан елимланганда, ҳосил бўлган чоклардаги кучланиш, чўкишдан ҳарорат таъсирида ўзгаришлар содир бўлиши мумкин. Шунинг учун бундай ҳолларда каучукли эластик елимларни қўллашни тавсия этилади.

3.2. Пластмасса конструкцияларининг бирикмалари

Пластмасса конструкцияларида елимли, елимметалли, парчин михли, винтли, пайвандли ва тикма бирикмалардан фойдаланилади.

Елимли бирикмалар энг кўп тарқалган, самарали пластмасса бирикмалари тоифасига киради(26-расм). Пластмассаларни мустаҳкамлиги,

деформацияланувчанлиги бошқа конструкцион материалларга елимлаш имконини беради. Масалан, пенопластни, мустаҳкамлиги ва деформацияланувчанлиги 1000 марта ортиқ бўлган металл билан елимлаш мумкин. Қалинлиги 2 мм дан катта бўлмаган варақли материалларни, ҳаво ўтказмайдиган газламалар билан елимлаб бириктириш мумкин. Бунда мустаҳкам, яхлит, ҳаво ўтказмайдиган, бикр ёки эластик бирикмалар ҳосил бўлади. Елимли бирикмаларни энг асосий камчилиги - кўндаланг чўзилишга мустаҳкамлигининг пастлиги ва чегараланган иссиқликка чидамлилиги.

Пластмасса конструкцияларини елимлашда, елимланадиган материалларни физик-механик хоссаларига қараб термореактив ва термопластик елимлар ишлатилади.

Термореактив елимлар энг мустаҳкам, энг иссиқбардош ва сувга бардошли ҳисобланади ва улар асосан термореактив пластмассаларни бошқа материаллар билан елимлашда қўлланилади.

Резинали елимлар зарарсиз ва уларнинг таркибида кислота йўқлиги учун, улар ёғоч пластикларни ёғоч билан елимлашда ишлатилади. Уларнинг ичида *ФР-12 елим тури* мустаҳкамлиги жиҳатидан энг юқориси ҳисобланади. Эпоксидли елим- *ЭД-5*, юқори мустаҳкамлиги ва универсаллиги билан бошқаларидан фарқ қилади. Улар қиздирилмаса ҳам қотиш хусусиятига эга ва қотиш жараёнида киришиш юз бермайди. Елим таркибига кўпинча цемент қўшилади. Цемент қовушқоқликни оширади ва елим нархини камайтиради. Бу елимларни эпоксидцементли елимлар деб аталади ва улар термореактив пластмассаларни, металлларни ва асбестоцементларни елимлашда қўлланилади. Полиэфир елимлари тиниқлиги билан ажралиб туради ва улардан тиниқ стеклопластикаларни бир-бири билан ёки бошқа материаллар билан елимлашда фойдаланилади. Фенолформальдгидли елимлар жуда арзонлиги билан ажралиб туради. Лекин улар қотиш жараёнида захарли ва таркибида кислота бор. Улар ёғоч пластикларни ва пенопластларни елимлашда ишлатилади.

Термопластик елимларни иссиқбардошлилиги ва мустаҳкамлиги, термореактив елимларга нисбатан анча паст ва улар асосан термопластик пластмассаларни елимлашда қўлланилади.

Полиметилакрил елимлари айниқса юқори даражадаги тиниқлиги билан фарқланади ва улар тиниқ органик ойналарни елимлаш учун ишлатилади.

Перхлорвинил елимлари винипласт ва ҳаво ўтказмайдиган газламаларни полихлорвинил қопламалари билан елимлашда қўлланилади.

Каучук елимлари - каучуклардан ёки уларни полимер смола қоришмаси билан таркибда ташкил топади. Улар эластиклиги билан ва мўрт эмаслиги билан ажралиб туради. Уларнинг кўндаланг узувчи кучга бўлган қаршилиги ниҳоятда каттадир. Уларни ишлатишда қотирувчи ва катта босим талаб қилинмайди. Бу елимлар металл, пластмасса ва ҳаво ўтказмайдиган газламаларни резина қопламалари билан елимлашда қўлланилади.

Варақли материалларни елимли бириктиришда, хусусан қопламалар ва панел қобирғалари чокларини келтиришда устма-уст қилиб бириктириш, яъни бир ёки икки томонлама қопламали усма-уст қилиб бириктириш тури қўлланилади. Елимли чокнинг ҳар бир томонидаги узунлиги қирқилишга ҳисоблаш орқали аниқланади. Лекин ҳар қандай ҳолатда устма-уст қўйилиш узунлиги асбестцементларда *8 та* қалинликдан, металлларда *50 та* қалинликдан ва стеклопластикаларда *20 та* қалинликдан кам бўлмаслиги керак.

Пластмасса конструкцияларидаги елимли бирикма кўпинча силжишга ишлайди, айрим ҳолларда чўзилишга ҳам ишлаши мумкин. Бунда таъсир қилувчи куч чок текислигига кўндаланг йўналишда таъсир қилади.

26-расм. Пластмассаларни елимли бириктириш ва бошқа материаллар: а- бирикма турлари; 1- устма-уст; 2 - бир қопламали; 3 - икки қопламали; б - бирикманинг ишлаши; 4 - силжишга; 5 - узилишга; 6 - нотекис узилишга; с - елимли чоклар.

Елимметалли бирикмалар - аралаш бирикмалар ҳисобланади ва улардаги металл боғловчини турига қараб фарқланади: елим пайвандли (*бир жинсли металлларни*

пайванди + елим қатлами); елим винтли (*метал винт + елим қатлам*); елимпарчинмихли (*метал парчин мих+елим қатлам*). Елимметалли бириктиришлар бир жинсли ва турли жинсли юқори мустаҳкамликка эга материалларни (*металл, стеклопластика, ёғоч материаллари*), уч қатламли панелларни ва бошқа шуларга ўхшаш конструкцияларни бириктиришда қўлланилади.

Тикма ва елимтикмали бирикмалар - асосан ҳаво ўтказмайдиган газламаларни бир-бири билан улашда қўлланилади. Тикмали бирикмаларда капрон ип ва каучук елимлар ишлатилади. Тикма бирикмаларда иплар чўзилишга, елим чоклар эса қирқилишга ишлайди. Профил кесимли металл элементларни бириктиришда болтлар, винтлар, парчин михлар ва пайвандлаш ишлатилади.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч элементлар қандай уланади?
2. Боғловчиларнинг қандай турлари мавжуд?
3. Бирикмаларнинг қандай турлари мавжуд?
4. Пластмассалар қандай уланади?

4-БОБ

Ёғоч ва пластмасса тўшамалар

4.1. Ёғоч тўшамалар

Ёғоч тўшамалар - ёғоч тўсувчи том ёпмаларида юк кўтарувчи элемент ҳисобланади. Уларни тайёрлашга катта миқдорда ёғоч сарфланади. Ёғоч тўшамаларни тўғри лойиҳалаш томёпманинг иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини белгилайди. Тўшамалар, иссиқ том ёпма қатламлари учун асос бўлиб хизмат қилади. Улар асосий юк кўтарувчи конструкцияларнинг устиворлигини таъминлашда, тик ва шамол юкламаларига қаршилик кўрсатади. Тўшаманинг конструкцияси томнинг ва том ёпма иссиқлик сақлагичларнинг хусусиятларига ҳам боғлиқдир.

Ёғоч тўшамалар асосан ёғочли ва елимфанерли турларга бўлинади. Ёғоч тўшамалар энг кўп тарқалган ва қўлланиладиган тўшамалардир. Уларни тайёрлашга

иккинчи ва учинчи нав ёғоч материаллари ишлатилади. Шунинг учун тўшамалар нисбатан арзон туради. Уларнинг энг асосий камчилиги тайёрлаш учун меҳнат сарфининг юқорилиги ва юк кўтариш қобилиятининг пастлиги ҳисобланади. Ёғоч тўшамаларни 3 метргача узунликда ва яхлит ва панжарасимон кўринишларда тайёрланиши мумкин. Панжарасимон тўшамаларда ёғоч тахта оралиқлари энг камида 2 см оралиқ билан қўйилади.

Яхлит тўшамаларни бир қатламли яхлит ва икки қатламли қилиб тайёрланади. Кесишган тўшамаларнинг биринчи қатлам тахталари оралиқларини камида 2 см очик қолдирилади ва тепасига $45\div 60$ градус бурчак остида ҳимоя ёғоч қатлами михланади. Бунда биринчи қатлам тахтаси асосий ишчи қатлам ҳисобланади. Ҳимоя қатламидаги тахтанинг қалинлиги камида 16 мм ни, эни эса 100 мм ни ташкил қилади.

Ёғоч тўшамалар эгилишга меъёрий ва ҳисобий тарқалган ва тўпланган юкламалар бўйича ҳисобланади (27-расм). Тўшаманинг хусусий оғирлиги - иссиқлик сақлагич, том элементлари қалинликлари ва зичликлари орқали аниқланади, ҳамда бу юкламалар тўшама юзаси бўйича текис тарқалган ҳисобланади.

Қиялиги α бурчак остида бўлган қия том ёпмалардаги тўшамалар $q_{\alpha} = q \cdot \cos \alpha$ юкламаларга ҳисобланади. Қор юкламасининг миқдори, қурилиш районини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Тўпланган алоҳида юкламалар сифатида, монтаж жараёнида тўшама устида одам бўлганлиги учун $1кН$ қабул қилинади. Ҳисобий юкламаларнинг қийматларини аниқлашда $\gamma = 1,1$, иссиқлик сақлагич ва том учун $\gamma = 1,3$ ва қор юкламаси учун $g/S < 0,8$ бўлган ҳолда $\gamma = 1,6$ қабул қилинади. Кўндаланг кесимни қуйидаги формулалардан фойдаланиб кўндаланг кесим ўлчамларини аниқлаш мумкин:

$$W_m = \frac{M}{R} ; \quad b_m = \frac{6 \cdot W_m}{h^2} ; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6} ; \quad (4.1)$$

b_m - талаб қилинган тахтанинг эни.

Тўшамалар биринчи ва иккинчи чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Ҳисоблашларда асосий йиғинди юклама сифатида доимий ва қор юкламалари ҳисобга олинади.

Биринчи чегаравий ҳолатда қуйидаги формула ёрдамида:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{э}}, \quad (4.2)$$

иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$II \rightarrow \frac{f}{l} = \kappa \cdot \frac{q'' \cdot l^3}{E \cdot I} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150} \quad (4.3)$$

27-расм. Тўшамаларни ҳисоблаш схемалари: а- текис юklar схемаси; б- худди шундай, нуқтага таъсир қилувчи; в- зўриқишлар схемаси; 1- биринчи йиғма юкламалар; 2- иккинчи йиғма юкламалар; 3- очиқ тўшама токчалари; 4- ишчи тўшама тахталари.

Доимий ва қор юкламаларидан ташқари, монтаж жараёнидаги юкламалар йиғиндиси бўйича ҳам ҳисобланади. Бунда хусусий оғирликдан тушадиган тенг текис тарқалган юкламалар - $q=g$ га тенг ва монтажчи одамлардан тушадиган тўпланган юклама $-P$ оралиқнинг $0,43 \cdot l$ масофасига қўйилган ҳолда ҳисобланади. У ҳолда, максимал эгувчи момент

$$M = 0,07 \cdot q \cdot l^2 + 0,21 \cdot P \cdot l, \text{ га тенг бўлади.} \quad (4.4)$$

Агар юқоридаги эгувчи моментнинг қиймати олдинги момент қийматидан кичик бўлса, ҳисобни давом эттиришнинг ҳожати қолмайди, акс ҳолда биринчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича қуйидаги формула ёрдамида мустаҳкамликка қайта ҳисоблаш амалга оширилади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{эГ}},$$

бу ерда: $R_{\text{эГ}} = m_{\text{и.ш}} \cdot R = 1,2 \cdot 13 = 15,6 \text{ МПа}$, ва $R = 13 \text{ МПа}$ га тенг; $m_{\text{и-}}$ вақтинчалик юкламаларда ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент.

Панжарасимон тўшамалар қия томларда қийшиқ эгилиш ҳолатида ишлайди ва улар ҳам қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\text{эГ}} \quad \text{ва} \quad f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (4.5)$$

Ҳисоблаш кенглиги сифатида 1 метр ёки битта тахтани кенглиги олинади. Агар тахта қадами 15 см дан катта бўлса ҳар бир тахтага $P=1,2 \text{ кН}$ юклама, агар қадами 15 см дан кичик бўлса $P \cdot \cos \alpha / 2$ юклама таъсир қилдирилади.

Икки қатламли тўшамаларни ҳисоблашда эгилишга фақат ишчи тўшама меъёрий юклама бўйича ҳисобланади, чунки қиялик бўйича тарқалган юклама қисмини тўшаманинг ҳимоя тахталари қабул қилади. Ҳисоблаш кенглигини бунда $b=1 \text{ м}$ олинади. Йиғма тўпланган юкларни эса юклама $0,5 \text{ метр}$ га тарқалади деб ҳисобланади ва ҳисобий кенглик $0,5 \text{ м}$ бўлганлиги учун $P = 1,2 \text{ кН} / 0,5 = 2,4 \text{ кН}$ қийматни олинади.

Елимфанерли тўшамалар завод шароитида тайёрланадиган йирик плиталардир (*28-расм*). Уларнинг узунлиги $l=3 \div 6 \text{ м}$ кенглиги $b = 1 \div 1,5 \text{ м}$ бўлади. Плита ёғоч каркас ва елимланган фанер қопламалардан ташкил топган. Елимфанерли тўшамалар тўшама ва сарров вазифаларини бажаради. Каркас бўйлама ва кўндаланг тахта қобирғалардан ташкил топади ва уларнинг қалинлиги 25 мм дан кичик эмас. Бўйлама қобирғалар $0,5 \text{ м}$ дан катта бўлмаган қадамларда, кўндаланг қобирғалар эса энг кўпи билан $1,5 \text{ метр}$ масофада қўйилади. Қоплама сифатида қалинлиги 8 мм дан кичик бўлмаган фанералар ишлатилади.

Елимфанерли тўшама плиталар энг камида 55 мм ли асосий юк кўтарувчи конструкцияларга таяниши керак. Елимфанерли тўшама плиталар юқори ва қуйи фанера қопламали ва қутисимон кўринишда тайёрланиши мумкин. Елимфанерли тўшама плиталарнинг ҳисобий кесимининг геометрик характеристикалари симметрик қўштавр ёки носимметрик тавр шаклида аниқланиши мумкин.

Қўштавр кесими баландлиги h бўлганда нейтрал ўқ $Z = h/2$ да бўлади, тавр кесимли бўлганда эса, $Z = S/A$ га тенг,

бу ерда: S - девор ва белбоғнинг статик моменти; A - кесим юзаси.

Кесимнинг инерция моменти унинг қисмлари инерция моментларига тенгдир, уларнинг ҳар бири J_{ik} $J_0 K A a^2$, $J_0 k b h^3 / 12$ - хусусий инерция моменти. Бунда фанера қопламаларнинг инерция моментлари кичик бўлганлиги учун ҳисоблашларда уни ҳисобга олиш шарт эмас.

Қўштавр кўринишидаги қутисимон плитанинг инерция моменти:

$$J_k b_{\text{девор}} h_{\text{девор}}^3 / 12 K 2 b \delta (h - \delta / 2)^2, \text{ га тенг.} \quad (4.6)$$

Қўштавр кесимининг қаршилик моменти, $W = 2J / h$; тавр кесим учун эса, $W_{\phi} = J / z_{\phi}$ ва $W_{\epsilon} = J / (h - z_{\epsilon})$ га тенгдир. Фанера қопламани нейтрал ўққа нисбатан статик моменти $S_k b \delta (h - \delta / 2)$ ёки $S_k b \delta (z - \delta / 2)$ га тенг.

Аниқ ҳисоблашларда ёғоч ва фанеранинг эластиклик модуллари турли эканлигини ҳисобга олиш керак ва ҳисоблар келтирилган геометрик характеристикалари ёрдамида бажарилиши зарур, бунда фанера юзасига келтирилганда $J_{\text{кел.}\phi} = J_{\phi} + J_{\epsilon} E_{\epsilon} / E_{\phi}$; ёғоч юзасига келтирилганда эса

$J_{\text{кел.}\epsilon} = J_{\epsilon} + J_{\phi} E_{\phi} / E_{\epsilon}$ дан иборатдир ($E_{\epsilon} \approx 10000$ МПа; $E_{\phi} \approx 9000$ МПа).

Елимфанерли плита кесимларини кетма-кет яқинлашиш орқали аниқла-ниши мумкин. Бунда кесим баландлиги- $h = \frac{l}{300} l$ га, h -баландлиги; l -оралиғи. Плита фанерасининг талаб қилинган қалинлигини қуйидаги формуладан аниқланади,

$$\delta = \frac{M}{\left(0,6 \cdot b \cdot h \cdot R_{\phi.c.}\right)}, \quad (4.7)$$

бу ерда: h -кесим баландлиги, $R_{\phi.c.}$ -фанеранинг сиқилишга ҳисобий қаршилиги.

28- расм. Елимфанерли қобирғали плита тўшамалар: а - плита режаси; б - плита кесими; в - ҳисобий схема ва кесимлар; 1,2 - бўйлама ва кўндаланг ёғоч қобирғалар; 3 - шамоллатиш тешиклари; 4 - қурилиш фанераси; 5 - буг сақлагич; 6 - икки қопламали қутисимон плита; 7 - иссиқлик сақлагич; 8 - устки қопламали қобирғали плита; 9 - худди шундай, остки қопламали қобирғали плита.

Юқори қопламанинг сиқилишга ва эгилишдаги устиворлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = M / (\varphi_{\phi} \cdot W) \leq R_{\phi.c.}, \quad (4.8)$$

бу ерда: $R_{\phi.c.} = 12 \text{ МПа}$, φ_{ϕ} - фанеранинг устиворлиги коэффиценти, уни қуйидаги формула ва тенгсизликлар ёрдамида аниқланади:

$$\frac{a}{\delta} \geq 50 \text{ да, } \varphi = \frac{1250}{(a/\delta)^2}; \quad (4.9)$$

$$\frac{a}{\delta} < 50 \text{ да, } \varphi_{\phi} = 1 - \frac{(a/\delta)^2}{5000}; \quad (4.10)$$

бу ерда: a -бўйлама қобирғалар орасидаги масофа, δ - фанера қалинлиги.

Қуйи қопламанинг эгилишдаги чўзилиши қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = M / (W \cdot m_{\phi}) \leq R_{\phi.ч} \quad (4.11)$$

бу ерда: $R_{\phi.ч}$ - чўзилишдаги ҳисобий қаршилик ($R_{\phi.ч} = 13 \text{ МПа}$); m_{ϕ} 0,6- фанеранинг бири-бирини бириктирилган чокларидаги заифликни ҳисобга оладиган коэффицент.

Қоплама яна тўпланган кучдан икки бўйлама қобирғалар орасидаги маҳаллий эгилишга ҳам текширилади,

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\phi.э} \quad (4.12)$$

бу ерда: $R_{\phi.э} = 6,5 \text{ МПа} \cdot 1,2 = 7,8 \text{ МПа}$; $W = b \cdot \delta^2 / 6$ га тенг).

$$\text{Бу ҳолда максимал эгувчи момент-} \quad M = \frac{P \cdot l}{8}, \quad (4.13)$$

бу ерда: $P = 1,2 \text{ кН}$ га тенг.

Қобирғаларга яқин фанера қатлами елимли чокини эгилишдаги ёрилишга уринма кучланишлар орқали текширилади:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{\phi}}{J \cdot b} \leq R_{\phi.ёрил.}, \quad (4.14)$$

бу ерда: Q -қиркувчи куч; $R_{\phi.э} = 0,8 \text{ МПа}$; b - қобирғалар кенглиги йиғиндисига тенг; J - ҳисобий кесимнинг инерция моменти; S_{ϕ} - ҳисобий кесимнинг статик моменти.

Плитанинг эгилиши қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right], \quad (4.15)$$

Ҳисоблашларда елимфанерли плита тўшаманинг бикрлиги ($0,7EJ$) га камайтириб олинади. Плитанинг меъёрий юкламадан нисбий эгилиши $1/250$ дан ошиб кетмаслиги керак. Юқоридаги плитанинг қуйи ва юқори қопламалари асбестцементли текис листдан ҳам бўлиши мумкин.

Ёғоч тўшамалар билан бир қаторда пластмасса тўшамалар ҳам кенг қўлланилади.

4.2. Пластмасса тўшамалар

Пластмасса тўшамалар - завод шароитида тайёрланадиган йирик плиталар ҳисобланади. Улар уч қатламли яхлит ва қобирғали, икки қатламли ва ёруғлик ўтказадиган тиниқ бўлади. Иссиқлик сақловчи тўшамалар сифатида асосан уч қатламли пластмасса тўшамалардан фойдаланилади. Уч қатламли тўшамалар қобирғасиз яхлит ўрта қатламли плитадан иборат. Хорижий мамлакатларда уларни сэндвич деб ҳам аташади. Бу плитанинг қалинлиги $10\div 20$ см, кенглиги 1,5 метргача, узунлиги эса асосий юк кўтарувчи конструкцияларнинг қадамига тенг бўлиши ва 3 метргача бўлган битта ёки иккита ора ёпма оралиғини ёпиши мумкин. Плита қопламалари металл ёки металлмас варақлардан тайёрланиши мумкин. Металл қоплама сифатида текис ёки гофрили алюминий лист қўлланиши, металлмас қопламалар сифатида текис асбестцементли листлар (*қалинлиги 10 мм. гача*) қўлланиши мумкин. Плитанинг ўрта қатлами пенопластдан тайёрланади. Булардан ташқари қобирғали уч қатламли плиталар ҳам қўлланилади. Уларнинг узунлиги 6 м гача , кенглиги 1,5 м гача бўлиши мумкин. Тиниқ ёруғлик ўтказадиган пластмасса тўшама ва деворлар, тиниқ ва ярим тиниқ ёруғлик ўтказадиган пластмассалардан, полиэфир стеклопластикадан, органик ойнадан, винипластлардан тўлқинсимон варақ қўринишида ва уч қатламли қилиб тайёрланиши мумкин (*29-расм*).

29-расм. Пластмассали ёруғлик ўтказадиган тўшамалар: а- тўлқинсимон варақлар; б - текис плита; 1- тўлқинсимон шиша пластик варақлар; 2 - маҳкамлаш; 3 - ёғоч тўсинлар; 4 - текис шиша пластик варақлар; 5 - чорқирра кичик ёғоч.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Тўшамаларнинг қандай турлари бор?
2. Тўшамаларни ҳисоблашда қайси юкламалар ҳисобга олинади?
3. Тўшамалар неча чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади?
4. Елимфанерли тўшамалар қандай элементлардан ташкил топади?
5. Елимфанерли тўшамаларни ҳисоблаш схемаси қандай?
6. Пластмасса тўшамаларни қайси турлари мавжуд?

5-БОБ

Ёғоч тўсин ва устунлар

5.1. Мойил боғланишдаги таркибий кесимли ёғоч тўсин конструкцияларини кўндаланг эгилишга ҳисоблаш

Кўп ёғоч конструкциялар (*тўсинлар, аркалар, рамалар*) таркибли қилиб тайёрланади. Алоҳида-алоҳида бўлган элементлар бир-бири билан боғловчилар ёрдамида бириктирилади. Боғловчилар бикр бўлиши ёки деформацияланишга мойил бўлиши мумкин.

Деформацияланишга мойиллик йиғма конструкцияларни ишлаш ҳолатини ёмонлаштиради. Шунинг учун йиғма конструкцияларни ҳисоблаганда ва лойиҳалаштирилганда, бириктираётган боғловчиларни деформацияланишга мойиллигини эътиборга олиш керак бўлади.

Мисол тариқасида учта тўсинни кўриб чиқайлик:

1. Яхлит, бутун тўсинни – *B* белги билан белгилайлик (*30-расм*).

B- тўсин кесимининг инерция моменти:
$$I_e = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (5.1);$$

қаршилик моментлари:
$$W_e = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (5.2);$$

Солқилик:
$$f_e = K \frac{q_m \cdot l^4}{E \cdot I} \quad (5.3)$$

Эгилиш ҳолатида тўсин чап таянчидаги кесим φ - бурчакка бурилади.

2. Худди *B* - тўсин сингари ўлчамлари бир хил, лекин йиғма мойил боғланишлардаги таркибли тўсинни *Й* - билан белгилайлик.

Эгилиш ҳолатида, таянч кесимда $\varphi_{\bar{u}}$ - бурчакка бурилиш ва $\delta_{\bar{u}}$ -масофага кўчиш юз беради.

3. Йиғма таркибли тўсин, лекин боғловчиларсиз, уни O - билан белгилайлик.

Бу тўсиннинг чап таянч кесимини кузатсак, φ_0 -бурчакка бурилиш ва δ_0 - масофага кўчиш ҳосил бўлади.

Учинчи O - тўсиннинг I_0 , W_0 , f_0 лари қуйидагига тенг.

$$I_o = \frac{b \cdot h^3}{48}; \quad W_o = \frac{b \cdot h^2}{12}; \quad f_o = K \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_o}. \quad (5.4)$$

30-расм. Кўндаланг эгилишга ишловчи тўсинлар. B - бутун кесимли; $\bar{I}$ - мойил боғланишдаги таркибий кесимли; O - боғловчиларсиз таркибий кесимли; а-тўсинни умумий кўриниши; б-юклама таъсирида тўсин таянчидаги деформация; в- юклама таъсиридаги тўсиннинг эгилиши.

Бу учта тўсиннинг чап таянч кесимини таҳлил қилиб чиқиб қуйидаги тенгсизликлар ўринли эканлигига ишонч ҳосил қиламиз:

$$I_{\bar{o}} > I_{\bar{u}} > I_0; \quad W_{\bar{o}} > W_{\bar{u}} > W_0; \quad f_{\bar{o}} < f_{\bar{u}} < f_0. \quad (5.5)$$

Юқоридаги тенгсизликларга асосланган ҳолда, мойил боғланишлардаги таркибий кесимли тўсиннинг геометрик характеристикаларини($I_{\bar{u}}$, $W_{\bar{u}}$, $f_{\bar{u}}$) аниқлаймиз.

$I_{\bar{u}}=K_{\text{бикрлик}} \cdot I_{\bar{o}}$, бу ерда: $K_{\text{бикрлик}}$ - 1 дан $I_0/I_{\bar{o}}$ гача бўлган қийматларни олади. Масалан: иккита брус учун, $I_0/I_{\bar{o}} = 0,25$ га тенг.

Йиғма таркибли тўсиннинг қаршилик моменти:

$W_{\bar{u}} = K_{\text{бикрлик}} \cdot W_{\bar{o}}$, бу ерда: $K_{\text{бикрлик}}$ — 1 дан $W_0 / W_{\bar{o}}$ гача бўлган қийматларни олади. Масалан: иккита брус учун, $W_0 / W_{\bar{o}} = 0,5$ га тенг.

Мойил боғланишлардаги таркибли тўсиннинг солқилигини қуйидаги формуладан аниқланади:

$$f_{\bar{u}} = \frac{f_{\bar{o}}}{K_{\text{бикр}}} = k \frac{P_m \cdot l^3}{E \cdot I_{\bar{o}} \cdot K_{\text{бикр}}} \leq f_{\text{чегаравий}} , \quad P_m=q_m \cdot l. \quad (5.6)$$

Мойил боғланишлардаги таркибли тўсиннинг мустаҳкамлигини нормал кучланишлар бўйича қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{\Sigma} = M / (W_{\bar{o}} \cdot K_w) \leq R_{\Sigma} \quad (5.7)$$

$K_w, K_{бикр}$ - боғловчиларни деформацияланишга мойиллигини эътиборга оладиган коэффициентлар.

Боғловчиларнинг сонини аниқлаётганда иккита шартга риоя қилинади:

1. Таянчдан максимал зўриқиш ҳосил бўлган кесимгача бўлган ораликда текис қўйилган боғловчилар тўлиқ силжиш зўриқишини қабул қилиши керак:

$$n_c = \frac{M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c}, \quad (5.8)$$

2. Таянч яқинидаги боғловчилар ортиқча юкланмаган бўлиши керак:

$$n_c^{1/2} = \frac{1,5 \cdot M_{\max} \cdot S}{I_{\text{брутто}} \cdot T_c}, \quad (5.9)$$

Тўсин симметрик юкланган бўлса, унинг ўртасида $0,2l$ масофада боғловчилар қўйилмаса ҳам бўлади, яъни боғловчилар сонини 20% фоизга қисқартириш мумкин.

$$n_c^{1/2} = \frac{1,5 \cdot 0,8 \cdot M_{\max} \cdot S}{I_{\text{брутто}} \cdot T_c} = \frac{1,2 \cdot M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c}, \quad (5.10)$$

Мойил боғланишдаги таркибий кесимли ёғоч конструкцияларини бўйлама эгилишга ҳисоблаш. Мойил боғланишлардаги таркибли элементларни бўйлама эгилишга ҳисоблаш яхлит кесимли элементлар ҳисобларидаги қийматларни янги коэффициентларга кўпайтириш орқали амалга оширилиши мумкин.

Бўйлама эгилишда чокдаги силжиш, кўндаланг эгилишдагига нисбатан кичикдир.

Бўйлама эгилишда кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_c = \frac{N}{\varphi \cdot A_{\text{хис}}} \leq R_c, \quad (5.11)$$

Бу ерда: σ_c - нормал кучланиш; N - бўйлама куч; φ - бўйлама эгилиш коэффициенти; $A_{\text{хис}}$ - ҳисобий кўндаланг кесим юзаси; R_c - сиқилишдаги ҳисобий қаршилиқ.

N ва $A_{\text{хис}}$ ларни худди яхлит кесимларни ҳисоблаш каби аниқланади. Бўйлама эгилиш коэффициенти- φ ни қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_u = \frac{l_{\text{хис}}}{\sqrt{\frac{I_{\text{таркибли}}}{A}}} = \frac{l_{\text{хис}}}{\sqrt{\frac{I_{\text{б}} \cdot K_{\text{бикр}}}{A}}} = \sqrt{l_{\text{хис}}} / \sqrt{K_{\text{бикр}}} \sqrt{I_{\text{бутун}} / A} = \frac{\lambda_{\text{бутун}}}{\sqrt{K_{\text{бикр}}}} = \mu \cdot \lambda_{\text{бутун}}, \quad (5.12)$$

Боғловчиларни силжишга мойиллигини ҳисобга олувчи $\mu = 1 / \sqrt{K_{\text{бикр}}}$ эгилувчанликка келтириш коэффиценти доимо бирдан катта ва унинг қиймати В.М.Коченов таклиф этган соддалаштирилган формула орқали аниқланади:

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + k_c \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{чок}}}{l_x^2 \cdot n_{\text{бог}}}} \quad (5.13)$$

бу ерда: k_c -боғловчиларни силжишини ҳисобга оладиган тажриба йўли билан аниқланган коэффицент(ҚМК); b - таркибли кўндаланг кесимнинг эни; h - кўндаланг кесимнинг умумий баландлиги; $l_{\text{хис}}$ - элементнинг ҳисобий узунлиги; $n_{\text{бог}}$ - 1 метрдаги чокдаги боғловчиларни қирқилишлари сони, агар бир нечта чоклар бўлса ўртача қийматини қабул қилинади; $n_{\text{чок}}$ – силжиш чоклари сони.

Сиқилиб-эгилишга ҳисоблаш. Сиқилиб-эгилишдаги таркибли элементларни ҳисоблаш йўлари, яхлит кесимли элементларни ҳисоблаш услуби қандай бўлса шундайлигича қолади, фақат формулаларда кўшимча боғловчиларни силжишга мойиллиги эътиборга олинади.

Таркибли элементларни эгилиш текислигида ҳисоблашда улар мураккаб қаршилиқ ҳолатида бўладилар ва боғловчиларни силжишга мойиллиги икки марта ҳисобга олинади:

- 1) худди кўндаланг эгилишдаги каби K_w коэффицент киритиш билан;
- 2) келтирилган эгилувчанликни ҳисобга олган ҳолда ξ -ни ҳисоблаш билан.

Бу ҳолатда нормал кучланишлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{\text{соф}}} + \frac{M_{\text{д}}}{W_{\text{соф}} \cdot K_w} \leq R_c, \quad (5.14)$$

бу ерда: келтирилган эгилувчанлик- $\lambda_{\text{кел}} = \mu \cdot \lambda_{\text{бутун}}$ га,

$$M_{\text{д}} = \frac{M_q}{\xi}, \quad \xi = 1 - \frac{\lambda_{\text{кел}}^2 \cdot N}{3000 \cdot A_{\text{ум}} \cdot R_c} \quad \text{тенгдир} \quad (5.15)$$

Солқилигини қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$f = K \frac{P_m \cdot l^3}{E \cdot I \cdot K_{\text{бикр}} \cdot \xi} \quad (5.16)$$

Таянчдан энг катта максимал момент ҳосил бўладиган кесимгача бўлган масофадаги боғловчилар сонини аниқлашда кўндаланг кучнинг ошиб бориши эътиборга олинади ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$n_c = \frac{1,5 \cdot M_{\text{max}} \cdot S}{I \cdot T_c \cdot \xi}, \quad (5.17)$$

Такрорлаш учун саволлар:

1. Мойил боғланиш деганда нимани тушунаси?
2. Таркибли элементлар кўндаланг эгилишга қандай ҳисобланади?
3. Бўйлама эгилиш ҳолатида таркибли элементлар қандай ҳисобланади?
4. Номарказий сиқилишга қандай ҳисобланади?
5. Таркибли ёғоч конструкциялари қаерларда ишлатилади?
6. Боғловчилар сони қандай аниқланади?

5.2. Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш

31-расм. Пўлат стерженлар билан арматураланган тўсинлар: а) якка арматурали; б) қўш арматурали.

Чўзилиш ва сиқилиш зоналарига қўйилган арматураларни умумий арматуралар кўндаланг кесим юзаларининг йиғиндиси(31-расм):

$$F_a = F_c + F_t, \quad (5.18)$$

Тажрибалардан келиб чиқиб арматура сифатида даврий кесимли, оқувчанлик чегараси 4000 кг/см^2 дан кичик бўлмаган арматуралардан фойдаланишни тавсия этилади.

Арматураларни қўйиш учун тешик-жой очилади. Тешик ярим ой кўринишида бўлиши мумкин. Бунда тешик ўлчами, арматура ўлчамидан $l \div 1,5 \text{ мм}$ атрофида катта бўлиб кетмаслиги керак.

Арматуралаш фоизи:
$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} \cdot 100\% \leq 3 \div 4\% \quad (5.19)$$

Арматураланган тўсинларда эгилишдаги ҳисобий қаршилиқ қийматини 13 МПа эмас, балки 15 МПа олинади, яъни 15% га кўп.

Тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли тўсиннинг ёғочга қўш симметрик арматуралашда келтирилган инерция моменти:

$$I_{\text{келт}} = I_{\text{ёғоч}} + F_a \cdot n_a \cdot (h/2)^2 \quad (5.20)$$

$$\text{бу ерда: } n_a = (E_a / E_{\text{ёғоч}}) - 1 = 20 \text{ га тенг}$$

Якка арматуралашда келтирилган инерция моменти:

$$I_{\text{кел}} = I_{\text{ё}} + F_{\text{ё}} (h_c - h_q / 2)^2 + F_a \cdot n_a (h_q - a)^2 \quad (5.21)$$

бу ерда: $I_{\text{ёғоч}} = b \cdot h_0^2 / 12$ - ёғочнинг ҳисобий инерция моменти; μ - арматуралаш фоизи.

Қўш симметрик арматуралашда ёғочга келтирилган кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моменти:

$$W_{\text{кел}} = 2I_{\text{кел}} / h, \quad (5.22)$$

якка арматуралашда:

$$W_{\text{кел}} = I_{\text{кел}} / h_c, \quad (5.23)$$

бу ерда: h_c - тўсин ўқидан энг четки сиқилган ёғоч толасигача бўлган масофа.

Нормал кучланишлар:

$$\sigma = \frac{M}{W_{\text{кел}}} \leq R_{\text{эс}}; \quad (5.24)$$

Уринма кучланишлар:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{\text{кел}}}{I_{\text{кел}} \cdot b} \leq R_{\text{ёрилиш}} \quad (5.25)$$

бу ерда: $S_{\text{келт}}$ - кесимнинг келтирилган статик моменти; b - кесим кенглиги.

$$S_{\text{кел}} = \frac{b \cdot h^2}{8} (1 + 2 \cdot n \cdot \mu) \quad (5.26)$$

Солқилик - эгилиш :

$$f_{\text{кел}} = K \frac{P^{\text{м}} \cdot l^3}{I_{\text{кел}} \cdot E_{\text{ёғоч}}} \leq [f] \quad (5.27)$$

бу ерда: K - юкни турига, яъни ҳисоблаш схемасига боғлиқ бўлган коэффициент; $P_m = q_m$
 l - меъёрий юклама.

5.3 Яхлит кесимли ёғоч тўсинлар

Бутун ёғоч тўсинларга брус, қалин тахта, ён томонлари кантланган доирасимон кесимли ёғоч тўсинлар киради. Улар яхлит бўлганлиги учун 6 метргача бўлган ораликларда ишлатилади. Ёғоч тўсинлар том ёппа тўшамалари учун асосий юк кўтарувчи конструкциялар ҳисобланади. Тўсинлар 3 метргача бўлган қадамларда қўйилади. Тўсинлар эгилишга ишлайди ва улар биринчи ҳамда иккинчи чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Тўсинларга тенг текис тарқалган юкламалар таъсир қилади (32-расмга қаралсин).

$$q = (g + S) \cdot B \cdot \cos \alpha, \quad (5.28)$$

бу ерда: g - тўсин ва тўсин устидаги элементларнинг хусусий оғирликларидан тушадиган юклама, кН/м^2 ; S - қор юкламаси, кН/м^2 ; B - тўсин қадами, метр; α - қиялик бурчаги; q - умумий йиғинди юклама.

32- расм. Том ёппа тўртқирра тўсинлар: а - тўсинлар; б - ҳисобий схемалар; 1 - рейкалар; 2 - чоклар; 3 - болтлар; 4 - асосий юк кўтарувчи конструкциялар; 5 - тиргак; 6 - михлар.

Яхлит кесимли тўсинлар биринчи чегаравий ҳолат бўйича эгилишга нормал кучланишлар бўйича қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{эс}}, \quad (5.29)$$

иккинчи чегаравий ҳолат-деформацияниши бўйича текис тарқалган юклама таъсирида бўлган ҳолда:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right]. \quad (5.30)$$

Агар яхлит кесимли тўсин қийшиқ эгилиш ҳолатида бўлса чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблашлар қуйидаги формулалар ёрдамида амалга оширилади:

мустаҳкамлик бўйича:
$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\text{эГ}}, \quad (5.31)$$

деформация бўйича:
$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f], \quad (5.32)$$

бу ерда: $M_x = M \cdot \cos \alpha$; $M_y = M \cdot \sin \alpha$; $M = q \cdot l^2 / 8$; M - тўғри эгилишдаги эгувчи момент; M_x , M_y - эгувчи моментнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари; α - қиялик бурчаги.

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_m \cos \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_x}; \quad f_y = \frac{5}{384} \frac{q_m \sin \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_y}, \quad (5.33);$$

Кесимнинг қаршилиқ ва инерция моментларини қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}; \quad W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}; \quad (5.34).$$

$M_x, M_y, W_x, W_y, J_x, J_y, f_x, f_y$ - эгувчи, қаршилиқ ва инерция моментларини ҳамда эгилишларнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари; b - кесим эни; h -кесим баландлиги; α -қиялик бурчаги q - ҳисобий юклама; q_m - меъёрий юклама; $q = q_m \cdot \gamma$;
бу ерда: γ -ишончлилиқ коэффициенти: $\gamma = 1,1 \div 1,3$ -доимий юкламалар учун; $\gamma = 1,4 \div 1,6$ -вақтинчалиқ юкламалар учун олинади.

Яхлит кесимли тўсинларни узунлиги кичкина 6 м гача бўлганлиги учун асосан алоҳида битта - узлукли тўсин сифатида оралиқларда ишлатилади.

Амалиётда эса кўпроқ узлуксиз тўсинлар ишлатилади. Улар иқтисодий жиҳатдан арзон тушади. Ёғоч тахта михли тўсинлар шулар жумласига киради (33-расм).

33-расм. Ёғоч тахта михли тўсинлар: а - умумий кўриниш; б - чоклар; в - ҳисоблаш схемаси; 1 - тахталар; 2 - михлар.

Мустаҳкамликка нормал кучланишлар бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{эГ}}, \quad (5.35)$$

бу ерда: агар тўсинга текис тарқалган юклама таъсир қилса максимал эгувчи моментнинг қиймати - $M = M_{\text{мах}} = q_{\text{ҳисобий}} \cdot l^2 / 8$ га тенг.

Деформация бўйича эса:
$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_m l^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} \quad (5.36)$$

бу ерда: q_x , q_m - ҳисобий ва меъёрий ташқи юкламалар; M - эгувчи момент; кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моменти; $\frac{f}{l}$ -ҳақиқий нисбий эгилиш; $\left[\frac{f}{l} \right]$ - рухсат этилган нисбий эгилиш.

Яхлит тўсинлар 4 метргача, консол тўсинлар 4,5 метргача, узлуксиз қирқимсиз тўсинлар 6,5 метргача бўлган оралиқларда самарали ҳисобланади.

Консол тўсинларда икки хил бириктириш-улаш натижасида тенг моментли ёки тенг солқили ечимларни олиш мумкин бўлади. Тенг моментли тўсинда, чокни таянчдан 0,15*l* масофада қўйилади ва четки оралиқлар 0,85*l* га кичрайтирилади. Бунда таянч ва оралиқларда $M = ql^2/16$ га тенг эгувчи момент ҳосил бўлади. Энг катта нисбий солқилик,

$$\frac{f}{l} = \frac{2}{384} \frac{q_m l^3}{EJ} . \quad (5.37)$$

Тенг солқиликли тўсинларда чок таянчдан 0,2*l* масофада жойлаштирилади ҳамда икки четки оралиқлар 0,8*l* га қисқартирилади. Бу ҳолда таянчларда $M = ql^2/12$ га тенг эгувчи момент ҳосил бўлади, нисбий солқиликлар барча оралиқларда

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{384} \frac{q_m l^3}{EJ} , \quad (5.38) \quad \text{га тенг бўлади.}$$

5.4. Елимланган ёғоч тўсинлар

Елимланган ёғоч тўсинлар - сувга чидамли синтетик елим билан тахталарни елимлаш орқали завод шароитида қарағай ёки қора қарағай ёғочларидан тайёрланади(34-расм). Қўллаш оралиғининг энг мақбул қиймати-24 метргача. Хорижий мамлакатларда 30 метргача бўлган оралиқларда ҳам елимланган ёғоч тўсинлар қўлланилган ҳолатлари мавжуд.

34- расм. Елимланган ёғоч тўсинлар: а - тўсин турлари; б - кесим турлари; в - тахта сифати тоифаси; 1 - бир нишабли тўсин; 2 - икки нишабли тўсин; 3 - худди шундай, тишли уланган; 4 - эгри елимланган; 5 - тўғри бурчакли кесим; 6 - қўштавр кесимли; 7 - рельс кўринишидаги кесимли; 7 - тахта сифати тоифаси.

Бу тўсинларнинг энини камида $(1/6) \cdot h$ (кўп ҳолларда энини кўпи билан 16,5 см олинади, бу ўз навбатидан тўсин энини бутун ёғочдан тайёрлаш имкониятини беради), кўндаланг кесим баландлиги-эса $h \cdot (1/10 \div 1/15) l$ ораликларда олинади (l - тўсин узунлиги). Елимланадиган тахталарни қалинлиги кўпи билан 44 мм гача бўлиши мумкин. Елимланган ёғоч тўсинларнинг кўндаланг кесимлари қўштавр ёки рельссимон кўринишларда бўлиши мумкин. Елимланган ёғоч тўсинларни икки томони шарнирга таянган оддий тўсин каби ҳисобланади. Бунда ўзининг хусусий оғирлиги ва тўсинга юқорисидан тушадиган барча юкламаларни ҳисобга олинади. У ҳолда, нормал кучланишлар бўйича тўсиннинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma = M / W \leq R_{\text{э}} m_{\text{б}} m_{\text{и.ш}} , \quad (5.39)$$

бу ерда: $m_{\text{б}}$ - кўндаланг кесимнинг баландлиги қийматини ўзгариши ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент; $m_{\text{и.ш}}$ - елимланадиган ёғочларнинг қалинлиги ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

$m_{\text{б}}$ - коэффициентни қиймати 1 дан 0,8 гача ўзгаради; уларнинг қийматлари қуйидаги жадвалларда келтирилган.

5-жадвал. $m_{\text{б}}$ -кесимни баландлигига боғлиқ бўлган коэффициент

h	50 ва ундан кичик	60	70	80	100	120 ва ундан катта
---	-------------------	----	----	----	-----	--------------------

m_6	1	0,96	0,93	0,9	0,85	0,8
-------	---	------	------	-----	------	-----

6-жадвал. $m_{и.ш}$ – тўсинни ишлаш шароитига боғлиқ бўлган коэффициент

Тахта қалинлиги	19	26	39	42
$m_{и.ш}$	1,1	1,05	1	0,95

Елимланган фанерали тўсинлар - фанера девор, ёғоч белбоғ ва қобирғалардан ташкил топади. Елимланган фанерли тўсинлар икки турга бўлинади: қобирғали ва тўлқинсимон деворли (35-расм).

Елимланган фанерли тўсинларнинг устиворлигини таъминлаш, икки йўл билан амалга оширилади; деворига қобирғалар қўйилади ёки девори тўлқинсимон қилиб тайёрланади.

35- расм. Тўлқинсимон деворли елимфанерли тўсин: а - олд кўриниши; б - кесим; 1 - ёғоч камари; 2 - тўлқинсимон фанер девор; 3 - ўйиб бириктириш; 4 - қирра бўйича бириктириш.

Юқоридаги тўсинлардан ташқари елимланган арматурали тўсинлар ва таркибли тўсинлардан ҳам қурилишда фойдаланилади. Уларни тайёрлаш қийин бўлганлиги ва иқтисодий жихатдан қиммат бўлганлиги учун жуда кам қўлланилади.

5.5. Ёғоч устунлар

Ёғоч устунлар яхлит, таркибли, елимланган ва панжарасимон турларга бўлинади.

Яхлит ёғочли устунлар - тўртқирра брус, қалин тахта, думалоқ ёки қирралари кантланган кесимли бўлиши мумкин. Улар том ёпмаларда, айвонларда, кичик ишчи майдонларда, платформаларда, ёғоч тўсиқ девор синч элементларида, таркибли конструкцияларда, электр узатиш таянчларида ва алоқа конструкцияларида қўлланилади.

Яхлит ёғоч устунлар кўндаланг кесимининг ўлчамлари максимал 275 x 275 мм ни, узунлиги эса 6500 мм ни ташкил этади, яъни чекланган. Айрим ҳолларда

узунлиги 9000 мм ли ёғоч устунлар алоқа чизиги таянчлари учун буюртма асосида келтирилади.

Таркибли устунлар - тўртқирра брусларни ёки қалин тахталарни мих ва болт ёрдамида бириктириш натижасида ҳосил қилинади. Бу турдаги устунлар яхлит устуннинг юк кўтариш қобиляти камлик қилган ҳолатларда қўлланилади. Уларнинг эгилишга мойиллиги, яхлит устунларга нисбатан каттадир. Таркибли устуннинг эгилишга мойиллик коэффициенти- $\lambda_{кел}$ қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_{кел} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda_l^2} \quad , \quad (5.40)$$

бу ерда: $\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_{чок} / (l^2 \cdot n_{болт})}$ -эгиловчанликни келтириш коэффициенти; K_c - бирикмани мойиллик коэффициенти ва у болтли бирикмаларда d/h_l нисбатга боғлиқдир (d - болт диаметри, h_l -тўртқирра ёғоч қалинлиги, $d / h_l \leq 1/7 \rightarrow K_c = 0,2/d^2$, $d / h_l \geq 1/7 \rightarrow K_c = 1,5/h_l \cdot d$); $n_{чок}$ - чоклар сони; $n_{болт}$ - 1 метрдаги боғловчилар сони; l -устун узунлиги; $\lambda_y, \lambda_l/i$ (бу ерда $i \approx \sqrt{I/A}$); λ_l - битта яхлит устунни эгиловчанлиги.

Михли бирикмаларда $\rightarrow K_c = 0,1 \cdot d^2$; иккита тўртқирра ёғочдан тайёрланган устун учун $n_{чок} = 1$ га тенг (қирқимсиз); қистирмали иккита тўртқирра ёғочдан тайёрланган устун учун $n_{чок} = 2$ га тенг (қирқимсиз).

Устиворлик коэффициенти - φ_y ни $\lambda_{кел}$ дан фойдаланган ҳолда қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$\varphi_y = 3000 / \lambda^2 \quad \text{ёки} \quad \varphi_y = 1 - 0,8 (\lambda / 100)^2 ; \quad [\lambda] \leq 120 \quad , \quad (5.41)$$

$[\lambda]$ - таркибли устун учун рухсат этилган чегаравий эгиловчанлик.

Бу турдаги устунларнинг кўндаланг кесимлари қуйидагича топилади:

$$h_{т.к} = l / (0,29 \cdot \lambda_{кел}) \quad , \quad (5.42).$$

Елимланган ёғоч устунлар - завод шароитида тайёрланади. Уларнинг кўндаланг кесимлари чекланмайди ва турлича бўлиши мумкин. Кўндаланг кесим

кўринишлари ўзгармас тўғри бурчакли, квадрат, узунлиги бўйича кўндаланг кесими ўзгарувчан ва ўзгармас бўлиши мумкин (36-расм).

36- расм. Елимланган ёғоч устунлар: а - ўзгармас квадрат кесимли; б - ўзгармас тўғри тўртбурчак кесимли; в - ўзгарувчан тўғри тўртбурчак кесимли.

Уларнинг кўндаланг кесим ўлчамлари 1 метрдан ҳам катта бўлиши мумкин, узунлиги эса 10 метрдан ортади. Кўндаланг кесими ўзгармас, квадрат кўринишида бўлган елимланган ёғоч устунлар бўйлама сиқувчи кучга қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_c \cdot m_\sigma \cdot m_{и.ш.}, \quad (5.43)$$

бу ерда: m_σ - кўндаланг кесимнинг баландлиги қийматини ўзгариши ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент; $m_{и.ш.}$ - елимланадиган ёғочларнинг қалинлиги ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

Елимланган ёғочдан тайёрланган ўзгармас тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли устунлар, бўйлама N кучдан кўндаланг кесимнинг катта томонининг баландлиги бўйича сиқилиш ва эгилишга ишлайди. Бундан ташқари горизонтал шамолатасирида ҳосил бўладиган эгувчи момент - M ҳам ҳисоблашларда эътиборга олинади.

Мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} \leq R_c, \quad (5.44) \quad \text{бу ерда:}$$

$$M_d = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad M = N \cdot f. \quad (5.45)$$

Кўндаланг кесимнинг кичик томони бўйича эса бу устунлар сиқилишга ва устиворликка текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_c, \quad (5.46)$$

Устун баландлиги бўйича ўзгарувчан тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли устунлар таянчга бикр, юқори уч қисми эса том ёппа конструкциясига шарнирли бириктирилади (37-расм).

37- расм. Ўзгарувчан кўндаланг кесимли ёғоч устунни бикр таяниши: 1 - анкер; 2 - ўтиргичлар; 3 - болтлар; 4 - елимланган арматура қозиклар.

Бундай устунларнинг юқори учининг кўндаланг кесим ўлчамлари мустаҳкамлик шарти бўйича, қуйи учи кўндаланг кесими ўлчамлари эса устуннинг рухсат этилган чегаравий эгиловчанлиги бўйича аниқланади. Қуйи учининг ўрта қисмида учбурчаксимон кертиш қилиш тавсия қилинади. Бунда сиқилишдаги нормал кучланишлар эгилишда чекка ён томонларида марказлашиб тўпланади, ички жуфт кучларнинг эгилишдаги елкаси ортади ва таянчдаги маҳкамлаш элементларидаги зўриқишлар камаяди.

Максимал эгувчи момент таянчда ҳосил бўлади:

$$M = N \cdot e + \frac{\omega \cdot l^2}{2} + H \cdot l, \quad (5.47)$$

бу ерда: бўйлама N куч шартли ўққа нисбатан $e=(h-h_0)/2$ га тенг эксцентриситет билан таъсир қилади; N - бўйлама вертикал куч; ω -шамол таъсирида ҳосил бўладиган сўрувчи куч; l -устун узунлиги ; H - таянчдаги ташқи кучлардан ҳосил бўладиган горизонтал таянч реакцияси (таянчдаги максимал қирқувчи куч қиймати $Q=\omega_K \cdot l$; Q - қирқувчи куч; ω_K - шамол босим кучи).

Бундай устунлар сиқилиш - эгилиш бўйича мустаҳкамликка текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} \leq R_c, \quad (5.48)$$

Таянчдаги устун кесимининг инерция радиуси $i = \sqrt{J/A}$ га, таянчдаги инерция моменти- $J = b(h^3 - a^3)/12$, a -келтирилган уйиқ баландлиги. Кўндаланг кесимнинг ўзгаришини ҳисобга оловчи коэффициент - K_N ,

$$K_N = 0,07 + 0,93 h_0/h, \quad (5.49)$$

Устиворлик коэффиценти- φ

$$\varphi = \frac{3000 \cdot K_N}{\lambda^2}, \quad (5.50) \quad \text{га тенг}$$

Устунни эгилишидаги деформацияни ҳисобга оладиган коэффициент- ξ ни қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$M_d = \frac{M}{\xi}; \quad \text{бу ерда} \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad (5.51)$$

A- таянчдаги тўлиқ кўндаланг кесим юзаси, чунки кертиш устунни деформациясига таъсир кўрсатмайди.

Панжарасимон устунлар - ишлаб чиқариш бино ва иншоотлари том ёпма деворларида юк кўтарувчи таянч конструкцияси сифатида қўлланилади. Уларнинг баландлиги *10 метр* ва ундан ҳам юқори бўлиши мумкин. Тўғри тўртбурчакли устуннинг кўндаланг кесим юзаси баландлиги $(1/6)l$ дан кичик бўлмаслиги керак (38-расм). Панжарасимон устун белбоғлари бир ёки икки элементли бўлиши мумкин. Устун тугунлари болт ёрдамида маҳкамланади. Панжарасимон устунлар вертикал ташқи юклама, горизонтал шамол босими, устуннинг хусусий оғирлигини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади.

38-расм. Панжарасимон устунлар: а - учбурчакли; б - тўғри тўртбурчакли; в - кесим турлари.

Ушбу турдаги устунлар худди консол фермалар каби ишлайди. Устун стерженларидаги бўйлама зўриқишларни қурилиш механикаси услублари ёрдамида ёки график усулда - Максвелл-Кремон диаграммаси ёрдамида аниқлаш мумкин. Зўриқишлар қийматларига қараб стерженнинг кўндаланг кесим ўлчамлари аниқланади.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Нима учун конструкцияларни таркибли қилиб тайёрланади?
2. Мойил боғланишлардаги таркибий кесимли ёғоч конструкциялари кўндаланг ва бўйлама эгилишларга қандай ҳисобланади?
3. Боғловчилар сонини қайси формула ёрдамида аниқланади?
4. Тўсинларга арматуралар қандай қўйилади?
5. Арматуралашнинг қандай турлари мавжуд?
6. Арматурали ёғоч конструкциялари қандай ҳисобланади?
7. Яхлит кесимли ёғоч тўшамалар қандай ҳисобланади?
8. Елимланган ёғоч тўсинларни ҳисоблаш усули қандай?
9. Ёғоч устунларни қандай турлари бор?

10. Устунларни ҳисоблашда қайси юкламалар ҳисобга олинади?

6-БОБ

Ёғоч аркалар

6.1. Арка конструкциялари

Умуман олганда тармоқли конструкцияларни икки турга бўлиш мумкин: а) аркалар ва рамалар; б) фермалар.

Аркалар асосан $12 \div 60$ м гача бўлган ораликларда қўлланилади. Айрим чет давлатлар амалиётида 100 м гача ва ундан катта ораликларда ҳам қўлланилган ҳолатлари маълум.

Статик схемалари бўйича аркаларни икки шарнирли ва уч шарнирли, таяниш схемаларига қараб тортқичли ва тортқичсиз аркаларга бўлинади. Конструкцияларига қараб эса уларни яхлит, елимланган ва фермали, арка ўқининг шакли бўйича эса сегментли, учбурчакли, кўрсаткичсимон аркаларга бўлинади.

Елимланган ёғочли аркалар. Бу турдаги аркалар тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли бўлади. Улар 12 м дан 60 м гача бўлган ораликларда қўлланилади. Стерженли елимланган ёғоч аркалар асосан уч шарнирли қилиб тайёрланади. Икки шарнирли аркаларни узунлиги кичик бўлади ва улар яхлит бир бутун қилиб тайёрланган ҳолда қурилиш жойига келтирилади.

Сегментли аркалар таянчга таянишига қараб тортқичли ва тортқичсиз турларга бўлинади ва улар $12 \div 24$ метргача бўлган ораликларда муваффақиятли қўлланилади. Уларнинг баландлиги $f = \frac{l}{4} \div \frac{l}{8}$ ораликларда бўлади. Кўрсаткичсимон

елимланган аркалар ҳам $12 \div 60$ м гача бўлган ораликларда қўлланилади. Арка баландлиги $f = \frac{l}{2} \div \frac{l}{3}$ ораликларда бўлади. Бу турдаги аркалар катта баландлик талаб қилинадиган тўсиқсиз ишлаб - чиқариш биноларида қўлланилади ҳамда вертикал ва горизонтал таянч босимларини пойдеворга тўғридан - тўғри узатади. Синиқ чизик

ўқли аркалар ҳам худди кўрсаткичсимон аркаларга ўхшайди, фақат унинг конструкцияси тўғри чизиқли қисмлардан иборат ва унга тўшама ҳамда тўсинларни ўрнатиш қулайлиги мавжуд. Қуйидаги 39-расмда елимланган аркаларни геометрик схемалари келтирилган:

39- расм. Елимланган ёғоч аркалар : а - сегментли; б - учбурчакли; в- кўрсаткичсимон; 1 - тортқичсиз; 2 - тортқичли.

Учбурчакли елимланган аркалар $12 \div 24$ метргача бўлган оралиқларда қўлланилади, баландлиги $f = \frac{l}{2} \div \frac{l}{3}$ - тортқичсиз аркаларда, $f = \frac{l}{4} \div \frac{l}{8}$ - тортқичли аркаларда бўлади. Уларни қўлланилишининг афзаллиги, том ёпмада текис нишабли том ҳосил бўлишидадир. Лекин учбурчакли аркалар кўндаланг кесимида ташқи юклардан катта қийматдаги эгувчи момент ҳосил бўлади, шунинг учун бу тоифадаги аркалар кичик оралиқларда қўлланилади.

Бутун ёғоч элементли аркалар сегментли ва учбурчакли бўлиши мумкин. Улар 12 м гача бўлган оралиқларда қўлланилади. Баландлиги эса $f = \frac{l}{6} \div \frac{l}{2}$ бўлиши мумкин. Бу турдаги аркалар, томи икки нишабли вақтинчалик биноларда қўлланилади.

Ёғоч аркаларни тугун бирикмалари таянчдан ва уч тугунлардан ташкил топади. Тортқичсиз елимланган ёғоч аркаларни таянч тугунлари кўпинча пайвандланган пўлат таглик ёрдамида бажарилади (40-расм). Кичик ва катта оралиқларда қўлланиладиган аркаларнинг таянч листида анкер болтлари ва икки вертикал листда ярим аркани таянч қисмини маҳкамлаш учун тешиklar ҳосил қилинади. Вертикал листлар ораси арка кенглиги ўлчамида тайёрланади. Анкер болтларида ҳосил бўладиган силжиш зўриқишини камайтириш мақсадида таянч пўлат таглик пойдеворга қия текислик бўйича ўрнатилади ва таянч, таглик текислиги билан параллел жойлаштирилади.

40- расм. Тортқичсиз елимёғоч аркаларни таянч тугунлари: а - сегментли; б - учбурчакли; в- катта оралиқли; 1 - арка; 2 - пўлат қоплама; 3 - болт; 4 - пайванд; 5 - анкер; 6 - шарнир.

Тортқичли елимланган ёғоч арканинг таянч тугуни ҳам пўлат таглик ёрдамида бажарилади. Бунда арка горизонтал пойдевор текислигига маҳкамланади (41-расм).

Уч шарнирли елимланган аркаларнинг учидаги қисмларини пўлат ёки ёғоч қопламали ва болтли бирикма ёрдамида шарнирли қилиб маҳкамланади.

Яхлит брус ёки доирасимон кўндаланг кесимли аркаларни таянч тугуни ўйик бирикма ёрдамида бажарилади. Агар арка тортқичли бўлса, унинг таянч тугуни соддароқ кўринишда бўлади (42-расм).

41-расм. Тортқичли арканинг таянч бурчаклари: а- вертикал диафрагма билан; б- қия диафрагма билан; 1- таянч қопламалар; 2-аркалар; 3- тортқичлар; 4- анкерлар; 5- диафрагма; 6- болт; 7- пайванд; 8- таянч варағи.

42- расм. Арканинг таянч тугунлари: а - тугун шайба билан; б - тугун балдоқ билан: 1 - арка; 2 - тортқич; 3 - тиргак; 4 - шайба; 5 - кўтариш учун металл мослама; 6 – сиртмоқ.

6.2. Ёғоч аркаларни ҳисоблаш

Аркаларда биринчи бўлиб ўлчамларини аниқлаш-геометрик ҳисоблаш ишлари бажарилади. Арка симметрик конструкция бўлганлиги учун, унинг асосий ўлчамлари: l - оралиғи; f - арка баландлиги. Кўрсаткичсимон аркаларда эса, ярим арканинг эгрилик радиуси - r олдиндан аниқланади.

Керакли ўлчамларини аниқлангандан сўнг аркани статика бўйича ҳисобланади.

Учбурчакли аркаларда α -нишаблик бурчаги, S - ярим арка ёйининг узунлиги ва n -та кесимнинг координаталари қуйидагича аниқланади.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad S = \frac{f}{\sin \alpha}; \quad x = \frac{l}{2n-2}; \quad y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (6.1)$$

43-расмда сегментли ва кўрсаткичсимон аркаларни геометрик ҳисоблаш схемалари келтирилган.

Сегментли аркаларда r - эгрилик радиуси, φ - ярим арканинг марказий бурчаги, S - ярим арка ёйининг узунлиги, кесим координаталари x , y ва α_n - уринманинг қиялик бурчаклари қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқланади.

$$r = (l^2 + 4f^2)/(8f); \quad \sin \alpha = \frac{l}{(2r)}; \quad S = r \cdot \varphi_p; \quad (6.2)$$

$$x = l/(2n - 2); \quad y = \sqrt{r^2 - (l/2 - x)^2 - r + f}; \quad \sin \alpha_n = (l/2 - x)/r \quad (6.3)$$

Кўрсаткичсимон аркаларда қуйидаги ўлчамлар аниқланади:

α - ватарнинг қиялик бурчаги; S - ўқ узунлиги; φ - ўқнинг марказий бурчаги; φ_0 - биринчи радиус чизигининг қиялик бурчаги; b ва c - марказий координаталар; z - ватар бўйича кесим координаталар; α_n - уринманинг ўққа нисбатан қиялик бурчаги.

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{2f}{l}; \quad l_x = f / \sin \alpha; \quad \sin \varphi / 2 = l_x / (2l); \quad S = r \cdot \varphi_0; \\ \varphi_0 &= 90^\circ - \alpha - \varphi / 2; \quad b = r \cdot \sin \varphi_0; \quad c = r \cdot \cos \varphi_0; \quad y = \sqrt{r^2 - (c - x)^2 - b}; \\ z &= \sqrt{x^2 + y^2}; \quad \sin \alpha_n = (c - x) / r. \end{aligned} \quad (6.4)$$

43- расм. Ярим арканинг геометрик схемалари: *а- сегментли, б- кўрсаткичсимон*

44-расм. Арка кесимларида ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюралари ва ишлаш схемалари: *а- ишлаш схемалари; б- сегментли аркалардаги моментлар; в-кўрсаткичсимон аркалардаги моментлар.*

44-расмда арка кесимларида ҳосил бўладиган эгувчи момент, қирқувчи куч ва бўйлама ички зўриқишларнинг таъсир қилиш йўналиш-лари, тенг тарқалган ташқи

юкламанинг таъсири, эгувчи момент эпюралари ва ишлаш схемалари, сегментли аркалардаги ҳосил бўладиган эгувчи моментлар, кўрсаткичсимон аркалардаги эгувчи моментлар схемалари кўрсатилган.

Аркаларни ҳисоблаш тартиби:

1. Аркага таъсир қилувчи ҳисобий юкламаларни аниқланади.
2. Ташқи кучдан ҳосил бўладиган вертикал ва горизонтал реакция кучлари R , H лар аниқланади.
3. Ҳисоблаш кесимларда ҳосил бўладиган эгувчи момент - M , қирқувчи куч - Q , бўйлама куч - N лар аниқланади.
4. Аниқланган ички зўриқишлар орқали арка кесимларининг ўлчамлари аниқланади.

Текис тарқалган юклама - q ($\kappa H/m^2$) дан ҳосил бўладиган таянч реакциялари

$$\text{қуйидагига тенг:} \quad \text{вертикал- } R = \frac{ql}{2}; \quad \text{горизонтал- } H = \frac{ql^2}{8f}.$$

Эгувчи момент - M , қирқувчи куч - Q , бўйлама куч - N лар қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$M_x = R \cdot x - H \cdot y - \frac{qx^2}{2}; \quad N_x = (R - qx) \sin \alpha + H \cos \alpha; \quad Q_x = (R - qx) \cos \alpha - H \sin \alpha; \quad (6.5)$$

Умумий ҳолда ҳисоблаш схемаси ва ташқи кучларга қараб қурилиш механикаси услублари ёрдамида таянч реакциялари, ички зўриқишлар аниқланади ва улар орқали кўндаланг кесим ўлчамлари аниқланади.

Аркини юқори белбоғи эгилиш билан сиқилиш ва ёрилишга, қуйи белбоғи эса чўзилишга ишлайди. Юқори белбоғини кўндаланг кесимининг талаб қилинадиган ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$W_m = \frac{M}{0,8 R_{\Sigma}}; \quad h_m = \sqrt{6 \cdot W_m / b}, \quad (6.6)$$

бу ерда: W_m , h_m - талаб қилинадиган арка кўндаланг кесимининг қаршилик моменти ва баландлиги; M - максимал эгувчи момент; b - кўндаланг кесимнинг кенглиги; R_{Σ} - ёғочнинг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги; 0,8- эгилишда бўйлама кучни таъсирини ҳисобга оладиган коэффициент.

Ҳисоблашларда арка кўндаланг кесимининг кенглиги - b га олдиндан қиймат берилади ва кейин h_m ни қийматини аниқланади.

Арка кесимлари мустаҳкамлигини нормал кучланишлар бўйича текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_D}{W} \leq R_c, \quad (6.7)$$

$$\text{бу ерда: } M_D = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad (6.8)$$

N - бўйлама куч, сегментли аркаларда уч қисмидаги N нинг қиймати, учбурчак ва кўрсаткичсимон аркаларда ораликни тўртдан бир қисмидаги N нинг қиймати олинади.

Эгилувчанлик $\lambda = l_0 / r$, бу ерда: l_0 -ҳисобий узунлик; r -инерция радиуси.

Сегментли аркаларни ҳисоблашда $l_0 = 0,58 \cdot 2 \cdot S = 1,16 \cdot S$ олинади. Учбурчакли ва

кўрсаткичсимон аркаларни ҳисоблашда $l_0 = S$ (бу ерда S -ярим арка узунлиги) олинади.

Бундан ташқари арканинг юқори белбоғи устиворликка деформацияланишнинг текис шакли бўйича ҳам текширилади.

Арка ҳисобининг энг аҳамиятли жойи, унинг тугунларини ҳисоблашдадир.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Аркаларнинг турлари ва қўлланиш соҳалари?
2. Аркаларни ҳисоблашда қайси юкламалар эътиборга олинади?
3. Аркаларни ҳисоблашда зўриқишларни қандай аниқланади?
4. Аркаларни ҳисоблаш тартибини тушунтириб беринг?
5. Арка кўндаланг кесим ўлчамлари қайси формулалар ёрдамида аниқланади?

7-БОБ

Ёғоч рамалар

7.1. Ёғоч рама конструкциялари

Рама -асосий юк кўтарувчи ёғоч конструкциялари турларидан бири ҳисобланади. Уларнинг шакли кўпгина ишлаб-чиқариш ва жамоат биноларига мос келади. Рама устун ва тўсинлари том ёппа ва девор конструкциялари учун асос бўлиб хизмат қилади. Лекин рамага жуда кўп миқдордаги ёғоч материаллари талаб қилинади ва улар *12÷24 метр* ораликларда қўлланилади. Хорижий давлатларда ёғоч рамалар *60 метргача* бўлган ораликларда ҳам қўлланилмоқда.

Статик схемалари бўйича рамалар статик аниқ ва статик ноаниқ турларга бўлинади (*45-расм*). Уларнинг афзаллиги шундаки, рама кесимларидаги зўриқишлар пойдеворни чўкишига боғлиқ эмас ва уларнинг тугун ечимлари соддароқ ечилган. Камчилиги тугунларида катта зўриқишлар ҳосил бўлишидадир.

45-расм. Ёғоч рамалар схемалари: а-уч шарнирли; б-икки шарнирли, бикр маҳкамланган; в-икки шарнирли шарнирли таянган.

Икки шарнирли бикр таянч тугунли схема бир марта статик ноаниқ ҳисобланади. Бу схеманинг афзаллиги, рама тўсинининг устуни билан бирикиши жойида эгувчи моментнинг қиймати нолга тенг бўлади. Камчилиги рамада бикр таянч тугунларининг мавжудлигидир. Бикр таянч тугунлари шарнирли таянч тугунларига нисбатан мураккаброқдир. Икки шарнирли, шарнир таянч тугунли рамалар ҳам бир марта статик ноаниқ ҳисобланади. Уч шарнирли елимланган ёғоч рамалар энг кўп тарқалган рамалар ҳисобланади. Улар ҳавонли ва ҳавонлар сони иккитадан тўрттагача бўлиши мумкин.

Уч шарнирли елимланган рамаларнинг конструкциялари (*46-расм*):

46-расм. Елимланган ёғоч уч шарнирли рамалар. а-эгри елимланган; б- синиқ елимланган; в - тўрт ҳавонли; г-икки ҳавонли; д- ички таянч ҳавонли; е- ташқи таянч ҳавонли.

Мазкур елимланган ёғоч рамалар кесимларининг кенглиги ўзгармас, кесим баландлиги эса ўзгарувчан бўлади.

Эгиб елимланган уч шарнирли рамалар, иккита Г-симон шаклдаги бешбурчакли ярим рамалардан ташкил топган. Рама кўндаланг кесими энининг

ўлчами ўзгармас, кесим баландлиги эса ўзгарувчандир. Бу рамаларнинг афзаллиги: йирик ярим рамалардан ташкил топган рамаларни йиғишнинг осонлиги ва йиғиш вақтининг камлиги; кесим баландлигининг ўзгарувчанлиги; максимал эгувчи момент бор жойда кесимни катта, эгувчи момент кичик бўлса кесимни кичик қилиб тайёрлаш имкониятининг борлиги (*бу эса ўз навбатида ёғочни иқтисод қилишга олиб келади*).

Камчилиги: транспортда ташиш имконият даражасининг пастлиги (*рамани йирик бўлганлиги учун*); эгилган қисмидаги сиқувчи кучнинг қиймати тўғри чизиқли рамадагига нисбатан катталиги.

Тўғри чизиқли рама - устун ва сарровлардан ташкил топади. Битта рама Г-симон иккита ярим рамадан иборат. Рамадаги энг катта эгувчи момент, раманинг ўстирма тугунида ҳосил бўлади. Раманинг саррови тўғри чизиқли текис бўлганлиги учун тўсин ва тўшамаларни ўрнатиш, ҳамда томда нишабликни қилиш осон бўлади. Ўстирмани тишли чок кесимида максимал эгувчи момент ҳосил бўлади.

Елимланган уч шарнирли тўрт ҳавонли рама - иккита устундан, иккита ўзгарувчан кесимли ярим сарровлардан ва ўзгармас кесимли тўртта ҳавонлардан ташкил топади. Ҳавонлар сарровларга қўшимча таянч сифатида ишлайди ва шунинг учун сарровдаги эгувчи момент қийматини қисман камайтиради.

Елимланган уч шарнирли икки ҳавонли рамалар - иккита устундан, иккита ўзгарувчан кесимли ярим сарровлардан ва ўзгармас кесимли иккита ҳавонлардан ташкил топади. Бу раманинг асосий камчилиги, улар ўстирма қисмидаги чўзилиш зўриқишини катталигидадир.

Елимланган ёғоч таянч ички ҳавонли уч шарнирли рама - иккита ярим сарровлардан, иккита ҳавонлардан ва иккита устунлардан ташкил топади. Елимланган ёғоч таянч ташқи ҳавонли уч шарнирли рама - худди ички ҳавонли рамага ўхшайди, фақат ҳавони бу рамаларда ташқи бўлади. Икки шарнирли елимланган ёғоч рамалар (*47-расм*) учта конструктив элементлардан ташкил топади: иккита вертикал устунлар ва горизонтал сарровлардан. Бу рамалар бошқа рамаларга

нисбатан осон тайёрланади ва алоҳида қисмлардан ташкил топгани учун уларни транспортда ташиш даражаси юқоридир. Горизонтал сарровни устунга маҳкамлаш жуда ҳам енгил бажарилади.

47- расм. Икки шарнирли елимланган ёғоч рамалар: а - бикр таянч ва арка билан; б - бикр таянч ва ферма билан; в - шарнирли таянч ва елимланган ёғоч тўсин билан.

Икки шарнирли елимланган ёғоч рамалар бикр таянчли, шарнир таянчли қилиб лойиҳаланади. Рамаларда учта асосий тугунлар мавжуд: таянч, ўстирма, уч тугунларидир. Рамаларни бутун ёғочлардан ҳам тайёрланади. Бундай рамалар елимланган ёғоч рамаларга нисбатан арзондир, лекин улар фақат кичик оралиқларда қўлланилади (*асосан 15 м гача*). Бутун кесимли ёғочлардан ҳавонли рамалар ҳам тайёрланади. Уларнинг оралиғи 9 м гача бўлиши мумкин.

7.2. Ёғоч рамаларни ҳисоблаш

Рама конструкцияларини ҳисоблаш икки босқичдан иборат: геометрик ва статик.

Геометрик ҳисоблашда рама элементларини геометрик ўлчамларини аниқланади (*яъни раманинг оралиғи, устун баландлиғи, сарров узунлиғи, сарров қиялиғи, ҳисоблаш кесимларининг координаталари ва бошқа ҳисоблаш учун зарур бўлган ўлчамлар*). Симметрик рамаларда бу ўлчамларни ярим рама учун аниқлаш етарлидир. Агар том асбестцементли бўлса, унинг қиялиғи - $i \geq 25\%$, рубероидли том ёпмаларда эса $i \leq 25\%$ қабул қилинади.

Эгри чизикли рамаларнинг ўстирма қисмидаги эгри чизикли ёй қисми эгрилик радиусини рухсат этилган энг кичик қийматидан келиб чиққан ҳолда олинишига тавсия берилади:

$$r \geq 150 \cdot \delta; \quad (7.1)$$

бу ерда: r -эгрилик радиуси, δ - елимланадиган битта тахтанинг қалинлиғи.

Рамани статик ҳисоблашда қуйидаги тартибга риоя қилинади:

1. Рамани ҳисоблаш схемаси аниқланади.
2. Рамага таъсир қилувчи ташқи юкламалар қўйилади.
3. Ташқи юкламаларнинг меъёрий ва ҳисобий қийматлари аниқланади.
4. Ташқи юкламалардан ҳосил бўладиган таянч реакциялари аниқланади.
5. Ҳисобий схемадаги асосий ҳисоблаш нуқталарининг координаталари топилади.
6. Доимий ва қор юкламаларидан ҳосил бўладиган эгувчи момент, қирқувчи куч ва бўйлама кучлар эпюралари қурилади.
7. Шамол юкласидан M , Q , N эпюраларини қурилади.
8. Ички зўриқишларни (M , Q , N) асосий қийматларини ишораларига қараб йиғилади.
9. Аниқланган асосий йиғинди ички зўриқишларнинг қийматларига қараб кўндаланг кесим ўлчамлари аниқланади.

Талаб қилинадиган кўндаланг кесимнинг ўлчамлари (кесим баландлиги, кесимнинг қаршилик моменти) қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$h_r = \frac{1,5 \cdot Q}{b \cdot R_{ep}}; \quad W_T = \frac{M}{0,8 \cdot R}; \quad h_T = \sqrt{6 \cdot W / b}, \quad (7.2)$$

Такрорлаш учун саволлар:

1. Рамаларнинг қайси турлари қурилишда ишлатилади?
2. Рамалар қандай оралиқларда қўлланилади?
3. Рамаларни ҳисоблаш тартибини тушунтириб беринг?
4. Рамаларни ҳисоблашда қайси юкламалар ҳисобга олинади?
5. Рама тугунларини тушунтириб беринг?
6. Рама кесимларидаги зўриқишлар қандай аниқланади?
7. Рама кўндаланг кесим ўлчамларини қайси формулалар ёрдамида аниқланади?

8 - БОБ

Ёғоч фермалар

8.1. Ёғоч ферма конструкциялари

Ёғоч фермалар - тўсин туридаги панжарасимон конструкциялар бўлиб, улар қурилишда кенг қўлланилади. Фермалар турли бино ва иншоотлар учун асосий юк кўтарувчи конструкция бўлиб хизмат қилади. Фермалар тўшама ва сарровлар учун асосий юк кўтарувчи асос бўлиб хизмат қилиш билан бирга, тўсувчи конструкциялар вазифасини ҳам бажаради. Осма шифтларни ва енгил ишлаб - чиқариш жиҳозларини уларга осийш мумкин. Фермаларда металл ва ёғоч материалларидан самарали фойдаланилади. Фермани сиқилувчи элементлари ёғочдан, чўзилувчи стерженлари эса металдан тайёрланади.

Фермаларнинг энг асосий камчилиги, улардаги тугунларнинг кўплигидир. Шунинг учун уларни тайёрлаш ва йиғиш мураккабдир. Ферма стерженли система бўлгани учун унинг умумий баландлиги каттадир. Бу ўз навбатида иншоотнинг умумий баландлигига таъсир кўрсатади.

Ёғоч фермалар икки асосий - елимланган ёғоч ва бутун ёғочли синфларга бўлинади.

Елимланган ёғоч фермаларнинг оралиғи $12 \div 30$ метргача бўлиши мумкин.

Фермалар геометрик схемалари бўйича сегментли, кўпбурчакли, трапециясимон-бешбурчакли ва учбурчакли турларга бўлинади (48-расм).

Фермалар тайёрланиши бўйича ҳам икки турга бўлинади: 1) завод шароитида тайёрланадиган фермалар (*елимланган ёғочли фермалар*); 2) қурилиш майдонини ўзида тайёрланадиган фермалар (*бутун ёғочли фермалар*).

Амалиётда яхлит ёки стерженли-ферма тўсин конструкцияларини танлаш - асосан иншоотнинг вазифасига қараб аниқланади. Масалан, кимёвий агрессив муҳит шароитида стерженли тўсинларни (*фермаларни*) қўллашга тавсия этилмайди, чунки бу ҳолда ҳар хил туз, кислота ишқорлар учун таъсир этиш юзалари каттадир.

48 - расм. Елимланган ёғоч фермалар: *а* - пастга йўналган ҳавонли учбурчакли ферма; *б* - юқорига йўналган ҳавонли учбурчак ферма; *в* - сегментли; *г* - бешбурчакли.

Фермалар индустриал конструкция ҳисобланади. Уларда елимланган ёғоч ишлатилиши - ўтга чидамлиликини оширади. Агар елимланган ёғочни ишлатиш имконияти бўлмаса, тўртқирра ёғоч кўринишидаги стерженлардан фойдаланилади. Бу турдаги фермаларни ўтга чидамлилиги кичикдир.

Фермалар асосан статик аниқ схемалар асосида ҳисобланади. Статик ноаниқ системаларда фермаларни қўллаш, умуман тавсия этилмайди. Бу ҳолда тугунлардаги деформацияланиш ҳисобига зўриқишларни бошқа стерженларга узатилиши юз бериб қолиши мумкин.

Фермалар, стерженларининг материаллари турларига қараб ҳам қуйидаги турларда бўлинади: бутунёғочли, металёғочли, елимланган ёғочли.

Металлёғоч стерженли фермаларда асосан қуйи белбоғини иккита пўлат бурчакликдан, юқори белбоғини эса елимланган ёғочдан тайёрланади.

Учбурчакли, ҳавонлари пастга йўналган, елимланган ёғочли фермалар юқори белбоғининг қиялиги катта бўлади. Бу фермаларни қуйи белбоғи икки пўлат бурчакликдан тайёрланади ва ҳисоблаш орқали уларнинг узунлиги бўйича биргаликда ишлашини таъминлаш мақсадида бикрлик қобирғалари қўйилади (*бир-бирига металл пластинка ёрдамида пайвандланади*). Бу фермаларнинг ҳавонлари фақат сиқилишга ишлайди. Шунинг учун ҳавонларни ёғочдан тайёрланади ва уларнинг кенглиги юқори белбоғ кенглиги билан бир хил олинади. Фермаларнинг устун стерженлари чўзилишга ишлайди ва улар пўлат якка арматура стерженларидан тайёрланади.

Учбурчакли ҳавонлари юқорига йўналган елимланган ёғочли фермалар, учбурчакли ҳавонлари пастга йўналган фермалар сингари юқори белбоғ ва қуйи белбоғларга эгадирлар. Бу фермаларнинг ҳавонлари чўзилишга ишлайди ва ҳавонлар пўлат арматура стерженларидан тайёрланади, устун стерженлари эса

сикилишга ишлайди ва устунлар ёғочдан кенглиги юқори белбоғ кенглиги билан тенг қилиб тайёрланади. Бу фермаларнинг ҳавонлари металл бўлганлиги учун, уларнинг тугунларда маҳкамланиши масаласи биров мураккаброқдир. Ундан ташқари ферма хусусий оғирлиги натижасида сезиларли эгилиши мумкин.

Сегментли елимланган ёғоч фермалар ўрама материалли том ёпмалар учун мўлжалланган. Улар асосан учбурчак панжара схемали бўлади. Юқори белбоғи стерженлари сони тўртта ёки учта бир хил узунликда бўлади. Қуйи белбоғи иккита пўлат бурчакликдан ташкил топган. Панжара ҳавонларида унча катта бўлмаган зўриқишлар ҳосил бўлиб, улар ёғочдан тайёрланади.

Агар осилиб турувчи шифт қилинадиган бўлса, бу турдаги фермаларда ҳам устун пўлат арматура стерженларидан тайёрланади ва улар чўзилишга ишлайди. Юқори белбоғини эгилиши ҳисобига унинг кесимларида тугун оралиғидаги юкламалардан унча катта бўлмаган ўзгарувчан ишорали эгувчи моментлар ва ҳисобий кесимларда бўйлама кучдан эксцентриситет билан қарама - қарши ишорали эгувчи моментлар ҳосил бўлади. Шунинг учун сегментли ферма стерженларининг кўндаланг кесимлари кичикроқ бўлади.

Бешбурчакли елимланган ёғоч фермаларнинг юқори белбоғи кичик қияликка эга бўлади. У ўрама том ёпмали томларни асоси бўлиб ва уч оралиқли томёпмаларни ўрта оралиғи учун хизмат қилади ҳамда ферма устуни билан учбурчак панжара схемали кўринишда бўлади. Юқори белбоғи тўртта елимланган ёғочли тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли стерженлардан иборат бўлиб, улар тугунларда ўз ўқларига нисбатан эксцентриситет билан бириктирилади. Катта чўзилиш зўриқишлари таъсиридаги белбоғнинг ўрта панеллари ва ўрта ҳавонларида ўзгарувчан ишорали зўриқишлар ҳосил бўлади ҳамда уларни елимланган ёғочдан тайёрланади. Бундай фермаларнинг қўлланиши иқтисодий жихатдан самарасиздир.

Бутун ёғочли фермаларнинг юқори белбоғи ёғочдан, қуйи белбоғи ва панжара стерженлари ёғочдан ёки пўлатдан тайёрланади. Бундай фермаларни афзаллиги

шундаки, уларни ҳар қандай шароитда ҳам тайёрлаш мумкин. Камчилиги эса, бутун ёғоч кўндаланг кесим ўлчамларининг чегараланганлигидир.

Учбурчакли кичик ораликларда қўлланиладиган тўрт қиррали ёғоч фермаларнинг ҳавонлари пастга йўналган ёғоч, юқори белбоғи ёғоч, қуйи белбоғи ёғоч ёки пўлат, устунлари эса пўлат стерженлардан иборат бўлади. Бу турдаги фермалар соддалиги билан ажралиб туради. Улар *12 метргача* бўлган ораликларда муваффақиятли қўлланилади (*49а-расм*).

Кўпбурчакли тўртқиррали ёғоч стерженли фермалар учбурчак панжара схемали, қуйи белбоғи пўлат стерженлардан, қолган стерженлари эса ёғоч стерженлардан ташкил топган бўлади. Бу турдаги фермаларнинг ҳавон ва устунларида кичик қийматли зўриқишларни ҳосил бўлиши, уларни ёғочдан тайёрланишига имконият яратади. Ферма юқори белбоғи қиялик даражасининг кичиклиги, ўрама том ёпмаларда муваффақиятли асос бўлиб хизмат қилишига имконият яратади (*49б - расм*).

49 - расм. Тўртқирра ёғочли фермалар: *а* - учбурчакли ; *б* - кўпбурчакли

Ёғоч ферма конструкцияларининг тугунлари турли хилдир. Улар конструкциянинг асосий қисми ҳисобланади. Тугун бирикмаларининг турлари ферма панжара схемаларига узвий боғлиқдир. Ёғоч элементлари бирикмалари ичида энг ишончлиси пеш таянчдир. Лекин бу турдаги бирикма чўзилишдаги зўриқишни қабул қила олмайди.

Болтли бирикмалар сиқилиш ва чўзилиш зўриқишларини қабул қила олади. Улар асосан ферма стерженларини бириктиришда қўлланилади. Елимланган ёғочли ва бутун ёғочли ферма тугун конструкциялари ўзларининг алоҳида хусусиятларига эгадирлар.

Елимланган ёғоч ферма тугунлари шунингдек кўп қирралидир. Сегментли ва учбурчакли елимланган ёғоч фермаларнинг таянч тугунлари худди аркалар

тугунлари каби металл ёки ёғоч қопламали болтли бирикма кўринишида бўлади. Умуман олганда ферма стерженларининг бир-бири билан бирикиши стерженлар материалига, стерженларда ҳосил бўладиган зўриқишларга боғлиқдир. Зўриқишларнинг қийматларига қараб боғловчиларни тури ва ўлчамлари аниқланади.

Учбурчакли тўртқирра ёғочли фермаларнинг тугунлари қуйидагича бўлади. Таянч тугуни ўйиқ бирикма кўринишида тайёрланади. Қуйи белбоғининг таянч қисмида учбурчаксимон уя очилади ва бу уяга юқори белбоғи стерженини зич қилиб болтли маҳкамланади. Ўйиқ чуқурлиги

$1/3 \cdot h_{\text{қуйи}}$ дан катта бўлмаслиги керак. $l_{\text{ёрилиш}}$ – ёрилишга ишлайдиган қисми узунлиги эса $1,5 \cdot h_{\text{қуйи}}$ дан кичик бўлмаслиги керак. Бундан ташқари ўйиқдаги стерженлар геометрик ўқлари марказлаштирилган ҳолда бириктирилиши керак.

Юқори учидаги қирра тугун қия пеш таянч бириктириш усулида бириктирилади. Ўртадаги тугунларида икки томонлама қоплама билан бирикма ҳосил қилинади. Бунда қопламанинг қалинлиги қуйи белбоғ стержени ярим қалинлигидан кичик бўлмаслиги керак.

Кўпбурчакли тўрт қирра ёғоч фермаларнинг тугунлари турли вариант кўринишларида ҳал қилинади. Таянч тугуни пўлат таглик ёрдамида бириктирилади.

Оралиқ тугунлари пўлат қоплама ва болтлар ёрдамида маҳкамланади (50-расм).

50-расм. Тўртқирра кўпбурчакли ферманинг оралиқ тугунлари: а- учбурчакли; б- кўпбурчакли; I- таянч тугуни; II- оралиқ тугунлари.

8.2. Фермаларни ҳисоблаш

Фермага доимий ва вақтинчалик юкламалар таъсир қилади. Юкламаларнинг учинчи тури-махсус юкламалар зилзила, портлаш ёки бирор динамик таъсирлардан пайдо бўлади ва унинг вертикал ташкил этувчиси фермада қўшимча зўриқишлар

ҳосил қилиши мумкин. Лекин, мазкур қўлланмада статик юкламалар таъсирини ўрганиш билан чекланамиз.

Доимий юкламалар - том ёпма элементларининг хусусий оғирликлари ва ферманинг хусусий оғирлиги. Вақтинчалик юкламалар - қор ва шамол юкламалари ҳисобланади. Доимий ва вақтинчалик юкламалар ферма оралиғи бўйича тенг текис тарқалган ҳолатда бўлади. Кўпинча вақтинчалик шамол таъсири ферма стерженларида тескари ишора билан зўриқиш ҳосил қилади ва шунинг учун уларни қўшимча ҳисоблашларда эътиборга олинмайди. Асосан сегментли фермаларни ҳисоблашда текис тарқалган доимий ва вақтинчалик қор юкламаси таъсирлари эътиборга олинади. Агар осма жиҳозлар ёки шифт бўлса, ферманинг қуйи белбоғи тугунларига улардан тушадиган юкламалар ҳам йиғиб қўйилади ва ҳисобланади. Фермаларда геометрик ва статик ҳисоблаш ишлари бажарилади. Фермалар стерженлари, зўриқишларнинг турларига қараб махсус бириктирилади.

Фермани геометрик ҳисоблашда ферма стерженлари узунликлари, қиялиги, оралиғи, баландлиги, эгрилик радиуслари аниқланади.

Фермани статик ҳисоблашда барча ҳисобий юкламалардан ферма стерженларида ҳосил бўладиган бўйлама ички зўриқиш - N аниқланади. Фермани юқори белбоғи сиқилиш-эгилиш, қуйи белбоғи чўзилиш ва ҳавон ва устунлари эса сиқилиш ёки чўзилиш ҳолатларида ишлайди.

Ферма стерженларидаги бўйлама - N кучлар икки йўл билан аниқланади:

- 1) назарий - қурилиш механикасининг классик услублари ёрдамида;
- 2) график - Максвелл - Крмон диаграммасини қуриш йўли билан.

Стерженларнинг кўндаланг кесими, эгилувчанликни ҳисобга олган ҳолда аниқланади: юқори белбоғ стерженлари учун $\lambda = 120$; сиқилувчи панжара стерженлари учун $\lambda = 150$; қуйи белбоғ чўзилувчи стерженлари учун эса $\lambda = 400$ га тенгдир. Бунда стержен узунлиги сифатида тугунлар орасидаги масофа олинади. Юқори белбоғни кўндаланг кесимини ички зўриқишлар M -эгувчи момент ва N -

бўйлама куч қийматларидан фойдаланиб қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш ҳам мумкин:

$$A_T = \frac{0,7 \cdot N}{R_c}; \quad h_T = \frac{A_T}{b};$$

$$W_T = \frac{M}{0,8 \cdot R_{\Sigma}}; \quad h_T = \sqrt{\frac{6 \cdot W_T}{b}}. \quad (8.1)$$

бу ерда: A_T W_T , h_T - талаб қилинадиган кўндаланг кесим юзаси, қаршилиқ моменти, кўндаланг кесим баландлиги; M - эгувчи момент, R_c , R_{Σ} - сиқилишдаги, эгилишдаги ҳисобий қаршилиқлар; b - кўндаланг кесимнинг эни.

Асосан узунлиги $9 \div 36$ м бўлган фермалар кўпроқ қўлланилган. Фермаларни ҳисоблашларда уларнинг хусусий оғирлиги ҳам эътиборга олинади ва уни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$g_{\phi_{x.o}}^{\phi} = \frac{q^M + P^M}{(1000/K_{x.o} l) - 1}, \quad (8.2)$$

Учбурчакли фермалар. Том ёпмаларида катта қиялик талаб қилинганда ва асосан кичик оралиқларда ишлатилади. Уларда h/l нисбатни тўла ёғоч ферма бўлса - $1/5$, қуйи камари металл бўлса - $1/6$ ва қуйи камари металл, юқори камари елимланган ёғоч бўлса - $1/7$ гача олинади. Том қиялигини эса $1:2,5$ дан, $1:4$ гача бўлган оралиқларда олинади.

Учбурчакли фермаларни ҳисоблаш (51а – расм) . Ҳисобий зўриқишлар қурилиш механикаси усуллари ёрдамида ҳисобланади. Ферманинг юқори камари, сиқилиб - эгилувчи элемент сифатида қаралади ва ҳисобланади. Бўйлама куч бунда, e - эксцентриситет билан таъсир этади. Агар юқори белбоғи қирқимли бўлса, ҳосил бўладиган максимал ҳисобий эгувчи момент – M нинг қиймати(52б-расм):

$$M = M_q - N \cdot e, \quad M_q = q \cdot l^2 / 8 \quad \text{га тенг бўлади,} \quad (8.3)$$

бу ерда: M_q - ферма стержени ўртасидаги максимал моментнинг қиймати; $N \cdot e$ - қарама-қарши момент.

51- расм. Ферма стерженларидаги зўриқиш ва юкламалар: *a* - учбурчакли; *б* - сегментли; *I*- схемалар ва юкламалар; *II* - Максвелл - Крмон зўриқиш диаграммалари.

52-расм. Елимланган ёғоч ферма юқори камарларининг ҳисоблаш схемалари: а- сегментли ферма эгилган камарининг; б- учбурчакли фермаларни тўғри камари.

Ферма юқори камари қирқимсиз бўлса, кўпбурчакли ферма ҳисобидаги ҳисоблашлар қайтарилади (*бир хил бўлгани учун*). Қуйи металл белбоғ эса чўзилишга кучсизланган кесимларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Ферма ҳавонларини - сиқилишга ишлаганини бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлаганини эса чўзилишга текширилади.

Сегментли фермаларни ҳисоблаш (51б – расм) . Ҳозирги вақтда қурилишда 36 метргача бўлган оралиқларда елимланган ёғоч сегментли фермалар ишлатилмоқда. Агар қуйи камари (*белбоғи*) ёғоч бўлса $h/l \geq 1/6$ дан, металл бўлса $h/l \geq 1/7$ дан кам бўлмаслиги керак.

Сегментли ферманинг юқори камари елимланган ёғочли қирқимсиз қилиб тайёрланади. Айрим ҳолдагина қирқимли - ярим блокли қилиб тайёрланади.

Ферманинг юқори камари сиқилиб - эгилишга ишлагани учун, унинг кўндаланг кесими қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{\text{хис}}} + \frac{M_{\theta}}{W} \leq R_c, \quad (8.4)$$

бу ерда: $M_{\theta} = M / \xi$

53-расм. Юқори белбоғи қирқимли елимланган сегментли фермаларнинг ҳисобий схемаси

Максимал моментнинг қиймати:

$$M_q = q \cdot l^2 / 8, \quad (8.5)$$

Ферма юқори камаридаги ҳисобий моментнинг қиймати кўндаланг кучдан ҳосил бўлган M_{θ} ва бўйлама кучдан ҳосил бўлган M_N моментларининг йиғмасига тенгдир:

$$M = M_q \pm M_N, \quad (8.6)$$

Агар юқори камари қирқимли бўлса ва тенг-текис тарқалган юк таъсир этаётган бўлса, умумий момент қуйидагига тенг бўлади (52a ва 53 – расмлар).

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f, \quad (8.7)$$

бу ерда: $l - l_0$ панел узунлигининг горизонтал проекцияси; f – панел ёйи эгилиш баландлиги, $f \approx l_0^2 / 8R$; R – юқори камарнинг эгилиш радиуси.

Кўпбурчакли фермаларни ҳисоблаш. Бу турдаги фермалар металлғочли йиғма, заводда тайёрланадиган конструкциялар қаторига киради. Ферманинг юқори камари айланага ташқи ёки ички чизилган кўпбурчакдан иборат. Унинг баландлигини, оралиғига нисбатан $1/6 \div 1/7$ деб қабул қилинади. Қуйи камари металлдан, панжараси учбурчакли - устунли қилиб тайёрланади. Бу фермаларда юқори панелининг узунлиги сегментли фермаларнинг юқори панелига нисбатан кичикроқ, бунинг сабаби ёғоч брус ўлчамларининг чекланганлиги ҳисобланади.

Икки хил ҳолат бўйича ҳисоблаш ишлари бажарилади:

54-расм. Кўпбурчакли қиррали ёғоч ферманинг юқори белбоғи ҳисобига доир. а) икки ораликли қирқимсиз; б) икки ораликли қирқимли.

1) Ҳисоблаш икки ораликли қирқимсиз тўсин кўринишида олиб борилади. Бунда ўрта таянчда тенг тарқалган юкдан ҳосил бўлган момент (54a – расм):

$$M_q = -q \cdot l^2 / 8, \quad (8.8)$$

бу ерда: l – панел узунлигининг проекцияси.

Нормал куч - N четки таянчга e - эксцентриситет билан қўйилган.

$$M_N = N \cdot e, \quad (8.9)$$

Ўрта таянчдаги моментнинг қиймати:

$$M_N = 0,5 \cdot N \cdot e, \quad (8.10)$$

чунки момент эпюраси, ўрта таянчдан $1/3 \cdot l$ масофадан, яъни фокус нуқтасидан ўтади.

Ўрта таянчдаги ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q + M_N = -q \cdot l^2 / 8 + 0,5 \cdot N \cdot e, \quad (8.11)$$

Номарказий қўйилган N куч ҳисобий эгувчи моментни камайтиради:

$$M = q \cdot l^2 / 16 - N \cdot e / 4 \quad (8.12)$$

Ҳисобий момент сифатида кўпинча ўрта таянчдаги моментнинг қиймати олинади.

Кўндаланг кесими қуйидаги формула ёрдамида текширилади.

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_o}{W_{хис}} \leq R_c, \quad M_o = \frac{M}{\xi}, \quad (8.13)$$

бу ерда: ξ - коэффициент юқори камарни эгилишга мойиллиги орқали аниқланади. Бунда l - сифатида панелнинг умумий узунлиги олинади, захира мустаҳкамликка эришиш учун шундай қилинади.

2) икки ораликли қирқимлида оралик ўртасидаги моментнинг қиймати

қуйидагига тенг (54б – расм):

$$M_q = q \cdot l^2 / 8; \quad (8.14)$$

Бу ерда: l - панел узунлигининг проекцияси.

N - нормал кучдан ҳосил бўлган моментнинг қиймати:

$$M_N = N \cdot e \quad (8.15)$$

Ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q - M_N = q \cdot l^2 / 8 - N \cdot e \quad (8.16)$$

Кўндаланг кесимини юқоридаги 1) даги сингари текширилади. Қуйи камарининг кўндаланг кесими чўзилишга, болт учун очилган тешиқларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Ҳавонларнинг сиқилишга ишлайдигани бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлайдигани эса чўзилишга текширилади.

Такрорлаш учун саволлар

1. Фермаларни қандай турлари мавжуд?
2. Фермаларни қайси усуллар билан ҳисобланади?
3. Ферма стерженларида қандай зўриқишлар ҳосил бўлади?
4. Фермалар қандай оралиқларда қўлланилади?
5. Фермаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда қандай юкламалар эътиборга олинади?

9 - БОБ

Фазовий конструкциялар

9.1. Куббаларнинг конструктив шакллари. Айланма тўрсимон куббалар. Йиғма конструкциялар

Фазовий конструкциялар икки ва ундан ортиқ текисликлар бўйича таъсир этаётган ташқи кучларга қаршилиқ кўрсата оладиган конструкциялардир (55 – расм).

Улар кичик оралиқларда $3 \div 4$ метргача, ўрта оралиқларда 36 метргача, катта оралиқларда 100 метргача, кубба 140 метргача, гумбаз 257 метргача бўлган оралиқларда қўлланилади.

Геометрик кўринишлари бўйича уларни қуйидаги турларга бўламиз: призмасимон; цилиндрсимон; эллипссимон; 4) гиперболасимон.

Конструктив нуқтаи назардан уларни икки турга бўлиш мумкин: куббалар ва гумбазлар.

Конструкциявий бажариш бўйича уларни юпқа деворли, қобирғали, панжарали, текис сиртли, тўлқинсимон, йиғилган ва кўндаланг кесими турлари бўйича эса яхлит, бир қатламли, икки қатламли ва уч қатламли турларга бўлинади.

Тайёрланадиган материалга қараб куббалар қуйидаги турларга бўлинади: пластмассали, ёғочли, елимланган фанерли ва аралаш конструкцияли.

Горизонтал кучни узатиш бўйича ҳам уларни қуйидаги турларга бўлиш мумкин: пойдеворга, мадад берувчи конструкцияга ва тортиб турувчи элементга узатувчи.

Статик схемаси бўйича икки ва уч шарнирли турларга бўлинади.

Конструктив шакллар ичидан энг кўп тарқалгани ва қўлланилгани гумбазлардир, иккинчи ўринда эса куббалар туради.

Текис сиртли пластмассали куббалар (яхлит, бир қатламли ва икки қатламли) кичик 4 метргача бўлган оралиқларда қўлланилади (ёпиқ пиёдалар ўтиш жойларида, ёниш фонарларида). Улар олдиндан зўриқтирилган, ёруғлик ўтказадиган ва ўтказмайдиган қилиб тайёрланади. Асосий хом-ашё полиэфирли стеклопластикадир.

Фазовий конструкциялар қуйидаги асосий шаклларда кўпроқ учрайди: текис, цилиндрсимон - куббасимон, сферасимон- гумбазсимон ва икки эгри сиртли.

55-расм. Ёғоч фазовий конструкцияларининг схемалари: а-кубба; б-йиғма.
1-кубба; 2-тортқич; 3- фронтон; 4-мауэрлат.

Кесишувчи тўсиндан ташкил топган панжара - ёғоч тўсинлардан тайёрланадиган фазовий конструкциядир. Бу тўсинлар тугунлари металл ёрдамида маҳкамланади. Тўсинли панжаранинг ҳисобий схемаси статик ноаниқ даражали бўлиб, у тугунлар сонига боғлиқдир. Бу конструкциянинг афзаллиги шундаки, ундаги тўсинларнинг кўндаланг кесимлари кичикдир. Аммо, тугунлар ва улардаги боғланишларни мураккаблиги жуда юқоридир. Айланма тўрли кубба (56 - расм) панжара, алоҳида стерженлардан ташкил топган тўрдан иборат. Стерженлар бутун ёғочли, елимланган ёғочли ёки елимланган фанера қутисимон кесимли - доимий ёки ўзгарувчан, тўғри ёки эгри бўлиши мумкин. Бу стерженлар тугунларда болтли, ўйиқли, пўлат қопламалар ёрдамида бириктирилиши мумкин. Кубба тортқичли ёки тортқичсиз бўлиши мумкин. Куббанинг чеккаси эгри шаклли фронтонларга таянади. Бутун ёғочли айланма тўрли куббани оралиғи *18 метргача* бўлиши мумкин. Елимланган ёғочли ва елимланган фанерли айланма тўрли куббалар оралиқлари *60 метргача* ҳам етиши мумкин. Айланма тўрли кубба икки шарнирли статик схемага эга ва у уч шарнирли сегментли ёки кўрсаткичсимон арка статик схемаларидан фойдаланиб ҳисобланиши мумкин.

56-расм. Айланма тўрли кубба: а-схемаси; б-элементи; в-туғуни;

Айланма-тўрли кубба ҳисоби. Айланма тўрли кубба мураккаб фазовий стерженлар системасидан иборат бўлиб, уни катта аниқлик билан ҳисоблаш жуда қийин. Амалиётдаги ҳисоблашларда яқинлашиш усулидан фойдаланилади. Бу усулни қуйидагича тушунтириш мумкин.

Ҳисоблашларда куббанинг ўқиға перпендикуляр йўналишда ва тўр қадами катталиғи бўйича ҳисоблаш кенглиғи ажратилади. Худди шу ажратилган кенглик

бўйича уни икки шарнирли ёки уч шарнирли доимий бикрликка эга бўлган арка деб тасаввур қилинади. Арканинг кўндаланг кесими икки стержен кўндаланг кесимлари йиғиндисига тенгдир, инерция моменти эса битта стержень инерция моментига тенг қилиб олинади (*шарнирсиз тугунли айланма елимланган фанерли тўрли қуббаларда арка инерция моменти икки стержен инерция моментига тенг қилиб олинади*).

Асосий стержендаги эгувчи моментнинг қиймати:

$$M_1 = M_a / \sin \alpha, \quad (9.1)$$

бу ерда: M_a -аркадаги ҳисобий момент; α - ҳосил қилувчи ўқ билан асосий стержен орасидаги бурчак.

Тиралувчи стерженлардан бурувчи момент ҳосил бўлади ва бу моментни том тўшамаси қабул қилади. Шунинг учун бурувчи моментни, стерженларни ҳисоблашларда эътиборга олинмайди.

Елимланган фанерли шарнирсиз тугунли айланма тўрли қуббаларда ҳар икки йўналишлардаги стерженлар эгувчи моментни қабул қилинади:

$$M_1 = M_a / 2 \sin \alpha \quad (9.2)$$

Фазовий конструкция бўлганлиги учун фронтонлар айланма тўр эгилишини ва эгувчи моментни камайтиради, бикрлигини эса оширади. Бикр фронтонларни таъсири κ_ϕ - фронтон коэффиценти орқали ҳисоблашларда эътиборга олинади ва у $B/S_{\text{ёй}}$ нисбатига боғлиқдир:

7-жадвал. κ_ϕ -фронтон коэффиценти қийматлари

$B/S_{\text{ёй}}$	1 ва ундан кичик	1,5	2	2,5 ва ундан катта
κ_ϕ	2	1,4	1,1	1

бу ерда: B - бикр фронтонлар орасидаги масофа; $S_{\text{ёй}}$ - қубба кўндаланг кесимининг ёй узунлиги.

57-расм. Стержендаги эгувчи моментни аниқлаш схемаси.

58-расм. Қубба тугунларида нормал кучларни ёйилиш схемалари.

Шундай қилиб айланма тўр кубба стерженида ҳосил бўладиган эгувчи моментнинг ҳисобий қиймати:

$$M_x = M_a / \xi \cdot K_\phi \cdot \sin \alpha, \quad (9.3)$$

Елимфанер стерженли шарнирсиз вариантда эса

$$M_x = M_a / \xi \cdot K_\phi \cdot 2 \sin \alpha, \quad (9.4)$$

Бўйлама куч иккала йўналишдаги стерженлар томонидан бир хилда қабул қилинади:

$$N_1 = N_{арка} / 2 \cdot \sin \alpha$$

$$N_I = N_a / 2 \cdot \sin \alpha. \quad (9.5)$$

Стерженлардаги кучланиш қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\frac{N_a}{2 \cdot A_c \cdot \sin \alpha} + \frac{M_a}{\xi \cdot K_\phi \cdot W_c \cdot \sin \alpha} \leq R_c, \quad (9.6)$$

бу ерда: A_c, W_c - стерженнинг соф кўндаланг кесим юзаси ва қаршилиқ моменти; α - стержен бўйлама ўқи билан ҳосил қилувчи ўқ орасидаги бурчак;

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N_a}{3000 \cdot 2 \cdot A_{ym} \cdot R_c \cdot \sin \alpha}, \quad (9.7)$$

λ - куббани эгилувчанлиги ва болтли маҳкамланган тугунли айланма-тўрли куббаларда қуйидаги

формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / 2 A_{ym}}} \approx \frac{3l_0}{\sin \alpha \cdot h_{стержен}}, \quad (9.8)$$

бу ерда: $0,6$ - кубба турини фазовий ишлашини эътиборга оладиган эмпирик коэффициент.

Кўрсаткичсимон кўринишдаги куббалар учун бу коэффициент $0,7$ га тенгдир.

Кубба ёйининг бир томонлама юкламадаги эркин ҳисобий узунлиги $l_0 = 0,58 \cdot S_a$ олинади.

Елимланган фанера стерженли шарнирсиз тугунли кубба учун:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / A_{ym}}} = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \cdot r_{стержен}}, \quad (9.9)$$

бу ерда: $0,6$ - эмпирик коэффициент.

Ўйик бирикма тугунли куббалар учун:

$$\lambda = \frac{0,75l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{y.m} / 2A_{y.m}}}, \quad (9.10)$$

бу ерда: 0,75 - эмпирик коэффициент.

Агар кубба кўрсаткичсимон бўлса эмпирик коэффициентни 0,85 олиш керак. Айланма тўрли куббаларнинг(шарнирсиз тугунли куббалардан ташқари) барча вариантларида, тугунларда асосий стержен тиралувчи стерженлар томонидан эзилади. Шунинг учун асосий стерженининг ён томони эзилишга текширилиши керак. Эзилиш кучи қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N_c = \frac{N_a}{2 \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha}. \quad (9.11)$$

Болт бирикмали айланма тўрли куббалардаги кучларнинг ёйилишини - расмдан кўриш мумкин. Айланма-тўрли куббалар тугунидаги болтда ҳосил бўладиган зўриқиш:

$$N_\sigma = \frac{N_a \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha}{2 \sin \alpha}. \quad (9.12)$$

Стерженлардаги сиқилиш зўриқишининг куббани ҳосил қилувчи йўналишидаги тенг таъсир этувчиси:

$$N_{m.m.э} = N_a \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (9.13)$$

Тенг таъсир этувчини аркага маҳкамладиган тўшаманинг бўйлама тахтаси қабул қилади. Ҳар бир b - кенгликдаги тахтани аркага маҳкамлаш учун зарур бўладиган михлар сони қуйидагича аниқланади:

$$N_{мих} = N_{m.m.э} b / \Delta S \cdot T_{мих}, \quad (9.14)$$

бу ерда: $N_{мих}$ - михлар сони; b - тахта эни; $N_{m.m.э}$ - тенг таъсир этувчи бўйлама куч; $T_{мих}$ - михни юк кўтариш қобиляти; ΔS - битта асосий стерженни оралик бўйича горизонтал проекцияси.

Уч қатламли кубба - алюминий қопламали ва ўртасида пенопласт қатламли, плиталардан эгрилиги билан фарқланади. Шакли бўйича сегментли, кўрсаткичсимон тортқичли ёки тортқичсиз бўлиши ва зўриқишларни деворга ёки пойдеворга узатиши мумкин. Бу куббаларни елимланган ёғоч сегментли аркалар ҳисобий схемаларидан фойдаланиб ҳисобланади.

Елимланган ёғоч гумбазлар катта оралиқли жамоат биноларининг том ёпмаларида қўлланиладиган энг самарали конструкциялардан бири ҳисобланади. Уларнинг диаметрлари *50 метрдан 100 метргача*, баландлиги эса $1/6$ дан $1/2$ гача диаметрга нисбатан бўлиши мумкин. Улар кўпинча сферасимон шаклда бўлади. Конструкциясини турига қараб қобирғали, қобирға - ҳалқали, тўрли ва қобирға-тўрли бўлади.

Қобирға гумбаз - ёй бўйича эгилган елимланган ёғоч қобирғадан, меридиан бўйича бир-биридан бир хил масофада қўйилган қобирғалардан ташкил топган (*59a – расм*).

59-расм. Елимланган ёғоч гумбаз: *a* - қобирғали; *b* – қобирға-ҳалқали; *1* - қобирға ; *2* - юқори учидаги ҳалқа; *3* - пойдевордаги таянч ҳалқаси; *4* - оралиқ ҳалқаси; *5* - боғловчилар; *6* - қобирғали гумбаз қобирғасининг ҳисобий схемаси; *7* - худди шундай, ҳалқасимон гумбазнинг.

Уларда иккита, юқори ва таг қисмида таянч ҳалқалари бўлади. Юқоридаги учида ёғоч ёки металл таянч ҳалқа, қуйи учида эса кўпинча темирбетон таянч ҳалқа бўлади. Қобирғаларга ёғоч тўшама ва сарровлар ёки елимфанерли тўшамалар маҳкамланади. Аркасимон қобирғалар бир неча жойларидан қия том боғловчилари ёрдамида бир - бирига боғланади.

Қобирға-ҳалқали гумбаз (*59б - расм*) қобирғали гумбаз кабидир. Фақат бу турдаги гумбазларда оралиқ горизонтал ҳалқалар мавжуддир. Ҳалқа вазифасини тўғри чизиқли бутун ёғоч ёки елимланган ёғоч тўсинлар бажаради ва улар кўпбурчакларни ҳосил қилади. Ҳалқа тўсинлар қобирға -ҳалқали гумбазни фазовий бир бутун бўлиб ишлашини таъминлайди. Қобирға - ҳалқали гумбазни юк кўтариш қобиляти, ҳалқасиз қобирғали гумбазнинг юк кўтариш қобилятидан каттадир.

Қобирғали гумбаз фазовий стерженли конструкция сифатида асосан хусусий оғирлиги ва қор юкламаси таъсирларига ҳисобланади. Аркасимон қобирғалар шартли равишда уч шарнирли аркаларнинг битта текисликдаги икки ярим аркаси сифатида қаралади. Ташқи юкламалар учбурчак эпюраси бўйича таъсир қилиб, тегишли юк майдонлари билан таянчда максимал, учида эса нолга тенг бўлади. Статик ҳисоб натижасида қобирға кўндаланг кесим ўлчамларини аниқланади ва

сиқилиш-эгилишга ишловчи ёғоч элементларини ҳисоблаш формулалари ёрдамида мустаҳкамлиги текширилади.

Қобирға-халқали гумбазлар фазовий статик ноаниқ стерженли конструкциялар каби ишлайди ва улар ҳам қобирғали гумбазлардаги юкламалар таъсирига ҳисобланади. Статик ҳисоблашда қобирғаларни шартли уч шарнирли аркаларнинг ярим аркаси сифатида қаралади, фақат халқалар бириккан жойларида қўшимча горизонтал таянчларни сиқилиш -эгилишга текшириш орқали аниқланади. Халқа стерженларини устиворлигини ҳисобга олган ҳолда сиқилишга текшириш орқали кўндаланг кесим ўлчамларини танланади. Агар том тўшамаси уларга маҳкамландиган бўлса, улар сиқилиш-эгилиш ҳолатига ҳисобланади. Таянчдаги ва учидаги халқалар сиқилишга ёки чўзилишга ишлайди ва ҳисобланади.

Тўрли елимланган ёғоч гумбазлар сферасимон сирт устида тўр ҳосил қилган кўринишда бўлади. Бу тўрлар учбурчакли ёки бешбурчакли ячейкалардан ташкил топган бўлиши мумкин. Бу гумбазларда қобирғалар ва энг юқоридаги таянч халқа бўлмайди. Тўрли гумбаз конструкцияси таянч пойдевордаги халқага маҳкамланади. Бу конструкцияларни ҳисоблашда ҳам доимий ва вақтинчалик қор юкламаларини эътиборга олинади. Тўр стерженларини сиқилишга ишлашидан келиб чиққан ҳолда, сферасимон куббалар ҳисобидаги моментсиз назария ёрдамида ҳисобланади. Бунда фақат халқа ва меридиан зўриқишлари аниқланади, ҳосил бўладиган бўйлама кучларни топилади. Стерженларда бундан ташқари том ёпма элементларидан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни ҳам аниқланади ва кўндаланг кесим ўлчамлари сиқилиш-эгилиш ҳолатида танланади ҳамда текширилади. Тўрли гумбазларда халқа чўзилишга ишлайди ва чўзилишга ҳисобланади.

Қобирға-тўрли елимланган ёғочли гумбаз, қобирғали гумбазга ўхшайди. Бунда қобирғалар орасида айланма-тўрли ёки тўрли гумбазлардаги каби тўр бўлади. Бу гумбазлар худди қобирғалилардаги каби ҳолатларга ишлайди ва ҳисобланади.

Уч қатламли йиғмалар, йиғма шакл конструкцияли том ёпмаларда қўлланилади. Улар текис ёқлардан ташкил топган бўлади ва бу ёқлар бир -бири

билан бурчак остида бириктирилгандир. Йиғмалар қатлами таркиби: қуйи ва юқори алюминийли қопламалар ва орасида иссиқлик сақлагич вазифасини ўтайдиган пенопласт. Бу йиғмалар фазовий конструкциялар турига киради ва *30 метргача* бўлган оралиқларда қўлланиши мумкин.

Йиғма конструкциялар енгиллиги билан ажралиб туради, лекин қиш мавсумида йиғма конструкцияларда қор тўшамаларининг ҳосил бўлиб қолиши хавфлидир.

Тиниқ пластик ойнадан ва органик ойнадан тайёрланадиган гумбаз ва куббаларни *6 метргача* бўлган кичик оралиқларда қўлланишининг асосий сабаби, бу материаллар қалинлигининг кичиклиги ва мустаҳкамлигининг пастлигидир. Бу турдаги конструкцияларга мисол қилиб ишлаб-чиқариш ва жамоат биноларидаги фонар-ёритгичларни келтириш мумкин.

Органик ойнанинг ультрабинафша нурларини ўтказиш қобилияти хоналарда микроиклим соғлом муҳитини ҳосил қилади.

Уч қатламли плита гумбазлар учбурчакли ёки бешбурчакли текис, ёки эгилган алюминий-пенопласт плиталардан ташкил топган бўлади. Уларни юк кўтариш қобилияти катта ва улар *50 метргача* бўлган диаметрли оралиқларни ёпиши мумкин.

Такрорлаш учун саволлар

1. Гумбазлар қандай оралиқларда қўлланилади ?
2. Куббаларни қандай турлари мавжуд ?
3. Фазовий конструкциялар қандай ҳисобланади ?
4. Ривожланган қайси чет мамлакатларда енгил ёғоч ва пластмасса фа-зовий конструкцияларидан фойдаланиб иншоотлар кўплаб қурилган ?
5. Фазовий конструкция деганда нимани тушунасиш ?
6. Фазовий конструкциялар қайси оралиқларда қўлланилади ?
7. Фазовий конструкцияларни қандай турлари мавжуд ?

9.2. Пневматик қурилиш конструкциялари

Пневматик конструкциялар ишлаш тавсифлари бўйича осма ва тент мембрана фазовий конструкцияларига жуда яқиндир. Бу конструкцияларнинг қобирғалари материаллардан тайёрланади. Улар шаклини фақат олдиндан кучланиш берилган тақдирдагина оладилар. Тент мембраналаридан фарқли улароқ (*уларда олдиндан бериладиган кучланиш механик усулда ҳосил қилинади*), пневматик конструкцияларида олдиндан бериладиган кучланиш, босимлар фарқи ҳисобига ҳосил бўлади (*ички ортиқча босим ёки вакуум*).

1940-йилларда кимё фанининг ривожланиши, юксалиши муносабати билан пневматик конструкциялар қўлланила бошланди.

Пневматик конструкциялар мустақил ҳаво таянчли(60-*расм*) ва ҳаво каркасли(61-*расм*) гуруҳларга бўлинади. Учинчи тури-ҳаво вантли (62-*расм*) конструкциялар ҳам мавжуд, лекин улар жуда кам қўлланилади.

Ҳаво каркасли - бу ҳаво тўлдирилган стержен ёки панел, унинг юк кўтариш қобилияти стержен ёки панел ичидаги ҳаво босими орқали таъминланади.

Катта ички босим - *150 кПа гача*, герметикликни ва материал мустаҳкамлигини талаб қилади. Унинг қўлланиш оралиғи *15 - 16 м* ларни

60- *расм*. Ҳавотаянчли конструкциялар - ҳаво қобик: *а* - умумий кўринишлар; *б*- қир-қим схемаси; *в* - ҳисобий схема; *1* - ҳавогумбаз; *2*- сферасимон ёнли ҳаво-қубба; *3* - ҳавоқубба; *4* -қобик; *5* - шлюз; *6* - таянч чизиғи; *7*-ҳаво берувчи қурилма.

61-*расм*. Пневмокаркасли конструкциялар:1-пневмотўсин; 2- пневмоустун; 3-пневмо-арка.

62-*расм*. *а*)-ҳавовантли қубба ва *б*)-қуббани ишлаш схемаси: *1* - қобик; *2* - пўлат винтлар; *3* - пойдевор.

ташқил қилади. Ҳаво каркасли конструкцияларнинг нархи ҳаво таянчли конструкцияларникидан *3 - 5* баробар қимматроқдир. Унинг мана шу камчилиги дунё бўйича уларнинг кенг қўлланишига тўсқинлик қилиб келмоқда. Ҳаво каркасли конструкцияларнинг афзаллиги ички муҳитда ортиқча ички ҳаво босимининг йўқлигидир.

Ноанъанавий ҳаво каркасли конструкцияларнинг қўлланилишига мисоллар келтирайлик: Фудзи павильони ва ЭКСПО - 70 Осакадаги сузиб юрувчи пневматик театрнинг том ёпмаси (Япония).

Фудзи павильони 16 та диаметри 4 метр ва узунлиги 78 метр бўлган пневмоаркалардан ташкил топган (унинг диаметри 50 метр). Унинг икки ён томонида 10 метр кенгликдаги очиклик мавжуд. Уни чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги 400 кН/м ва массаси 3,5 кг/м² бўлган поливинилспирт толасидан ташкил топган материалдан тайёрланган. Материални ташқи томони хайпалон, ички қисми поливинилхлорид билан қопланган. Арка ичидаги оддий босим 10 кПа, агар шамол кучайса босимни 25 кПа гача кўтарилиш мумкин. Умуман олганда аркаларни диаметри 1 м дан ошмайди, лекин Фудзи павильонида қўлланилган ҳаво каркасининг диаметри 4 м ни ташкил қилади. Каркас диаметрининг оширилиши ички босим ва чўзувчи зўриқишни камайтиришига олиб келган.

Ҳаво таянчли конструкциялар ҳавога таянади(60-расм). Улар лойиҳадаги ҳолатни кўтариб туришлари учун, ташқи ва ички ҳаво босимларининг фарқи бўлади.

Ташқи таъсирга чидамли бўлиши учун ички босим 10-40 кПа оралиғида бўлиши мумкин. Бу конструкциялар дунёда кенг қўлланилмоқда. Мазкур турдаги том ёпмалар соддалиги, арзонлиги ва катта оралиқларни ёпиш имконияти борлиги билан фарқ қилади. Энг кўп тарқалган шакли - цилиндрсимон ва сферасимон.

Амалиётда улар 50-70 метргача бўлган оралиқларда қўлланилган. Агар улар винтлар билан кучайтирилса 168 метргача бўлган оралиқларда ҳам қўлланиши мумкин. Масалан, Германияда 20000 киши яшайдиган шаҳарчани баландлиги 240 метр, диаметри 2 километр гумбаз шаклида ёпиш лойиҳасини немис муҳандиси Отто раҳбарлигида ишлаб чиқилган. Бу гумбазнинг юк кўтарувчи канати - полиэфир толасидан тайёрланган диаметри 270 мм ли синтетик арғамчидир. Ишлаш муддати 100 йилга кафолатланган, қобиқ остидаги босим бор йўғи 250 Па ни ташкил қилади.

Сферасимон кўринишдаги пневматик гумбазлар қуйидаги диаметрларда тайёрланади: 12, 24, 36, 42, 60 метр .

Цилиндрсимон кўринишдаги пневматик қуббалар 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 метр кенгликда ва 24 метрдан 90 метргача бўлган узунликларда ҳамда 6 метр дан 20 метргача бўлган баландликларда ишлаб чиқарилади.

Пневматик конструкциялар учун материаллар. Пневматик конструкциялар учун кўпроқ ипли устини резина ёки полимер билан қопланган газламалар, камроқ бир қатламли ёки икки қатламли юқори мустаҳкамликка эга бўлган плёнкалар қўлланилади. Газламалар табиий ва сунъий синтетик толалардан тайёрланади. Табиийларига каноп, пахта, зиғир толалари, сунъийларига эса вискоза, ойна толаси киради. Синтетик толалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: полиамидли -капрон, нейлон, дедерон, перлон, силон, стилон ва бошқалар; полиэфирли-лавсан, дакрон, гризутен, диолон, тревира, теторон, терилон ва бошқалар; полиакрилли- нитрон, орлон, дралон ва бошқалар; жуда кам поливинилспиртли-винол, винилон ва бошқалар.

Ҳаво ва сув ўтказмаслиги учун газлама асоси бир томонидан ёки икки томонидан синтетик каучук ёки пластмасса билан қопланади.

Пневматик конструкцияларни ҳисоблаш тизимлари. Пневматик конструкцияларни ҳисоблаш қуйидаги масалаларни ечишни ўз ичига олади:

1. Қуббани мақбул шаклини топиш.
2. Куч таъсири характери ва миқдорини аниқлаш.
3. Қубба материаллини физик - механик хоссаларини ва ҳисобий қаршилигини аниқлаш.
4. Юклама таъсирида қуббани кўчишини аниқлаш.
5. Қуббани кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолатини аниқлаш.

Пневматик конструкцияларни ҳам икки гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади: 1) юк кўтариш қобилияти бўйича-мустаҳкамлик ва устиворлик;

2) деформация бўйича-солқилик, йиғма ҳосил бўлиши ва табиий эгрилигини сақлаш бўйича.

Пневматик конструкцияга қуйидаги асосий юкламалар таъсир қилади (48б – расм) : ички босим, шамол ва қор юкламалари. Хусусий оғирлиги кичиклигини эътиборга олиб ҳисоблашларда уни ҳисобга олинмайди. Лекин айрим ҳолларда, масалан кубба остидаги ички босим кичик бўлган тақдирда хусусий оғирлик етарли таъсир кўрсатиши ҳам мумкин. Тажрибалар асосида шамол тезлиги босими ва пневматик конструкция ичидаги ички босими қийматлари ўртасидаги нисбат- ψ аниқланган ва унга асосан конструкция учун энг ноқулай босимлар қийматларини аниқлаш мумкин. Қуйида шу нисбатлар ва уларга мос келадиган пневматик конструкциялар кўринишлари келтирилди. Кубба сферани $3/4$ қисми шаклини олса, $\psi \leq 1,1$; ярим сфера учун $\psi \leq 0,8$; ёнлари сферасимон кўринишдаги ярим цилиндр учун $\psi \leq 0,7$. Бунда $\psi \leq P/g$ тенгсизликка асосланилади (P - ички босим; g – конструкциянинг хусусий оғирлиги). Қор таъсирини куббаларда

$$P(\varphi) = P \cdot \cos \varphi \quad \text{ёки} \quad P(\varphi) = P \cdot \cos 2\varphi, \quad (9.15)$$

бу ерда: φ - кубба нуқтасига ўтказилган уринма қиялик бурчаги ($\varphi \geq 45^\circ$ бўлган ҳолда кубба устида қор турмайди); P - қорнинг меъёрий қиймати.

Албатта пневматик конструкцияларни асоси материал газлама эканлигини, материал эса икки перпендикуляр йўналишдаги иплардан ташкил топганлигини, шунинг учун бўйлама- R_6 ва кўндаланг- R_k йўналишлардаги ҳисобий қаршиликлари бўйича ҳисоблаш ишларини бажарилиши керак.

Агар пневматик конструкция, материални йиртилишидан олдин юк кўтариш қобилиятини йўқотадиган бўлса, уни албатта устиворликка ҳисоблаш зарур.

g Деформация бўйича пневматик конструкцияларни ҳисоблашда унинг максимал нисбий солқилигини аниқлаш талаб қилинади. Пневматик конструкцияларни эгилиши бўйича ҳозирча меъёрлар йўқ, уни эксплуатация шартлари бўйича қабул қилиниши белгилаб қўйилган. Солқиликнинг катта бўлиб кетиши пневматик конструкциянинг ишдан чиққани эмас, фақат ортиқча солқилик

иншоотдан фойдаланишга халакит бермаса бўлди. Ҳавотаянчли конструкцияларда солқиликни қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

-сферасимон ҳавотаянчли қуббалар учун

$$f = \frac{3P}{5p_{u.b} \cdot r}; \quad (9.16)$$

- цилиндрсимон ҳавотаянчли қуббалар учун

$$f = \frac{P_k^m}{2p_{u.b}}, \quad (9.17)$$

Бу ерда: P- 1та ишчини асбоблари билан тахминий вазни, 1 кН(100кг куч) га тенг бўлган вазни, ёки меъёрий 1 м² га тушадиган қор юкламаси; P_к^м - қубба учидаги 1 метр кенгликдаги меъёрий қор юкламаси; r-қубба сирт эгрилик радиуси; p_{и.б}- ички босим.

Одатда ҳавотаянчли конструкцияларни ҳисоблашда материални деформацияланишини эътиборга олинмайди. Ҳавокаркасли конструкцияларни йиғма ҳосил бўлиши бўйича ҳисобланади, сабаби уларда йиғма ҳосил бўлишига рухсат этилмайди. Бу ҳисобда энг минимал -σ_{мин} чўзилишдаги кучланишни аниқлаш ва шартни текшириш ва уни нолга тенг бўлиб қолишига йўл қўйилмаслик ҳал қилинади. Ҳаво таянчли конструкциялардаги ички ҳаво босими қийматини, қуббани лойиҳавий ҳолатини сақлаб қолиши шарти бўйича максимал ҳисобий шамол босимидан катта ёки тенг бўлиши шартидан аниқланади:

$$p_{u.b} \geq q_m, \quad (9.18)$$

ундан кейин худди шу тенгсизлик орқали максимал рухсат этилган қор юкламаси

аниқланади,

$$p_{u.b} \geq q_k. \quad (9.19)$$

Ҳавотаянчли конструкцияларни ҳисоблаш. Ҳавотаянчли сферасимон қуббалар ва r- радиусли цилиндрсимон қуббаларнинг сфера қисмининг горизонтал(халқаси) кесими бўйича мустаҳкамлиги , ички ва ҳисобий максимал шамолни сўриш босими бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = (p_{u.b} + q_m) \frac{r}{2} \leq R_b, R_k; \quad (9.20)$$

Бу ерда: $p_{и.б}$ - ички босим; $q_{ш}$ - шамол босими; R_{δ} ва R_{κ} – материалнинг бўйла-ма ва кўндаланг йўналишлардаги ҳисобий ҳаршиликлари

Вертикал(меридиан) кесимларини мустаҳкамлигини, ички ҳаво босими, сўрувчи шамол босими ва гумбазни юқори қисмига қўйилган симметрик қор юкламаларини ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш} + q_{\kappa}) \frac{r}{2} \leq R_{\delta}, R_{\kappa}; \quad (9.21)$$

Цилиндрсимон ҳавотаянчли қуббалар(r -радиусли) параллел ташкил этувчилари бўйича ички ҳаво босими, ҳисобий максимал сўрувчи шамол босими бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш})r \leq R_{\delta}, R_{\kappa}; \quad (9.22)$$

Пневматик конструкцияларнинг ташкил этувчисига перпендикуляр текисликдаги кесимлари, агар ён томонлари текис ва цилиндрсимон бўлса $\sigma = (p_{и.б} + q_{ш}) \frac{r}{2} \leq R_{\delta}, R_{\kappa};$ (9.23)

агар ён томонлари сферасимон бўлса,

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш} + q_{\kappa}) \frac{r}{2} \leq R_{\delta}, R_{\kappa} \quad (9.24)$$

формулалар ёрдамида ҳисобланади.

Ҳавокаркасли конструкцияларни ҳисоблаш. Ҳавокаркасли конструкцияларни материали чўзилади ва каркас радиуси ўзгариши мумкин, лекин буни ҳисоблашларда эътиборга олинмайди.

Марказий сиқилишга ишловчи r - радиусли пневматик устунлар параллел ташкил этувчилари бўйича ички босим таъсирига қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = p_{и.б} \cdot r \leq R_{\delta}, R_{\kappa}. \quad (9.25)$$

Ташкил этувчига перпендикуляр кесими мустаҳкамлиги бўйлама сиқувчи кучни эътиборга олмаган ҳолда ички босим таъсирига ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{p_{и.б} \cdot r}{2} \leq R_{\delta}, R_{\kappa}. \quad (9.26)$$

Ҳавокаркасли устунлар сиқувчи N-бўйлама куч таъсирига устиворликка ҳисобланади:

$$N \leq p_{u.б} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \varphi, \quad (9.27)$$

бу ерда: φ - устиворлик коэффициенти(8-жадвал).

8-жадвал. Пневматик конструкциялар учун бўйлама эгилиш коэффициенти- φ нинг қиймати

λ	Ички босим, МПа(кгс/см ²)				
	0,1(1)	0,15(1,5)	0,2(2)	0,25(2,5)	0,3(3)
20	0,85	0,75	0,62	0,41	0,3
30	0,45	0,35	0,27	0,27	0,2
40	0,3	0,23	0,19	0,17	0,15
50	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
60	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06

Марказий-чўзилувчи пневматик стерженларнинг(r-радиусли) параллел ташкил этувчи бўйича кесим мустаҳкамлиги қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\sigma = p_{u.б} \cdot r \leq R_{\sigma}, R_{\kappa}; \quad (9.28)$$

Ташкил этувчига перпендикуляр кесими мустаҳкамлиги бўйлама чўзувчи N кучни эътиборга олган ҳолда ички босим таъсирига ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{p_{u.б} \cdot r}{2} + \frac{N}{2\pi r} \leq R_{\sigma}, R_{\kappa}. \quad (9.29)$$

Пневматик тўсинлар кўндаланг эгилишга ишлайди ва улар мустаҳкамлик ҳамда устиворликка ҳисобланади. Улар қаттиқ конструкциялардан фарқли ўлароқ, материали йиртилмасдан юк кўтариш қобилиятини йўқотиши мумкин.

63-расм. Йиғма ҳосил бўлиши бўйича эгилувчи пневмоэлементи чегаравий ҳолати: а - пневмоэлементи кўндаланг кесими; б-ички босимдан кучланиш эпюраси; в- куббадаги чўзувчи кучланиш эпюрасини ўрта текисликка проекцияси; г- куббадаги чўзувчи кучланиш эпюрасининг ярмини ўрта текисликка ёйиш.

Ички ҳаво босимини кўндаланг кесим бўйича тенг таъсир этувчиси,

$$N = p_{u.б} \cdot \pi \cdot r^2. \quad (9.30)$$

Мувозанат шарти бўйича чегаравий чўзилишдаги максимал кучланиш,

$$\sigma = p_{u.6} r \quad (9.31)$$

Тенг таъсир этувчи ҳавонинг ички босими ва куббадаги чўзувчи тенг таъсир этувчи кучланиш орасидаги эксцентриситет- e га тенг,

$$e = \frac{r}{2}. \quad (9.32)$$

Ички кучлардан чегаравий момент,

$$M = N \cdot e = \frac{p_{u.6} \cdot \pi \cdot r^3}{2} \quad (9.33)$$

ва йиғма ҳосил бўлиши шарти қуйидаги кўринишни олади

$$M_q \leq \frac{p_{u.6} \pi r^3}{2}. \quad (9.34)$$

64-расм. Эгилувчи пневмоэлементи устиворлиги бўйича чегаравий ҳолати: а - пневмоэлементи кўндаланг кесими; б-ички босимдан кучланиш эпюраси; в- куббадаги чўзувчи кучланиш эпюрасини ўрта текисликка проекцияси; г- куббадаги чўзувчи кучланиш эпюрасининг ярмини ўрта текисликка ёйиш.

Мувозонат шарти бўйича ($N_k N_0$) куббадаги чегаравий чўзилиш тенг бўлади:

$$\sigma_{\max} = \frac{p_{u.6} \pi r}{2}. \quad (9.35)$$

Ички ҳаво босимини тенг таъсир этувчиси- N ва куббадаги тенг таъсир этувчи кучланишга- N_0 орасидаги эксцентриситет тенг:

$$e = \frac{\pi r}{4}. \quad (9.36)$$

У ҳолда халқа кесими бўйича ички кучларнинг чегаравий моменти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$M_{\text{чез}} = N \cdot e = \frac{p_{u.6} \pi^2 r^3}{4}, \quad (9.37)$$

ва устиворлик шарти қуйидаги кўринишни олади

$$M_q \leq \frac{p_{u.6} \pi^2 r^3}{4}. \quad (9.38)$$

Юқорида келтирилган формулалар пневмотўсин кўтарадиган чегаравий- $q_{\text{чез}}$ юкламаларни ҳам аниқлаш имкониятини беради. Масалан, бир ораликли тўсин

кўтарадиган тенг тарқалган- $q_{\text{чек}}$ юкламанинг қиймати қуйидаги ифодалардан аниқланади:

йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$\frac{q_{\text{чек}} l^2}{8} = \frac{p_{\text{и.б}} \pi r^3}{2};$$

$$q_{\text{чек}} = \frac{4 p_{\text{и.б}} \pi r^3}{l^2} \approx 12,54 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l^2}; \quad (9.39)$$

устиворлик шarti бўйича

$$q_{\text{чек}} = \frac{2 p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{l^2} \approx 19,75 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l^2} \quad (9.40)$$

Оралиқ ўртасига таъсир қиладиган йиғилган-Р кучнинг чегаравий қиймати қуйидаги ифодалардан аниқланади:

йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$P_{\text{чек}} = \frac{2 p_{\text{и.б}} \pi r^3}{l} \approx 6,28 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l}; \quad (9.41)$$

устиворлик бўйича

$$P_{\text{чек}} = \frac{p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{l} \approx 9,85 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l}. \quad (9.42)$$

Бундан ташқари пневмотўсинларнинг параллел ташкил этувчилари кесими бўйича мустаҳкамлиги эгувчи моментни ҳисобга олмаган ҳолда:

$$\sigma_{\text{макс}} = p_{\text{и.б}} r \leq R_{\text{б}}, R_{\text{к}}; \quad (9.43)$$

ва устиворликка ҳисоблашда халқа кесимлари бўйича ҳосил бўладиган чегаравий кучланишларга мустаҳкамлиги

$$\sigma_{\text{макс}} = \frac{p_{\text{и.б}} \pi r}{2} \leq R_{\text{б}}, R_{\text{к}}. \quad (9.44)$$

Сиқилиб-эгиловчи элементлар-пневмоаркалар. Пневмоаркадаги зўриқишлар икки шарнирли аркадаги оддий ҳисоблашлар орқали аниқланади. Сиқилиб-эгиловчи пневмоустунлар ва пневмоаркалар устиворлик ва йиғма ҳосил бўлиши бўйича энг катта эгувчи момент ва бўйлама кучларнинг таъсирига ҳисобланади. Юқорида келтирилган эксцентриситетларнинг қийматларидан фойдаланган ҳолда қуйидаги формулаларни ҳосил қиламиз:

устиворлик бўйича

$$M + N \frac{\pi r}{4} \leq \frac{p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{4}; \quad (9.45)$$

йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$M + N \frac{r}{2} \leq \frac{P_{u.б} \pi r^3}{2}. \quad (9.46)$$

Пневматик элементларни асосга маҳкамлаш анкерининг мустаҳкамлиги қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$N_a \leq R^a, \quad (9.47)$$

бу ерда N_a - битта анкернинг ҳисобий узунлиги; R^a -анкер материалининг ҳисобий қаршилиги.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Пневматик конструкциялар деганда нимани тушунаси?
2. Ҳаво таянчли конструкцияларни тушунтириб беринг?
3. Ҳаво каркасли конструкцияларни тушунтириб беринг?
4. Пневматик конструкцияларни ҳисоблашда қайси юкламаларни эътиборга олинади?
5. Уларни қандай материаллардан тайёрланади?
6. Пневматик конструкцияларнинг ишлаш муддати қанча?
7. Нима учун бу турдаги конструкциялар кам қўлланилади?
8. Қўлланишга оид чет мамлакатлар мисолида мисоллар келтиринг?

10-БОБ

Ёғоч конструкцияларини таъмирлаш ва кучайтириш

10.1. Ёғоч конструкцияларини кучайтириш

Ёғоч конструкциялари қурилиш меъёрлари ва қоидалари(ҚМК) бўйича энг камида иншоотларда - 50 йил, қишлоқ хўжалиги иншоотларида - 20 ва вақтинчалик биноларда - 10 йил ишончли хизмат қилиши керак. Агарда конструкцияларнинг ишлаш меъёри бузилса, олдинроқ ҳам улар юк кўтариш қобилиятларини йўқотиши мумкин.

Бу конструкцияларни ишлатишга қабул қилинаётганда, албатта бирма-бир кузатиб чиқилади. Агар заиф жойлари аниқланса, уни бартараф этиш чоратадбирлари белгиланади. Бир йилда икки марта куз ва баҳор фаслларида текшириш ўтказилади. Бунинг сабаби, қиш фаслида қор ёғиб қўшимча вақтинчалик юклама

хосил бўлади, баҳорда эса ёмғир ёғиши натижасида том ёпмаларидан намлик сизиб ўтиши мумкин ва ёғочни чириш хавфи вужудга келиши мумкин.

Айрим ҳолларда ёғоч конструкцияларини кучайтириш ва таъмирлаш зарур бўлиб қолади.

Ёғоч конструкцияларини махсус лойиҳа ишлаб чиқилгандан кейин, қуйидаги принципларга асосланган ҳолда кучайтирилади:

- кучайтирилган ёғоч конструкциялар олдинги функциясини тўла ёки қисман бажариши керак;
- агар қисман бажарадиган бўлса, унинг қолган қисмини бошқа бир конструкцияга ёки янги қурилиш конструкциясига узатиш масаласини ишлаб чиқилган лойиҳада ҳал қилинган бўлиши керак;
- кучайтирилган ёғоч конструкциялари юк кўтариш қобилияти бўйича, деформация ва бошқалар бўйича ишлаб-чиқиш давридаги кучайтириш қурилиш меъёрларини қаноатлантириши керак;
- ёғоч конструкциясини кучайтириш кераклиги ва танланган вариант иқтисодий жиҳатдан асосланган бўлиши керак;
- бир турдаги ёғоч конструкцияларини бир хил кучайтириш керак.

Юксизлантириш кучайтиришдаги биринчи босқич ҳисобланади(65-расм). Бу ҳолда кучайтириладиган конструкцияни синиб кетиш хавфи йўқолади. Кўпинча ишлаётган ёғоч конструкциясидаги солқиликни йўқотиш учун уни осиб қўйилади ёки домкрат билан кўтариб қўшимча юк кўтарувчи элемент қўйилади. Конструкция кучайтирилгандан кейин вақтинча қўйилган элемент олиб ташланади.

65 - расм. Ёғоч конструкцияларни осиб қўйиш: *а* - осиб қўйиш; *б* -маҳкамлаш тугунлари; 1- конструкция; 2- устунлар; 3- кўндаланг таглик; 4- қуйи таглик; 5- михлар; 6- қозик.

Ёғоч конструкцияларини тўлалигича ёки алоҳида элементларини кучайтириш мумкин. Аниқ бир усулни танлаш қатор омилларга боғлиқ: бинони тўлалигича ва ёғоч конструкцияларини қисман кучайтириш масаласи; кучайтириш элементларини

жойлаштириш учун етарли жой борлиги ва эксплуатация шароити ва бошқалар. Ёғоч конструкцияларини кучайтиришни турли белгиларига қараб турларга бўлиш мумкин. Ишлатиш соҳаси бўйича кучайтиришни икки гуруҳга бўлиш мумкин: вақтинчалик ва доимий.

Кучайтириш лойиҳасини ишлаб-чиқиш кучайтириш ишининг биринчи босқич иши ҳисобланади. Лойиҳа ёғоч конструкциялар ўлчамларини аниқ ўлчаш орқали бажарилади. Кучайтириладиган ёғоч конструкцияларининг мустаҳкамлигини стандарт намуналарни синаш орқали аниқланади. Бунда синаладиган намуналар кучайтириладиган конструкцияларнинг юкланмаган ёки кам юкланган қисмидан олинади. Кучайтириш лойиҳасида конструкцияларнинг барча ишлаш шароитлари ҳисобга олинади ва етарли ишчи чизмалар берилади.

Кучайтириладиган конструкцияга таъсир қилаётган юкламаларни камайитириш ёки бутунлай олиб ташлаш, бажариладиган кучайтириш ишларининг иккинчи босқичи ҳисобланади. Юксизлантириш, кўпинча қўшимча устунлар киритиш орқали, юқоридаги элементларга осиб қўйиш орқали ҳамда қозиклар ёки домкрат ёрдамида кўтариш орқали бажарилиши мумкин.

Тўсин ва сарровларни деворга таянган таянч қисми чириган ёки кучайтириш зарур бўлиб қолган ҳолатларда уларни кучайтириш мумкин (66-расм). Тўсинни чириган қисми ўрнига металл швеллер ёки икки металл бурчаклик қўйилади. Бу металл элемент ва ёғоч орасига гидроизоляция қатлами қўйилади ва металл ёғочга иккита болт ёрдамида маҳкамланади.

66 - расм. Ёғоч тўсинни кучайтириш: *а* - Тўртқирра ёғоч тўсин учини кучайтириш; *б* - тўсинларни икки томондан ёғоч фанера қопламаларини маҳкамлаш орқали кучайтириш; *1* - тўсин; *2* - болтлар; *3* - қуйи протез; *4* - юқори протез.

Металл элемент эгилишга ҳисобланади. Бунда эгувчи моментнинг қиймати қуйидаги тенг бўлади:

$$M = R \cdot a, \quad (10.1)$$

бу ерда: a - таянчдан биринчи болт марказигача бўлган масофа; R – таянч реакцияси.

Болтларда ҳосил бўладиган бўйлама кучларнинг қийматлари қуйидагига тенг бўлади:

$$N_1 = Ra / b; \quad N_2 = R(a + b) / b, \quad (10.2)$$

бу ерда: N_1, N_2 - биринчи ва иккинчи болтларда ҳосил бўладиган бўйлама кучлар;
 b - болтлар орасидаги масофа.

Таркибли тўсинларни икки томондан ёғоч ёки фанера қопламаларни маҳкамлаш орқали кучайтириш мумкин (53б - *расм*). Бунда ишлатиладиган сувга чидамли фанеранинг қалинлиги 10 мм дан кам бўлмаслиги керак. Фанера қоплама ва михлар жуфт силжиш зўриқиши таъсирига ҳисобланади:

$$T_{1/2} = \frac{1,5 \cdot M \cdot S}{I}, \quad (10.3)$$

бу ерда: $T_{1/2}$ - силжиш зўриқиши; M - эгувчи момент; S - статик момент; I - инерция моменти.

10.2. Ҳисоблаш схемасини ўзгартирмасдан ва ўзгартириб кучайтириш усуллари

Кучайтириш элементларини ишлаш схемасига таъсир қилиши бўйича икки гуруҳга бўлинади:

1. Ёғоч конструкциясини олдинги ишлаш схемасини ўзгартирмасдан кучайтириш.
2. Олдинги ишлаш схемасини ўзгартириб кучайтириш.

Ёғоч конструкциясини ишлаш схемасини ўзгартирмасдан қуйидаги усуллар ёрдамида кучайтириш мумкин:

- қўшимча маҳкамлаш деталлари ўрнатиш билан (*болт, мих, шуруп ва бошқалар*);
- қўшимча алоҳида ишловчи юкни камайтирувчи конструкциялар ўрнатиш билан;
- ёғоч конструкциясини тўлиқ кучайтириш ёки уни алмаштириш билан (*уни яроқсиз жойи бўлиши мумкин*);
- кучайтириш материали конструкция материали билан бир хил ёки бошқа материалдан бўлиши мумкин.

Қурилиш таъмирлаш ишларининг айрим ҳолларида ёғоч конструкцияларини ишлаш схемаларини ўзгартириб кучайтириш энг самарали ҳисобланади.

Масалан, бир оралиқли тўсиннинг ўртасига таянч қўйилиши уни икки оралиқли тўсинга айлантиради.

Қишлоқ хўжалиги биноларида кўпинча елимланган ёғоч арка ва учбурчакли тиргак тизимларини кучайтиришга тўғри келади. Бундай ҳолатларда уларни ферма конструкцияларига айлантириш зарур бўлади.

Текис юк кўтарувчи конструкцияларни кучайтириш усулларида яна бири кўшимча боғловчилар киритишдир. Бу ҳолатларда конструкциянинг ишлаш схемаси ўзгаради.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч конструкциялари ҚМҚ бўйича иншоотларда неча йил хизмат қилади?
2. Ёғоч конструкциялари қайси усулларда кучайтирилади?
3. Қандай кучайтирилади?
4. Кучайтириш схемаларидан чизиб кўрсатинг?

11-БОБ

Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти

11.1. Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти

Энг яхши конструктив ечимлар, вариантлар техник - иқтисодий кўрсаткичлари асосида танлаб олинади.

Конструкцияларни лойиҳада тугатилганлик даражаси тенг бўлган ҳолатларда, ёғоч ва пластмасса конструкцияларини лойиҳалаш меъёрлари тенг мос келган шароитларда таққослаш керак.

Вариантларни бир-бири билан таққослаганда, бутун бир элементлар тизимини ҳар бир вариант учун алоҳида ҳисоблаб чиқилади. Савол туғилади, вариантлаштиришда нима асос қилиб олинади?

Элементларнинг массасими, ҳажми, материаллар ҳаражати, меъморчилик меъёрларими, конструктив схемаларими ва ҳоказолар.

Ҳозирги замон иқтисодиёт фани вариантларни таққослаш масаласида ҳар бир тур элементлари бўйича вариантларни алоҳида - алоҳида таққослашни талаб қилади. Таққослашни таъминлаш учун ҳар бир вариантларни бир хил бирлик тизимига келтириб олинади. Масалан, каркас ва том ёпмаларини вариантлар бўйича баҳолашда иншоотнинг 1 м^2 юзасига тушаётган кўрсаткичларини аниқлашни тавсия этилади. Бино ва иншоотларнинг алоҳида конструкцияларини ва конструктив ечимларни баҳолаш учун техник-иқтисодий кўрсаткичлар тизимига киради:

- лойиҳадаги нархи, сўм;
- лойиҳа бўйича таннари, сўм;
- келтирилган ҳаражатлар, сўм;
- конструкцияларнинг массаси, кг;

Лойиҳадаги асосий материаллар сарфи:

- ёғоч, м^3 ;
- пўлат, кг;
- пластмасса, кг ;
- асбестцемент, м^3 .

Лойиҳадаги асосий материалларнинг чиқинди чиқишини ҳисобга олган ҳолдаги сарфи:

- арраланган ёғоч материаллари, м^3 ;
- фанера, м^3 ;
- синтетик смола ва пластмассалар, кг;
- ёғочнинг келтирилган сарфи, м^3 ;
- тайёрлаш меҳнат сарфи, *одам/соат* ;
- тиклаш ёки кўтариш меҳнат сарфи, *одам/соат* ;
- тиклаш муддати, *кунлар*.

Кўрсаткич сифатида энг кам келтирилган сарф харажатни олинади. Энг кам сарф-харажатли вариантни иқтисодий томондан энг яхши вариант деб олинади.

11.2. Материаллар сарфини аниқлаш

Ёғоч ва пластмасса материаллари сарфини аниқлаганда, чиқадиган чиқиндини ҳам эътиборга олиб ҳисоблаш керак.

Ёғоч материаллари сарфи:

а) елимланган ёғоч конструкциялари учун:

$$V_{\text{ёғоч}} = K_{\text{э}} \cdot K_{\text{э.к.}} \cdot K_{\text{т.б.}} \cdot K_{\text{ранд}} \cdot K_{\text{тек}} \cdot V'_{\text{л}}, \quad (11.1)$$

бу ерда:

$V'_{\text{л}}$ - лойиҳадаги ёғоч ҳажми;

$K_{\text{э}}$ - эскиз тайёрлашда чиқадиган чиқиндини ҳисобга оладиган коэффициент;

$K_{\text{э.к.}}$ - эни бўйича кенгайтиришни ҳисобга олувчи коэффициент;

$K_{\text{т.б.}}$ - тишли бирикмаларни ҳосил қилиш учун, яъни бўйламаси бўйлаб узайтиришни ҳисобга олувчи коэффициент;

$K_{\text{ранд}}$ - текислаш, рандалаш пласт бўйича чиқадиган чиқиндини ҳисобга оладиган коэффициент;

$K_{\text{тек}}$ - тайёр бўлган маҳсулотни текислашни эътиборга оладиган коэффициент;

$V_{\text{ёғоч}}$ - ҳақиқий керак бўладиган ажратиладиган ёғоч ҳажми.

б) қиррали ёғоч ва тахта конструкциялари учун:

$$V_{\text{э}} = K_{\text{э}} \cdot V_{\text{э}}, \quad (11.2)$$

бу ерда: $V_{\text{э}}$ - эскиз тайёрлашга керак бўладиган ёғоч ҳажми, $K_{\text{э}}$ - қора эскиз тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффициент.

$$\text{Фанера сарфи:} \quad V_{\text{ф}} = K_{\text{э}} \cdot V_{\text{э}}, \quad (11.3)$$

бу ерда: $V_{\text{э}}$ - эскиз тайёрлашга керак бўладиган фанера ҳажми, $K_{\text{э}}$ - қора тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффициент; $V_{\text{ф}}$ - ҳақиқий керак бўладиган ажратиладиган фанера ҳажми.

Доирасимон кўндаланг кесимли ёғоч сарфи:

$$V_{\text{д.э.}} = K_{\text{э}} \cdot V_{\text{э}} \left(\frac{d_{\text{х}}}{d_{\text{л}}} \right)^2, \quad (11.4)$$

бу ерда: $V_{\text{д.э.}}$ - думалоқ кўндаланг кесимли ёғоч ҳажми; $K_{\text{э}}$ - қора тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффициент; $d_{\text{х}} = d_{\text{л}} + 1$,

$d_{\text{л}}$ - ёғочнинг лойиҳадаги диаметри, $d_{\text{х}}$ - ёғочнинг ҳақиқий диаметри,

Доирасимон кўндаланг кесимли ёғочнинг келтирилган сарфи:

$$V_{\text{кел.ё}} = V_{\text{о.ё}} + 1,61 \cdot V_{\text{ё}} + 2,5 \cdot V_{\text{ф}}, \quad (11.5)$$

Елим сарфи: $P_{\text{ел}} = \rho_{\text{ел}} \cdot V_{\text{т.б}}, \quad (11.6)$

бу ерда: P - умумий елим сарфи; $\rho_{\text{ел}}$ - 1 м³даги елим сарфи; $V_{\text{т.б}}$ - тайёрлов блоки ҳажми.

Конструкцияларни тайёрлаш нархи:

$$C_{\text{т.н.}} = \left[C_{\text{а.с.х}} \cdot K_{\text{т.х.}} + C_{\text{кур}} \cdot V_{\text{ё}} + C_{\text{и.х.}} \cdot T_{\text{м.с.}} \left(1 + \frac{C_y}{100} \right) \right] \cdot K_{\text{н.т.}} \cdot K_{\text{ф}}, \quad (11.7)$$

бу ерда: $C_{\text{а.с.х}}$ - асосий материалларни сарф ҳаражати; $K_{\text{т.х}}$ - ташкилотни транспорт тайёрлаш сарф ҳаражатларини эътиборга оладиган коэффицент; $C_{\text{кур}}$ - арраланган материалларни қуришиш таннари, сўм /м³; $V_{\text{ё}}$ - арраланган ёғоч материаллари ҳажми, м³; $C_{\text{и.х.}}$ - ишчининг ўртача соат иш ҳақи; $T_{\text{м.с.}}$ - тайёрлаш, меҳнат сарфи; C_y - устама ҳаражатлар; $K_{\text{н.т.}}$, $K_{\text{ф}}$ - назарда тутилмаган ва режадаги фойдани эътиборга оладиган коэффицент.

Конструкциянинг таннари:

$$C^I_{\text{тани}} = C_{\text{т.х.}} + C_y, \quad (11.8)$$

бу ерда: $C_{\text{т.х.}}$ - тўғри ҳаражат-сарфлар; C_y - устама ҳаражатлар

$$C_y = 0,7(C_{\text{и.х.}} + C_{\text{м.э}}), \quad (11.9)$$

бу ерда: $C_{\text{и.х.}}$ - иш ҳақи; $C_{\text{м.э}}$ - машина ва механизмларни ишлатиш ҳақи:

Ҳозирги кунда материалларни нархи савдо биржаси нархи бўйича ҳисобланмоқда. Ишлаб-чиқариш ташкилотларининг устама ҳаражатлари ҳар бир ташкилот учун ҳар хилдир, бу албатта ташкилотнинг мавжуд базасига боғлиқдир.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч ва пластмасса иқтисоди деганда нимани тушунасиз ?
2. Конструктив ечимлар қандай олинади ?
3. Қурилиш лойиҳаси бўйича аниқланган ёғоч сарфи қурилиш учун етарли ҳисобланадими ?
4. Ёғочни ўлчов бирлигини айтинг ?
5. Пластмассани ўлчов бирлигини айтинг ?
6. Таннарх нима?
7. Ёғочдан қандай материаллар олинади?
8. Конструкциялардаги ёғоч сарфи қандай аниқланади ?
9. Металл сарфи қандай аниқланади ?
10. Доирасимон кўндаланг кесимли ёғоч ҳажми қандай аниқланади ?

12 БОБ

Биоларнинг зилзилабардошлиги

Том ёпмаси ёғоч тўсинли ички темирбетон билан кучайтирилган монолит гил ва хом ғишт девор конструкцияли биноларни натуравий динамик экспериментал тадқиқ қилиш. Кейинги йилларда республикамизда маҳаллий ашёлардан тикланаётган биноларни зилзилабардош конструкцияларини яратиш ва уларни экспериментал тадқиқ қилиш бўйича илмий-тадқиқотлар олиб борилди. Мазкур йўналишда Наманган муҳандислик-педагогика институтида проф.Қ.И.Рўзиевнинг умумий раҳбарлигида назарий ва экспериментал изланишлар муваффақиятли бажарилди. 2003-2005 йилларда экспериментал тадқиқотлар учун Наманган вилоятининг Уйчи туманида жойлашган «Қурилиш материаллари ишлаб-чиқариш заводи»нинг худудида режадаги ўлчам 4000 x 5000 мм, баландлиги 3000 мм бўлган бир қаватли том ёпмаси ёғоч тўсинли, монолит гил ва хом ғишт девор конструкцияли ички темирбетон ўзак билан кучайтирилган 2та бинолар қурилди(69-расм).

Синовлар Наманган муҳандислик-педагогика институти ва Ўз ФА қошидаги «Механика ва иншоотлар зилзилабардошлиги институти» билан ҳамкорликда ўтказилди ва унинг тавсифлари қуйидагича:

1. Синов - натуравий.
2. Синов объектлари- ёғоч том ёпмали, комплекс ички темирбетон ўзакли монолит гил ва хом ғишт девор конструкцияли бинолар.
3. Синовдан мақсад- ёғоч том ёпмали, комплекс ички темирбетон ўзакли монолит гил ва хом ғишт девор конструкцияли биноларнинг динамик характеристикаларини аниқлаш (тебраниш даври- T , тебраниш частотаси- f , тебранишнинг логарифмик декременти- δ , энергияни ютилиш коэффиценти- ψ , ноэластик қаршилиқ коэффиценти- γ).
4. Тебранишларни ҳосил қилиш методи- томёпма сатҳидан калибровка қилинган 9 та турдаги ҳалқалар ёрдамида бино узунлигига кўндаланг йўналишда горизонтал тортиш-узиш(бунда калибровка қилинган ҳалқалар чўзувчи куч таъсирида узилди).

5. Ўлчаш методи- МИК- тебранишларни кўп каналли тадқиқ қилиш.

6. Ўлчаш аппаратуралари-Осциллограф Н041, шунт қутиси, ВЭГИК, ОСП, гальванометрлар-ГБ-III, ГБ-IV, М 001.1А.

Динамиканинг ҳисоблаш методлари биноларни реал ишлаш шароитини тўлиқ ҳисобга ололмайди, шунинг учун уларни тажрибада синаб кўриш мақсадга мувофиқдир.

Деворнинг кўчиши ВЭГИК ёрдамида, тезланиши эса-ОСП вибродатчиклари ёрдамида кўндаланг ва бўйлама деворларнинг қуйидаги расмда кўрсатилган характерли нуқталарида аниқланди. Бинога 5 та ВЭГИК(В-1, В-2, В-3, В-4, В-5)- силжиш сейсмограммаларини олиш учун, 4 та ОСП(О-1, О-2, О-3, О-4)-тезланиш акселерограммаларини олиш учун ўрнатилди(70-расм). Сейсмограмма ва акселерограммалар 2та Н041 осциллографлари ёрдамида ёзиб олинди(3-расм). Бинони динамик характеристикаларини аниқлашда тебраниш уйғотишнинг юкни бирданига олиш усули қўлланилди. Бунинг учун бино сейсмик белбоғи сатҳидан диаметри 20 мм ли вант-тросс билан қамраб боғланди(68-расм).

7. Юкни бирданига олиниши учун 9 та сериядаги калибровка қилинган ҳалқалар олдиндан лаборатория шароитида пресс ёрдамида чўзилишга синаб уларни узилишидаги бузувчи кучнинг қийматлари аниқлаб олинди.

Бўйлама деворларга жами 750 кг юклама ёйилган ҳолатда қўйилди. Ушбу юклама, томёпма элементлари: стропила, рейка ҳамда асбестцементли тўлқинсимон листлардан тушадиган юкламани қийматига тенгдир.

Динамик синов ўтказишдан олдин ВЭГИК ва ОСП сеймометрик асбоблар ЎзФА қошидаги «Механика ва иншоотлар зилзилабардошлиги» институти лабораториясида вибростенд ёрдамида тарировкадан ўтказилди.

67-расм. Прессда ҳалқаларни калибровка қилиш пайти.

Калибровка қилинган пўлат ҳалқаларнинг калибровка жадвали:

9-жадвал

№	Ҳалқа кенглиги В, м	қалинлиги t, м	Р _{чўз} , кН	Ташқи диаметри, м
1	0,002	0,003	2,305	0,057
2	0,0025	0,003	2,943	
3	0,003	0,0038	4,415	
4	0,005	0,0038	7,161	
5	0,007	0,0038	10,3	
6	0,01	0,0038	14,813	
7	0,015	0,0045	25,31	
8	0,02	0,0045	34,041	
9	0,025	0,0045	42,674	

8. Доирасимон кўндаланг кесимли темирбетон ўзак билан кучайтирилган монолит гил девор конструкцияли бинонинг натуравий динамик синовининг биринчи 1-9 босқичларида биттадан ҳалқалар, 10-босқичида 2 та 8-чи ҳалқалар, 11-чи босқичида эса 2та 9-чи ҳалқалар ёрдамида экспериментлар ўтказилди.

Бинони тортиш схемасининг кўриниши:

а)

б)

68-расм. Бинони тортиш схемаси: а - ёндан кўриниши; б-юқоридан кўриниши.

69-расм. Чапда том ёпмаси ёғоч тўсинли, ички темирбетон ўзакли монолит гил девор конструкцияли экспериментал бино.

70-расм. ВЭГИК ва ОСП лар ўрнатилган характерли нуқталар.

69-расмдан кўриниб турибдики, расмнинг ўнг томонида темирбетон ўзак билан кўчайтирилган хом ғишт девор конструкцияли бир қаватли

а)

б)

в)

71-расм. Том ёпмаси ёғоч тўсинли хом ғишт ва монолит гил девор конструкцияли экспериментал биноларни синаш пайти: *a* ва *б*- сейсмограмма ва акселерограммаларни олиш пайти; *в*- ёзишда қўлланилган 2та Н041 осциллографлари шунт қутиси(масштабни созловчи) билан биргаликда.

экспериментал бино қурилган. Бу бинони ҳам натуравий динамик экспериментал тадқиқотлар асосида синалди ва илмий ҳамда аҳамиятга эга бўлган маълумотлар олинди.

Олинган сейсмограммалар асосида бинонинг қуйидаги динамик характеристикалари аниқланди(10 ва 11-жадваллар).

Тебранишнинг логарифмик декременти- δ ,

$$\delta = \frac{1}{4} \ln \frac{Y_1}{Y_5}, \quad (12.1)$$

бу ерда: Y_1 ва Y_5 - лар биринчи ва бешинчи циклдаги тебраниш амплитудалари.

Энергияни ютилиш коэффиценти- ψ ,

$$\psi_{\kappa 2} \cdot \delta; \quad (12.2)$$

Ноэластик қаршилиқ коэффиценти- γ

$$\gamma_{\kappa} \psi / 2\pi; \quad (12.3)$$

Тебраниш даври- T ,

$$T_{\kappa} L / n \cdot v, \quad (12.4)$$

бу ерда: L - сейсмограммадаги ёзув узунлиги; n - цикллар сони; v -осциллографни ёзиш тезлиги.

Тебраниш частотаси - f қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$f_{\kappa} 1/T, \text{ гц.} \quad (12.5)$$

Олинган сейсмограммалар асосида бинонинг қуйидаги динамик характеристикалари аниқланди(10 ва 11-жадвал):

10- жадвал

№	δ	T, сек	ψ	γ
1	0,133	0,076	0,266	0,042
2	0,221	0,081	0,442	0,07
3	0,133	0,073	0,266	0,042
4	0,135	0,1	0,27	0,043
5	0,159	0,104	0,318	0,051
6	0,203	0,1	0,406	0,065
7	0,261	0,112	0,522	0,083
8	0,296	0,086	0,592	0,094
9	0,262	0,093	0,524	0,083

11 - жадвал

№	δ	T, сек	ψ	γ
1	0,107	0,089	0,214	0,034
2	0,125	0,085	0,25	0,04
3	0,16	0,092	0,32	0,051
4	0,202	0,091	0,404	0,064
5	0,215	0,092	0,43	0,068
6	0,171	0,093	0,342	0,054
7	0,201	0,089	0,402	0,064
8	0,21	0,088	0,42	0,067
9	0,196	0,09	0,392	0,062
10	0,228	0,088	0,456	0,073
11	0,242	0,108	0,484	0,077
12	0,229	0,103	0,458	0,073

Демак, ички ёпиқ темирбетон ўзак билан кучайтирилган хом ғишт девор конструкцияли биноларни натуравий динамик экспериментлари асосида олинган комплекс конструкцияли биноларнинг динамик характеристикалари- $\delta=0,133\div0,296$; $T=0,073\div0,112$; $\psi=0,266\div0,592$; $\gamma=0,042\div0,094$; $f=10,87$ гц. оралиқларда.

Шунинг учун ички ёпиқ темирбетон ўзак билан кучайтирилган хом ғишт деворларни ҳисоблашларда $\delta_{ўр}=0,191$; $T_{ўр}=0,092$; $\psi_{ўр}=0,382$; $\gamma_{ўр}=0,061$ олишни тавсия қилинади.

Ички ёпиқ темирбетон ўзак билан кучайтирилган монолит гил девор конструкцияли биноларни натуравий динамик экспериментлари асосида олинган комплекс конструкцияли биноларнинг динамик характеристикалари- $\delta=0,107\div0,242$; $T=0,085\div0,108$; $\psi=0,214\div0,484$; $\gamma=0,034\div0,077$; $f=10,87$ гц. оралиқларда.

Шунинг учун ёғоч том ёпмали ички ёпиқ темирбетон ўзак билан кучайтирилган монолит гил деворларни ҳисоблашларда $\delta_{\text{ўр}}=0,191$; $T_{\text{ўр}}=0,092$; $\psi_{\text{ўр}}=0,382$; $\gamma_{\text{ўр}}=0,061$ олишни тавсия қилинади.

Хулоса шуки, 2000-2005 йилларда нафақат республикамизда, балки ривожланган Европа, Шимолий Америка давлатларида ҳам маҳаллий ашёлардан кўплаб турар-жой бинолари қурилмоқда. Уларни назарий ва экспериментал тадқиқ қилиш бўйича 2003-2005 йилларда П-8.32 қайд рақамли «Маҳаллий хом-ашё асосида қуриладиган биноларнинг зилзилабардош конструкцияларини яратиш ва экспериментал тадқиқ қилиш ҳамда самарали қурилиш технологияларини ишлаб-чиқиш» мавзусида давлат грант лойиҳаси мазкур қўлланма муаллифи раҳбарлигида муваффақиятли якунланди.

13- БОБ

Ёғоч конструкцияларини ҳисоблашга доир мисоллар

1-мисол. Тошкент вилоятидаги икки нишабли бино том ёпмасидаги қор юкламасининг меъёрий ва ҳисобий қийматларини аниқлансин. Том ёпма қиялиги $\alpha = 14^\circ$ ва том ёпмага таъсир қилаётган доимий меъёрий юкламанинг қиймати $g^m = 0,8 \text{ кН} / \text{м}^2$.

Ечилиши:

Бино ҚМҚ харитаси бўйича Тошкент вилояти, I-чи қор районида жойлашган ва $S^m = 0,5 \text{ кН} / \text{м}^2$ га тенг. Том ёпманинг қиялиги $\alpha = 14^\circ$ да 25° дан кичик бўлганлиги учун $\mu = 1$ га тенг (μ - том ёпма шаклини ҳисобга оладиган коэффициент).

Доимий меъёрий юкламани вақтинчалик меъёрий қор юкламасига нисбатини ҳисоблаймиз:

$$\frac{g^m}{S^m} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6 \quad \text{га тенг.}$$

Демак, $1,6 \geq 1$ бўлгани учун қор юкламаси бўйича ишончилилик коэффициенти $\gamma = 1,4$ га тенгдир.

У ҳолда 1 м^2 га тушадиган ҳисобий қор юкламасининг қиймати:

$$S = S^m \cdot \gamma = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

2-мисол. Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган тўрт қиррали ёғоч устуннинг кўндаланг кесими танлансин. Устун узунлиги $l = 4,5 \text{ м}$ ва учлари шарнирли маҳкамланган. Устунда заиф кесим йўқ ва унга $N = 300 \text{ кН} = 0,3 \text{ МН}$ сиқувчи бўйлама куч таъсир қилади.

Ечилиши:

Олдиндан устун эгилувчанлигини $\lambda = 80$ деб қабул қиламиз. Устиворлик коэффициенти - φ ни аниқлаймиз:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80^2} = 0,47 \quad (\lambda > 70 \text{ бўлганлиги учун}).$$

Ёғочни сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги кўндаланг кесим ўлчами 13 см дан катта бўлган ҳолатда $R_c = 15 \text{ МПа}$ га тенгдир.

Устуннинг талаб қилинган кўндаланг кесим юзаси

$$A_T = \frac{N}{\varphi \cdot R_c} = \frac{0,3}{0,47 \cdot 15} = 0,04 \text{ м}^2 = 400 \text{ см}^2.$$

Агар кўндаланг кесимини квадрат шаклида деб олсак, $b_T = h_T = \sqrt{A_T} = \sqrt{400} = 20 \text{ см}$.

Қабул қиламиз: $b = h = 20 \text{ см}$ га тенг

Текишириш. Кўндаланг кесим юзаси $b \times h = 20 \times 20 = 400 \text{ см}^2 = 0,04 \text{ м}^2$.

Кесимнинг инерция радиуси: $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см}$.

Эгилувчанлиги: $\lambda = \frac{l}{i} = \frac{450}{5,8} = 78 > 70$

Устиворлик коэффициенти - $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78^2} = 0,49$

Кучланиш: $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,04} = 15,3 > 15 \text{ МПа},$

мустаҳкамлик шарти бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштирамиз. $b \times h = 20 \times 22 = 440 \text{ см}^2$.

Кўндаланг кесимни кичик томони бўйича инерция радиуси:

$$i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см} \quad (\lambda = 78 \text{ га тенг бўлади, шунинг учун } \lambda \text{ ни қайта ҳисоблашнинг ҳожати йўқ}).$$

Кучланганликни текширамиз:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,044} = 13,91 < 15 \text{ МПа}$$

мустаҳкамлик шарти бажарилди.

3- мисол. Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган бир ораликли шарнир таянчли тўсиннинг кўндаланг кесими аниқлансин. Тўсиннинг узунлиги $l = 4,5 \text{ м}$ ва тўсинга текис тенг тарқалган $g^m = 1,5 \text{ кН / м}$ ($g^{xuc} = 1,65 \text{ кН / м}$) чизиқли юклама таъсир қилади.

Ечилиши:

Кўндаланг кесимни мустаҳкамлик шарти бўйича танлаймиз. Эгилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{\text{эс}} = 13 \text{ МПа}$ га тенг. Ҳисобий юкламадан ҳосил бўладиган эгувчи моментнинг қийматини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{1,65 \cdot 4,5^2}{8} = 4,17 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,00417 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Талаб қилинадиган кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моменти.

$$W_T = \frac{M}{R_{\text{эс}}} = \frac{0,00417}{13} = 321 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 321 \text{ см}^3$$

Агар кўндаланг кесимни энини $b = 10 \text{ см}$ га тенг деб олсак, у ҳолда кўндаланг кесимнинг баландлиги

$$h_T = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 321}{10}} = 13,88 \text{ см}$$

Кўндаланг кесим ўлчамларини $b \times h = 10 \times 15 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Қабул қилинган ўлчамлар орқали кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моментини аниқлаймиз:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 15^2}{6} = 375 \text{ см}^3 = 375 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Эгилишдаги кучланишни текширамиз: $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00417}{375 \cdot 10^{-6}} = 11,12 \text{ МПа} < R_{\text{э}}$

Эгилишни текшириб кўрамиз. Кўндаланг кесимнинг инерция моменти:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2821 \text{ см}^4 = 2821 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Эластиклик модули - $E = 10^4 \text{ МПа}$ га тенг.

Нисбий эгилиш - $\frac{f}{l}$ ни аниқлаймиз:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^3}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 2821 \cdot 10^{-8}} = 0,0063 < \left[\frac{f}{l} \right]$$

Рухсат этиладиган нисбий эгилиш

$$\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ га тенг.}$$

$0,0063 > 0,005$ бу тенгсизликдан кўриниб турибдики, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича мустаҳкамлик шарти бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштирамиз: $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ деб қабул қилайлик.

У ҳолда

$$J = \frac{12 \cdot 18^3}{12} = 5832 \text{ см}^4 = 5832 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 5832 \cdot 10^{-8}} = 0,003 < 0,005$$

Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича шарт бажарилди. Демак, танланган кўндаланг кесим ўлчами $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ тўғри танланган.

4-мисол. Иккинчи нав ёғочдан тайёрланган сиқилиш - эгилишга ишловчи стерженнинг мустаҳкамлиги ва устуворлиги текширилсин. Стержень узунлиги $l = 4 \text{ м}$ ва кўндаланг кесими ўлчамлари $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ бўлиб стержен учлари шарнирли маҳкамланган. Стерженга $N = 100 \text{ кН} = 0,1 \text{ МН}$ сиқувчи ҳисобий куч ва кўндаланг кесими катта томони бўйича $M = 4 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,004 \text{ МН} \cdot \text{м}$ эгувчи момент таъсир қилади.

Ечилиши:

Ёғочни сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_c = 13 \text{ МПа}$ га тенг. Кўндаланг кесим юзасини ва кесимнинг қаршилик моментларини аниқлаймиз.

$$A = b \times h = 12 \times 18 = 216 \text{ см}^2 = 0,0216 \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 18^2}{6} = 648 \text{ см}^3 = 648 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Ҳисобий узунлиги, инерция радиуси, эгилувчанлиги ва устиворлик коэффицентлари қуйидагига тенг:

$$l_0 = l = 400 \text{ см};$$

$$i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{5,22} = 76,63 > 70$$

Коэффицент - ξ ни аниқлаймиз ,

$$\xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A} = 1 - \frac{0,1 \cdot 76,63^2}{3000 \cdot 13 \cdot 0,0216} = 0,3.$$

Деформацияни ҳисобга олган ҳолда моментни ҳисоблаймиз.

$$M_d = \frac{M}{\xi} = \frac{0,004}{0,3} = 0,013 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Сиқилишдаги нормал кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} = \frac{0,1}{0,0216} + \frac{0,013}{648 \cdot 10^{-6}} = 4,63 + 20,06 = 24,69 \text{ МПа} > R_c = 13 \text{ МПа}.$$

Эзилиш текислигидан ташқаридаги мустаҳкамлик ва устуворлигини текшираимиз:

Ҳисобий узунлиги - $l_0 = 400 \text{ см};$

Инерция радиуси - $i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ см};$

Эгилувчанлиги - $\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{3,48} = 114,94 > 70;$

Устуворлик коэффиценти - $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{114,94^2} = 0,23;$

Кучланиш - $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,1}{0,23 \cdot 0,0216} = 20,13 \text{ МПа} > R_c.$

Хулоса: Демак сиқилиб-эгиловчи ёғоч стержен мустаҳкамлиги ва устуворлиги кўндаланг кесим ўлчамлари $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ бўлганда етарли эмас. Мустаҳкамлиги ва устуворлиги етарли бўлиши учун кўндаланг кесим ўлчамларини катталаштириш зарурдир.

5-мисол. Биринчи нав ёғочдан тайёрланган чўзилиш - эгилишга ишловчи стерженнинг мустаҳкамлигини текширилсин. Стержень узунлиги $l = 4 \text{ м}$ ва кўндаланг кесими ўлчамлари $b \times h = 12 \times 15 \text{ см}$. Стержен ҳисобий юкламалардан ҳосил бўлган чўзувчи куч- $N = 60 \text{ кН} = 0,06 \text{ МН}$ ва эгувчи момент- $M = 3 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,003 \text{ МН} \cdot \text{м}$ таъсирида катта ўлчами йўналишида чўзилади ва кўндаланг кесимида заиф кесимлар йўқ.

Ечилиши:

Чўзилиш ва эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршиликларини аниқлаймиз,

$$R_q = 10 \text{ МПа}; \quad R_y = 14 \text{ МПа};$$

Кўндаланг кесим юзаси - A ,

$$A = b \times h = 12 \times 15 = 180 \text{ см}^2 = 0,018 \text{ м}^2;$$

Кўндаланг кесимнинг қаршилик моменти - W ,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 15^2}{6} = 450 \text{ см}^3 = 450 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

Чўзилиш ва эгилишдаги кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R_q}{W \cdot R_y} = \frac{0,06}{0,018} + \frac{0,003 \cdot 10}{450 \cdot 10^{-6} \cdot 14} = 3,33 + 4,76 = 8,09 \text{ МПа} < R_q = 10 \text{ МПа}.$$

демак, мустаҳкамлиги таъминланган.

6-мисол. Эгилувчи иккинчи нав ёғочдан тайёрланган элементни мустаҳкамлигини ёрилишга текширилсин. Максимал таъсир қилаётган қиркувчи кучнинг қиймати- $Q = 20 \text{ кН} = 0,02 \text{ МН}$. Элементни эни - $b = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ ва баландлиги - $h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$.

Ечилиши:

Эгилишдаги ёрилишда ҳисобий қаршилик $R_{\text{ёп}} = 1,6 \text{ МПа}$ га тенг.

Кесимнинг статик ва инерция моментларини аниқлаймиз:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 20}{8} = 500 \text{ см}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6667 \text{ см}^4 = 6667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4.$$

Ёрилишдаги кучланиш:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{0,02 \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{6667 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1} = 1,5 \text{ МПа} < R_{\text{ёп}} = 1,6 \text{ МПа}.$$

Демак ёрилишга бўлган мустаҳкамлиги етарлидир.

7-мисол. Устунга кўндаланг пеш таянч таянган тўсиннинг эзилишдаги мустаҳкамлиги текширилсин. Кўндаланг кесим ўлчамлари $b \times h = 14 \times 14 \text{ см}$ бўлган устунга бўйлама сиқувчи куч $N = 50 \text{ кН} = 0,05 \text{ МН}$ таъсир қилади.

Ечилиши:

Эзилишдаги юза узунлиги $l_{\text{эз}} = 10 \text{ см}$, толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги ҳисобий қаршилиги,

$$R_{\text{эз90}} = R_{\text{с90}} \left[1 + \frac{8}{l_{\text{эз}} + 1,2} \right] = 1,8 \left[1 + \frac{8}{10 + 1,2} \right] = 3,086 \text{ МПа};$$

эзилиш юзаси - A ,

$$A = b \times h = 14 \times 14 = 196 \text{ см}^2 = 0,0196 \text{ м}^2;$$

кучланиш - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,05}{0,0196} = 2,55 \text{ МПа} < R_{\text{эз90}} = 3 \text{ МПа}$$

8-мисол. Стропил фермага чўзилишга ишловчи болт ёрдамида осилган сарров ҳисоблансин. Ҳар бир бириктирилган жойида чўзувчи куч $N = 0,04 \text{ МН}$ таъсир қилади. Пулатни ҳисобий қаршилиги - $R = 235 \text{ МПа}$ га тенг.

Ечилиши:

Қирқилиш бўйича талаб қилинган болтнинг юзаси:

$$A_T = \frac{N}{0,8R} = \frac{0,04 \text{ МН}}{0,8 \cdot 235 \text{ МПа}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 2,13 \text{ см}^2$$

Болтни диаметрини $d = 2\text{см}$ қабул қиламиз. Қирқилиш бўйича болтнинг кесим юзаси - $A = 3,14\text{см}^2 > A_r = 2,13\text{см}^2$ дан катта.

Толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги шайба остидаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги $R_{\text{эз90}} = 4\text{МПа}$ га тенг.

Шайба тагидаги эзиладиган юзани талаб қилинган қиймати:

$$A_r = \frac{N}{R_{\text{эз90}}} = \frac{0,04}{4} = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 100\text{см}^2$$

Шайбани квадрат шаклида $b = 10\text{см}$ томонли қабул қиламиз. Шайба тагидаги эзилишга ишловчи юза:

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 10^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 96,86\text{см}^2 = 0,009686\text{м}^2.$$

Эгилишдаги кучланиш - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,009686} = 4,13\text{МПа} > R_{\text{эз90}} = 4\text{МПа}$$

мустаҳкамлик шarti бажарилмади, шунинг учун шайба ўлчамини катталаштирамиз ва $b = 11\text{см}$ қилиб оламиз.

У ҳолда

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 11^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 118\text{см}^2 = 0,0118\text{м}^2.$$

кучланиш: $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,0118} = 3,39\text{МПа} < R_{\text{эз90}} = 4\text{МПа}$

мустаҳкамлик шarti бажарилди.

Шайба кесимидаги максимал эгувчи момент:

$$M = \frac{N \cdot b}{16} = \frac{0,04 \cdot 0,11}{16} = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

Қаршилиқ моменти:

$$W_r = \frac{M}{R} = \frac{2,75 \cdot 10^{-4}}{235} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,17\text{см}^3$$

Шайбани талаб қилинадиган қалинлиги:

$$\delta_T = \sqrt{\frac{6W}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,17}{11-2}} = 0,883 \text{ см.}$$

Шайбанинг қалинлигини $\delta = 9 \text{ мм}$ қабул қиламиз.

9-мисол. Кўндаланг кесими $b_1 \times h_1 = 8 \times 20 \text{ см}$ бўлган икки томонлама ёғоч қопламали, ўлчами $b \times h = 15 \times 20 \text{ см}$ бўлган иккита тўрт қиррали ёғочнинг чокидаги талаб қилинадиган эгилишга ишловчи болтларнинг сони ва кесими аниқлансин. Унга бўйлама чўзувчи $N = 160 \text{ кН}$ куч қўйилган.

Ечилиши:

Болтни диаметрини баландлиги бўйича икки қатор қўйилишидан келтириб чиқарамиз:

$$d \leq \frac{h}{9,5} = \frac{20}{9,5} = 2,1 \text{ см.}$$

Диаметрини $d = 2 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Бирикма симметрик ва икки қирқимли, $n_q = 2$ га тенг. Ўртасидаги элементларнинг қалинлиги $s_{qb} 15 \text{ см}$, чеккадагиники $a = b_1 = 8 \text{ см}$. Болтни эгилишга ишлашидан битта чокдаги болтнинг юк кўтариш қобилияти

$$T_{\Sigma} = 1,8d^2 + 0,02a^2 = 1,8 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 8^2 = 8,5 \text{ кН.}$$

Элементларни эзилиш шартидан,

$$T_c = 0,5dc = 0,5 \cdot 15 \cdot 2 = 15 \text{ кН.}$$

Қопламаларни эзилиш шартидан,

$$T_a = 0,5da = 0,5 \cdot 2 \cdot 8 = 12,8 \text{ кН.}$$

Ҳисобий минимал юк кўтариш қобилияти $T = 8,5 \text{ кН}$ га тенг бўлади.

Талаб қилинадиган болтларнинг сони - n ,

$$n_r = \frac{N}{T \cdot n_{\text{чок}}} = \frac{160}{8,5 \cdot 2} = 9,4 \text{ та.}$$

Чокнинг бир томонидаги болтларнинг умумий сони 10 та ва диаметри $d = 20 \text{ мм}$ га тенг олинади.

10-мисол. Қуруқ ёғочга $l = 8\text{см}$ чуқурликда қоқилган, диаметри $d = 0,5\text{см}$ ва узунлиги $l = 10\text{см}$ бўлган михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти аниқлансин.

Ечилиши:

Қуруқ ёғочга қоқилган михнинг ҳисобий қаршилиги $R_{\text{см}} = 0,3\text{МПа}$ га тенг.

Михнинг учидаги ўткир қисмини чиқариб ташлагандаги ҳисобий узунлиги

$$l_1 = l - 1,5d = 8 - 1,5 \cdot 0,005 = 7,25\text{см} = 0,0725\text{м}.$$

Суғуришдаги михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти

$$T_{\text{с.м}} = R_{\text{с.м}} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1 = 3,14 \cdot 0,005 \cdot 0,0725 \cdot 0,3 = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{МН} = 0,34\text{кН}.$$

11-мисол. Икки қатламли кесишувчи тахтали иситиладиган том тўшамасининг кесимини танланг ва текширинг. Том қиялиги $i = 1:4$, $\alpha = 14^\circ$, $\sin \alpha = 0,25$, $\cos \alpha = 0,97$. Тўшама узунлиги $l = 3\text{м}$ ва у сарровларга таянади. Сарровлар қадами - $L = 1,5\text{м}$. Тўшамани устки ҳимоя тахтаси яхлит ва унинг кесими $b \times h = 10 \times 16\text{см}$ бўлиб ишчи тўшама қуйи тахтасига 45° бурчак остида михланган. Ишчи тўшама тахтасининг кесими ва қадамини аниқлаш керак. Тўшамага чизиқли тарқалган ва йиғилган юкламалар таъсир қилади. Уларнинг меъёрий ва ҳисобий қийматлари қуйидагига тенг:

хусусий оғирлиги - $g^{\text{м}} = 0,7\text{кН} / \text{м}$; $g = 0,8\text{кН} / \text{м}$;

қор юкламаси - $S^{\text{м}} = 1,5\text{кН} / \text{м}$; $S = 2,4\text{кН} / \text{м}$.

монтажчининг оғирлиги - $P = 1,2\text{кН}$.

Ечилиши:

Ишчи тўшаманинг ҳисобий юзасининг эни $B = l$ м.

Тўшаманинг ҳисобий схемаси - икки ораликли қирқимсиз шарнирли таянган, ораликларини горизонтал проекцияси $l = a \cdot \cos \alpha = 1,5 \cdot 0,97 = 1,45\text{м}$ га тенгдир.

Биринчи йиғма ҳисобий юкламалар сифатида хусусий оғирлик ва қор юкламалари олинади. Бу йиғма юкламалар тўшама узунлиги бўйича тенг тарқалган ва унинг қиймати қуйидагига тенг:

$$q = g + S = 0,8 + 2,4 = 3,2\text{кН} / \text{м}.$$

Эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги $R_{\text{эз}} = 13\text{МПа}$ га тенг.

Ўрта таянч кесимидаги ҳисобий эгувчи моментнинг қиймати,

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 1,45^2}{8} = 0,84\text{кН} \cdot \text{м} = 0,00084\text{МН} \cdot \text{м}.$$

Талаб қилинадиган кесимнинг қаршилик моменти,

$$W_r = \frac{M}{R_{\text{э}}} = \frac{0,00084}{13} = 65 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 65 \text{ см}^3.$$

Тахта кесимини $b \times h = 10 \times 2,5 \text{ см}$ қабул қиламиз. Талаб қилинадиган l метр кенглик юзадаги тахта эни қуйидагига тенг,

$$B_r = \frac{6 \cdot W}{h^2} = \frac{6 \cdot 65}{2,5^2} = 62,5 \text{ см}.$$

Тахтани қўйиш қадами,

$$a = \frac{100 \cdot b}{B_r} = \frac{100 \cdot 10}{62,5} = 16 \text{ см}.$$

Тўшамани юк кўтариш қобилиятини иккинчи йиғма ҳисобий юкламаларда (хусусий оғирлик - $q = g = 0,8 \text{ кН} / \text{м}$ ва монтажчи иккита одам оғирликлари - $P = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ кН}$) текширамыз. Одамлардан тушадиган йиғма юк четки таянчдан $a = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625 \text{ м}$ масофада қўйилган. Максимал эгувчи момент йиғма юк қўйилган кесимда ҳосил бўлади:

$$M = 0,07ql^2 + 0,21Pl = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,00086 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Йиғма юкни қисқа вақт таъсир қилишини ҳисобга олган ҳолда эгилишдаги ҳисобий қаршилик - $R_{\text{э}} = R \cdot m_H = 13 \cdot 1,2 = 15,6 \text{ МПа}$.

Кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00086}{65 \cdot 10^{-6}} = 14,9 \text{ МПа} < R_{\text{э}} = 15,6 \text{ МПа}.$$

Биринчи йиғма меъёрий юкламаларда эгилишни текширамыз,

$$q^M = g^M + S^M = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ кН} / \text{м} = 0,0022 \text{ МН} / \text{м}$$

Инерция моменти - $J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{62,5 \cdot 2,5^3}{12} = 81 \text{ см}^4 = 81 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$.

Ёғочнинг эластиклик модули - $E = 10^4 \text{ МПа}$

тўшамани нисбий эгилиши - $\frac{f}{l} = \frac{2,13}{384} \frac{q^M l^3}{EI} = \frac{2,13}{384} \frac{0,0022 \cdot 1,45^3}{10000 \cdot 81 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{316} < \frac{1}{150}$;

12 - мисол. Қутисимон елимфанерли иссиқ том тўшама плитаси кесимини танлансин ва текширилсин. Плита узунлиги $L = 6 \text{ м}$, кенглиги $B = 1,5 \text{ м}$, иккита фанера

қопламалари, тўртта бўйлама ва бешта кўндаланг қобирғалари бор. Плитанинг чеккалари елимланган ёғоч тўсинларга таянади ва текис тенг тарқалган ҳамда йиғма юкламаларни кўтаради:

хусусий оғирлик ва қор юкламаларидан: меъёрий ва ҳисобий, $q^m = 2,5 \text{ кН/м}$,
 $q = 3,2 \text{ кН/м}$;

одамдан тушадиган юклама: меъёрий ва ҳисобий, $P^m = 1,0 \text{ кН}$, $P = 1,2 \text{ кН}$.

Ечилиши:

Бўйлама қобирғаларни кесимини олдиндан $b \times h = 4 \times 18 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. Плитани ҳисобий схемаси - бир ораликли шарнирли таянган тўсин ва ҳисобий узунлиги: $l = 6 - 0,05 = 5,95 \text{ м}$ га тенг.

Юқори қопламасининг ҳисобий схемаси - бир ораликли таянчларда бикр маҳкамланган ва ҳисобий узунлиги: $l = (B - 4b)/3 = (1,5 - 4 \cdot 0,04)/3 = 0,45 \text{ м}$.

Плита кесимларидаги ҳисобий зўриқишлар:

Эгувчи момент, $M = \frac{P \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 5,95^2}{8} = 14,16 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,01416 \text{ МН} \cdot \text{м}$.

Қирқувчи куч, $Q = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{3,2 \cdot 5,95}{2} = 9,52 \text{ кН} = 0,00952 \text{ МН}$.

Юқори қопламадаги маҳаллий эгувчи момент:

$$M_1 = \frac{P \cdot l_1}{8} = \frac{1,2 \cdot 0,45}{8} = 0,0675 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,0675 \cdot 10^3 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Фанера қопламасининг талаб қилинадиган қалинлиги

$$\delta_r = \frac{M}{0,6 \cdot B \cdot h_0 \cdot R_{\phi.c}} = \frac{0,01416}{0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 \cdot 12} = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ см}$$

бу ерда: $h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}$.

Фанера қопламаларини бир хил $\delta = 1 \text{ см}$ қалинликда олинади. Плита кесимининг геометрик характеристикаларини аниқлаймиз:

- қопламанинг ҳисобий кенглиги, $b = 0,9 \cdot 150 = 135 \text{ см}$;

- бўйлама қобирғаларини умумий кесими, $b_k \cdot h_k = 4 \cdot b \cdot h = 4 \cdot 4 \cdot 18 = 288 \text{ см}^2$;

- кесимнинг умумий баландлиги $h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}$;

- кесим нейтрал ўқининг ҳолати, $Z = h/2 = 20/2 = 10 \text{ см}$.

Кесимнинг инерция моменти, $J = J_{\phi} + J_{\varepsilon} = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta / 2)^2 \cdot 2 + b_{\kappa} \cdot h_{\kappa}^3 / 12 =$
 $= 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2)^2 + 16 \cdot 18^3 / 12 = 3214,4 \text{ см}^4 = 0,0032144 \text{ м}^2$.

Кесимнинг қаршилик моменти, $W = J / 0,5 \cdot h = 0,0032144 / 0,5 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ м}$.

Нейтрал ўққа нисбатан қопламанинг статик моменти,

$$S = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta / 2) = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2) = 1282,5 \text{ см}^3 = 0,001282 \text{ м}^3.$$

$B=l$ м ҳисобий кенгликдаги қоплама кесимининг қаршилик моменти:

$$W_{\phi} = \frac{b \cdot \delta^2}{8} = \frac{100 \cdot 1^2}{8} = 12,5 \text{ см}^3 = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$R_{\phi.c} = 12 \text{ МПа}$ - фанеранинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.\kappa} = 14 \text{ МПа}$ - фанеранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.\varepsilon} = 6,5 \text{ МПа}$ - фанеранинг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.\varepsilon p}$ - фанеранинг ёрилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Плитани юқори қопламасини юк кўтариш қобилятини эгилишда, сиқилишда ва устиворликка текширилади (*нисбат* $a/\delta = 18/1 = 18$ *га тенг бўлади*).

Устиворлик коэффиценти - $\varphi = 1 - [(a/\delta)^2 / 5000] = 1 - [18^2 / 5000] = 0,94$

Кучланиш - $\sigma = \frac{M}{W \cdot \varphi} = \frac{0,01416}{0,006 \cdot 0,94} = 2,51 \text{ МПа} < R_{\phi.c}$.

Қуйи қопламани чоклари билан заифлашганини ҳисобга олган ҳолдаги чўзилишдаги юк кўтариш қобилятини текширамыз: $b = b_{\kappa} = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м}$;

$$\tau = Q \cdot S / (J \cdot b) = 0,00952 \cdot 0,001282 / (0,0032144 \cdot 0,16) = 0,24 \text{ МПа} < R_{\phi.\varepsilon p}.$$

13-мисол. Иккинчи нав ёғочдан тайёрланган бир ораликли тўрт қирра ёғоч сарровнинг кесими танлансин ва текширилсин. Сарров, том қиялигига кўндаланг жойлашган ва том қиялиги - $i = 1 : 4$ га тенг. Сарровга том ёпма ва қор юкламалари таъсир қилади: меъёрий юклама, $g^m = 1 \text{ кН} / \text{м}$; ҳисобий юклама, $g = 1,5 \text{ кН} / \text{м}$; сарров оралиғи, $l = 3 \text{ м}$.

Ечилиши:

Сарровни ҳисобий схемаси - бир ораликли шарнирли таянган, қия эгиладиган тўсин. Қиялик бурчаги - $\alpha = 14^\circ$

У ҳолда, $\sin \alpha = \sin 14^\circ = 0,24$; $\cos \alpha = \cos 14^\circ = 0,97$; $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 14^\circ = 0,25$.

Максимал эгувчи моментнинг қиймати,

$$M_{max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{1,5 \cdot 3^2}{8} = 1,6875 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Эгувчи моментнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчиларини аниқлаймиз:

$$M_x = M_{max} \cdot \cos \alpha = 1,6875 \cdot 0,97 = 1,64 \text{ кН} \cdot \text{м} = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$$M_y = M_{max} \cdot \sin \alpha = 1,6875 \cdot 0,24 = 0,405 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,405 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Сарров кўндаланг кесимини олдиндан $b \times h = 10 \times 15 \text{ см}$ қабул қилайлик. У ҳолда кесим қаршилиқ моментининг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 15^2}{6} = 375 \text{ см}^3 = 375 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{15 \cdot 10^2}{6} = 250 \text{ см}^3 = 250 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги, $R_{\text{эс}} = 13 \text{ МПа}$ га тенг.

Кучланиш σ ,
$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,64 \cdot 10^{-3}}{375 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,405 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 6 \text{ МПа} < R_{\text{эс}}.$$

Сарров эгилишини текшираамиз:

меъёрий юклама - q^M ни x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

$$q_x^M = q^M \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 0,97 = 0,97 \text{ кН} / \text{м} = 0,97 \cdot 10^{-3} \text{ МН} / \text{м};$$

$$q_y^M = q^M \cdot \sin \alpha = 1 \cdot 0,24 = 0,24 \text{ кН} / \text{м} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ МН} / \text{м};$$

Ёғочнинг эластиклик модули, $E = 10^4 \text{ МПа}$ га тенг.

Кесимнинг инерция моменти:

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2812,5 \text{ см}^4 = 2812,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{15 \cdot 10^3}{12} = 1250 \text{ см}^4 = 1250 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Солқиликнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчиларини аниқлаймиз:

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x^M \cdot l^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,97 \cdot 10^{-3} \cdot 3^4}{10^4 \cdot 2812,5 \cdot 10^{-8}} = 0,0036 \text{ м};$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y^M \cdot l^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,24 \cdot 10^{-3} \cdot 3^4}{10^4 \cdot 1250 \cdot 10^{-8}} = 0,002 \text{ м}$$

Умумий нисбий эгилиш:

$$\frac{f}{l} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} = \frac{\sqrt{0,0036^2 + 0,002^2}}{3} = \frac{0,0041}{3} = \frac{1}{732} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}.$$

14-мисол. Трапециясимон икки нишабли елимланган ёғоч тўсиннинг кўндалаланг кесими танлансин. Тўсин оралиғи - $l = 12\text{ м}$, том қиялиги - $i = 1:12$. Тўсинга тушадиган меъёрий юклама - $q'' = 10\text{ кН/м}$; ҳисобий юклама - $q = 15\text{ кН/м}$.

Ечилиши:

Ёғочнинг ҳисобий қаршиликлари, $R_{\text{э}} = 15\text{ МПа}$; $R_{\text{ёп}} = 1,5\text{ МПа}$

Тўсиннинг таянчдаги кўндаланг кесимини ёрилиш шартига асосланиб аниқлаймиз:

Кўндаланг қирқувчи кучнинг қиймати - Q ,

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{13 \cdot 12}{2} = 78\text{ кН} = 0,078\text{ МН}.$$

Таянчдаги кўндаланг кесимнинг талаб қилинадиган баландлиги

$$h_r = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot b \cdot R_{\text{ёп}}} = \frac{3 \cdot 0,078}{2 \cdot 0,17 \cdot 1,5} = 0,5$$

b - тўсин эни, $b = 17\text{ см}$;

$R_{\text{ёп}} = 1,5\text{ МПа}$;

Q - қирқувчи куч, $Q = 0,078\text{ кН}$.

Оралиқни ўртасидаги баландлиги:

$$h = h_r + \frac{l}{2 \cdot 12} = 0,5 + \frac{12}{24} = 1\text{ м}.$$

Энг хавфли кесим таянчдан x масофада жойлашган,

$$x = \frac{l \cdot h_r}{2 \cdot h} = \frac{12 \cdot 0,5}{2 \cdot 1} = 3\text{ м}.$$

Хавфли кесимдаги эгувчи моментнинг қиймати,

$$M = q \cdot x \cdot (1 - x) / 2 = 15 \cdot 3(12 - 3) : 2 = 202,5\text{ кН} \cdot \text{м} = 0,2025\text{ МН} \cdot \text{м}.$$

хавфли кесимдаги баландлик,

$$h_x = h_r + (h - h_r)2 \cdot x / l = 0,5 + (1 - 0,5)2 \cdot 3 / 12 = 0,75\text{ м}.$$

Хавфли кесимнинг қаршилик моменти,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,17 \cdot 0,75^2}{6} = 0,016 \text{ м}^3.$$

Кесим баландлиги ва елимланган қатлам қалинлиги коэффициентлари - $m_{\sigma} = 0,915$
ва $m_{\kappa} = 1,05$.

Ҳисобий қаршилик:

$$R = R_{\text{эс}} \cdot m_{\sigma} \cdot m_{\kappa} = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 = 14,4 \text{ МПа}.$$

Кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,2025}{0,016} = 12,656 \text{ МПа} < R = 14,4 \text{ МПа}.$$

Энди тўсиннинг кесимини иккинчи чегаравий ҳолат бўйича эгилишини текшираемиз:

$$q^{\text{м}} = 10 \text{ кН / м}; \quad b \times h = 17 \times 100 \text{ см}^2;$$

$h_T = 0,5 \text{ м}$ - таянчдаги баландлик;

$l = 12 \text{ м}$ - тўсин оралиғи.

Инерция моменти - J ,

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,17 \cdot 1^3}{12} = 0,014 \text{ м}^4.$$

Тўсин нишабли бўлгани учун кесимни ўзгарувчанлигини ҳисобга оладиган коэффициент,

$$K = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{h_m}{h_{yp}} = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{0,5}{1} = 0,57.$$

Силжиш деформациясини ҳисобга оладиган коэффициенти,

$$C = 15,4 + 3,8 \frac{h_m}{h_{yp}} = 15,4 + 3,8 \cdot \frac{0,5}{1} = 17,3.$$

Кесимни ўзгарувчанлигини ва силжиш деформациясини ҳисобга олинмагандаги эгилиш,

$$f_0 = \frac{5}{384} \frac{q^{\text{м}} \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,01 \cdot 12^4}{10^4 \cdot 0,014} = 0,019 = 1,9 \text{ см}.$$

Нисбий эгилиш,

$$\frac{f}{l} = \frac{f_0}{k} \left[1 + c \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] / l = \frac{0,019}{0,57} \left[1 + 17,3 \left(\frac{1}{12} \right)^2 \right] / 12 = 0,0031 < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300} = 0,0033.$$

Тўсиннинг деформацияланишидаги устиворлигини текширамыз. Тўсин устига маҳкамланадиган сарровнинг қадами - $l_k = 1,2м$ га тенг.

$$l_k < \frac{70 \cdot b^2}{l} = \frac{70 \cdot 0,17^2}{1} = 2,023м.$$

Тўсиннинг кўндаланг кесими, елимланган ёғочни ёрилиш шартидан келиб чиққан ҳолда аниқланади ва у нормал кучланишлар бўйича ҳамда бикрлик бўйича қўшимча мустаҳкамликка эгадир.

15-мисол. Узунлиги $l = 3,5м$ бўлган таркибли, учлари шарнирли маҳкамланган устуннинг кесими танлансин ва текширилсин. Берилган: $N = 200кН = 0,2МН$ - бўйлама сиқувчи куч; $l = 3,5м$ - устун баландлиги; $R_c = 13МПа$ - сиқилишдаги ҳисобий қаршилиқ.

Ечилиши:

Устун эгилувчанлигини олдиндан берайлик, $\lambda = 90$ бўлсин, яъни $\lambda < 120$.

Устиворлик коэффиценти,

$$\varphi_y = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{90^2} = 0,37.$$

Устун эни - $b = 20см$ бўлсин. У ҳолда устун кесими баландлиги,

$$h_m = \frac{l}{0,29 \cdot \lambda} = \frac{350}{0,29 \cdot 90} = 13,4см.$$

Кўндаланг кесимини иккита, ўлчамлари $b \times h = 20 \times 7см$ бўлган тўртқиррали ёғочлардан иборат деб қабул қиламыз.

$$A = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot 7 = 280см^2 - \text{кўндаланг кесимининг юзаси};$$

$$r_x = 0,29 \cdot b = 0,29 \cdot 20 = 5,8см - \text{инерция радиуси};$$

$$\lambda_x = \frac{l}{r_x} = \frac{350}{5,8} = 60,3 < 70 - \text{эгилувчанлик};$$

$$\varphi_x = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,71 - \text{устиворлик коэффиценти}.$$

$$\text{Кучланиш } -\sigma = \frac{N}{\varphi_x \cdot A} = \frac{0,2}{0,71 \cdot 0,028} = 10,06 \text{ МПа}$$

у - ўқига нисбатан устуннинг бирикмадаги мойиллигини ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамлиги ва устиворлигини текшираамиз.

Битта тўртқирра ёғочнинг кўндаланг кесими ва инерция моменти,

$$A_1 = b \cdot h_1 = 20 \cdot 7 = 140 \text{ см}^2; \quad a = 7/2 = 3,5;$$

$$J = 2(b \cdot h_1^3 / 12 + A_1 \cdot a^2) = 2(20 \cdot 7^3 / 12 + 140 \cdot 3,5^2) = 4573 \text{ см}^4$$

Инерция радиуси - r_y ,

$$r_y = \sqrt{J/A} = \sqrt{4573/140} = \sqrt{32,66} = 5,72 \text{ см.}$$

Бирикмадаги мойилликни ҳисобга олмаган ҳолатдаги устуннинг эгилувчанлиги,

$$\lambda_y = \frac{l}{r_y} = \frac{350}{5,72} = 61,2;$$

Иккита тўртқирра ёғочни бир-бирига диаметри - $d = 2 \text{ см}$ бўлган болтлар ёрдамида бириктираамиз,

$$\frac{d}{h_1} = \frac{1}{3,5} < \frac{1}{2}, \quad K_c = \frac{1,5}{d \cdot h_1} = \frac{1,5}{2 \cdot 7} = 0,107.$$

Боғловчилар сони - l метрда 2 та (2 та/метр),

чоклар сони - l та ($n_{\text{чок}} = 1$).

Эгилувчанлика келтириш коэффиценти - μ_y

$$\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_q / l^2 \cdot n_o} = \sqrt{1 + 0,107 \cdot 20 \cdot 14 / 350^2 \cdot 2} = 0,00006.$$

Битта тўртқирра ёғочнинг инерция радиуси, болтлар орасидаги масофа ва эгилувчанлиги,

$$i = 0,29 \cdot h_1 = 0,29 \cdot 7 = 2,03 \text{ см}; \quad l_1 = 50 \text{ см};$$

$$\lambda_y = l_1 / i = 50 / 2,03 = 24,6; \quad \text{бу ҳолда } \lambda = 60,3 \text{ деб олинади.}$$

Келтирилган эгилувчанлик - $\lambda_{\text{кел}}$,

$$\lambda_{\text{кел}} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda^2} = \mu_y \cdot \lambda_y = \sqrt{(0,00006 \cdot 24,6)^2 + 60,3^2} = 60,3 < 70.$$

устиворлик коэффиценти - φ_y

$$\varphi_y = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_{\text{кел}}}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,7$$

Кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{0,2}{0,7 \cdot 0,0280} = 10,2 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа}.$$

И Л О В А Л А Р

СИ ва МКГСС бирликлари механик миқдорлари орасидаги нисбатлар

1-илова

Миқдорлар номи	СИ		МКГСС		Бирликлар нисбати
	номи	белгила- ниши	номи	белгила- ниши	
Куч (юклама, оғирлик, бўйлама ва қўндаланг кучлар)	Ньютон Килоньютон Меганьютон	<i>H</i> <i>кН</i> <i>МН</i>	Килограмм-куч Тонна-куч	<i>кгк</i> тк	$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ см} / \text{с}^2$; $1 \text{ МН} = 10^3 \text{ кН} = 10^6 \text{ Н}$; $1 \text{ кгк} = 9,81 \text{ Н} \sim 10 \text{ Н}$; $1 \text{ тк} \sim 10^4 \text{ Н} = 10 \text{ кН}$;
Куч моменти (эгувчи момент)	Ньютон-метр	<i>Н·м</i>	Килограмм-куч- сантиметр	<i>кгк·м</i>	$1 \text{ кгк} \cdot \text{см} \sim 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
	Килоньютон- метр Меганьютон- метр	<i>кН·м</i> <i>МН·м</i>	Килограмм -куч - метр Тонна - куч - метр	<i>кгк·м</i> тк·м	$1 \text{ кгк} \cdot \text{м} \sim 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $1 \text{ тк} \cdot \text{м} \sim 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

Босим (кучланиш, меъёрий ва ҳисобий қаршилик- лар, эластиклик ва силжиш модуллари)	Паскаль Килопаскаль Мегапаскаль	$Па$ $кПа$ $МПа$	Килограмм - куч - сантиметр квадрат	$кгк/см^2$	$1 МПа = 10^3 кПа = 10^6 Па;$ $1 Па = 1Н/м^2;$ $1 МПа \sim 10 кгк/см^2;$ $1 кгк/см^2 \sim 0,1 МПа;$
--	---	--------------------------------	--	------------	--

Эслатма:

1. Қурилиш конструкцияларини ҳисоблашда юклама ньютонда ҳисобланади.
2. Кесимларни геометрик характеристикаларини $см^2$, $см^3$ ёки $см^4$ ларда ҳисоблаш қулай, кейин $м^2$, $м^3$, $м^4$ ларга ўтказиб олинади.
3. Статик ҳисоблашда зўриқишлар $СИ$ бирлигида ҳисобланади: бўйлама ва кўндаланг кучлар - $Н$ да; эгувчи ва буровчи моментлар- $Н\cdot м$ да ёки $МН\cdot м$ да. Агар кучланишни ҳисобланадиган ва кейин ҳисобий қаршилик билан таққосланадиган бўлса, у ҳолда ҳисоблаш ҳисобий қаршилик бирлигида бажарилиши мақсадга мувофиқдир. Ҳисобий қаршилик $МПа$ да берилган бўлса: зўриқиш - $МН$ да; эгувчи момент- $МН\cdot м$ да; геометрик характеристикалар $м^2$, $м^3$ ва $м^4$ ларда ҳисобланади.
4. Эгилиш ҳисобланганда: юклама - $МН/м$ да; оралик- $м$ да; эластиклик модули- $МПа$ да; инерция моменти - $м^4$ да бирликларида олинади.

Ёғоч материаллари кўндаланг кесим ўлчамлари

2-илова

Қалин- лиги	Кенглиги, мм								
	тавсия этиладиган				рухсат бериладиган				
16	75	100	125	150		-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-

200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

Ёғочларнинг зичлиги

3-илова

№	Ёғоч тури	Ёғочнинг зичлиги, $кг/м^3$	
		Ёғоч намлиги 20% гача	Ёғоч намлиги 20% дан катта
1	Игна барли: Тилоғоч Қарағай, қора қарағай, кедр, оқ қарағай	650 500	800 600
2	Қаттиқ баргли: Эман (дуб), оқ қайин (берёза), қора қайин (бук), шумтол (ясень), граб (қайинлар оиласига мансуб), заранг (клён), акас (оқ ва сарик гулли дуккакли бўта), қайрағоч (вяз) ва элма (ильм-қайрағочнинг бир тури)	700	800
3	Юмшоқ баргли: Тоғтерак (осина), терак, ольха (дарахт ёки бўта), жўка (липа)	500	600

Эслатма:

1. Янги кесилган игна баргли ва юмшоқ баргли ёғочлар зичлиги - $850 кг/м^3$; қаттиқ барглиларники эса - $1000 кг/м^3$.
2. Елимланган ёғочнинг зичлиги сифатида яхлит бутун ёғоч зичлиги олинади.
3. Оддий фанеранинг зичлиги сифатида ёғоч шпон зичлиги олинади; шимдирилган фанераники эса - $1000 кг/м^3$ га тенгдир.

Асосий конструкциявий пластмассаларнинг физик-механик хоссалари

4- илова

Кўрсаткич	Стеклопластикалар	
	Полиэфирли варақли	АГС - 4С
Зичлиги, $кг/м^3$	1400...1500	1700...1900
Вактинчалик қаршилиқ, МПа:		
Чўзилиш	60...110	500
Сиқилиш	100...200	-
Эгилиш	130...160	250
Эластиклик модули, МПа	85 гача	0
Ёруғлик ўтказувчанлик, %	0,3...1	0,2
Сув шимувчанлик, %	20...29	70
Ойна толаси микдори, %		
Ойна толаси	майдаланган	Ойна ипи
Боғловчи	полиэфирли	Фенол- формальдегид Р-2

Кўрсаткич	Органик ойна	Винипласт
Зичлиги, $кг/м^3$	1180	1400
Вақтинчалик қаршилик, $МПа$:		
Чўзилиш	55	550
Сиқилиш	80	750
Эгилиш	110	850
Эластиклик модули, $МПа$	2800	28000
Ёруғлик ўтказувчанлик, %	92 гача	80 гача
Сув шимувчанлик, %	0,3	-
Иссиқбардошлиги, градус	60	60

Кўрсаткич	Пенопластлар					
	ПСБт		ПС-4	ПХВ-1	ФРП-1	ПУ-101
Зичлиги, кг/м ³						
Вақтинчалик қаршилик, МПа:						
Чўзилиш	40...50	60...70	40	100	100	50
Сиқилиш	0,38	0,44	0,65	1,9...3,3	0,42	1,0
Эгилиш	0,29	0,45	0,28	0,8...1,1	0,52	0,2
	0,16	0,65	0,37	0,6...0,7	0,22	-
Эластиклик модули, МПа	20,8	33,0	24,0	60...100	15	-
Силжиш модули , МПа	5,0	11,5	22,0	18...20	11	-
Иссиқбардошлиги, градус	60	60	65	60	130	120..170

Қарағай ва қора қарағайнинг ҳисобий қаршиликлари – R

5- илова

Элементлар характеристикаси ва кучланганлик ҳолати	Боғланиши	Ёғоч навлари учун ҳисобий қаршиликлар		
		1	2	3
1. Бўйлама эгилиш, сиқилиш ва эзилиш:				
а) кесим баландлиги 50 см гача бўлган тўғри бурчак кесимли элементлар («б» ва «в» пунктлардан ташқари)	$R_{эз}, R_c, R_{эз}$	14	13	8,5
б) кенглиги 11 см дан катта 13 см гача ва кесим баландлиги 11 см дан катта бўлган тўғри бурчак кесимли элементлар	$R_{эз}, R_c, R_{эз}$	15	14	10
в) кенглиги 13 см дан катта ва кесим баландлиги 13 см дан катта бўлган тўғри бурчак кесимли элементлар	$R_{эз}, R_c, R_{эз}$	16	15	11
г) ҳисобий кесимда ўйик жойи йўқ доира кесимли элементлар	$R_{эз}, R_c, R_{эз}$	-	16	10
2. Толалари бўйлаб чўзилиш:				
а) елимланмаган элементлар	$R_ч$	10	7	-
б) елимланган элементлар	$R_ч$	12	9	-

3. Бутун юза бўйлаб толаларига кўндаланг сиқилиш ва эзилиш	$R_c, R_{\varepsilon 90}$		1,8	
4. Маҳаллий толаларига кўндаланг эзилиш:				
а) Конструкцияларни таянч қисмларида, ўйик бирикмаларда ва элементларни тугун туташувларида	$R_{\varepsilon 90}$		3	
б) Эзилиш бурчаги $60 \div 90^\circ$ да шайба тагидаги	$R_{\varepsilon 90}$		4	
5. Толалари бўйлаб ёрилиш:				
а) елимланмаган элементларни эгилишидаги	$R_{\varepsilon p}$	1,8	1,6	1,6
б) елимланган элементларни эгилишидаги	$R_{\varepsilon p}$	1,6	1,5	1,5
в) пеш ўйик бирикмаларида максимал кучланиш учун	$R_{\varepsilon p}$	2,4	2,1	2,1
г) елимли бирикмаларда максимал кучланиш учун	$R_{\varepsilon p}$		2,1	
6. Толаларига кўндаланг ёрилиш:				
а) елимланмаган элементлар бирикмаларида	$R_{\varepsilon p 90}$	1	0,8	0,6
б) елимланган элементлар бирикмаларида	$R_{\varepsilon p 90}$	0,7	0,7	0,6
7. Елимланган ёғоч элементларини толаларига кўндалангги бўйича чўзилиш	$R_{\varepsilon 90}$	0,35	0,3	0,25

Эслатма: Шамол ва вақтинчалик юкламаларни ҳисобга олиш коэффициенти - m_H :

а) барча турдаги кучланганлик ҳолатлари учун (томонларига кўндаланг эзилишдан ташқари) - $m_H = 1,2$ га тенг; б) толаларига кўндаланг эзилишда - $m_H = 1,4$ га тенг.

А д а б и ё т л а р

1. Г. Н. Зубарев. Конструкции из дерева и пластмасс.

Москва: Ву́сшая школа, 1990 . – 287с.

2. Ю. В. Сли́цкоухов, В. Д. Буданов, М. М. Га́ппоев и др. Конструкции из дерева пластмасс.

Москва: Стройиздат, 1986. – 543с.

3. К. И. Рузиев. Прочность конструкций из древесины и пластмасс. Ташкент. “Укитувчи”: -

1993. - 175 с.

4. ҚМҚ 2.01.03 - 96. Зилзилавий худудларда қурилиш. Тошкент: 1997. -65 б.

5. ҚМҚ 2.03.08-98. Ёғоч конструкциялари. Тошкент: 1998. - 65 б.

Мундарижа

Кириш.....	5
Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг тарихи	6
1-БОБ Конструкциявий ёғоч ва пластмассалар.....	15
1.1 Ёғоч	15
1.2 Конструкциявий пластмассалар.....	27
2-БОБ Ёғоч элементлар.....	32
2.1 Чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш.....	32
2.2 Яхлит кесимли ёғоч ва пластмасса элементларини ҳисоблаш.....	36
2.3 Кўндаланг кесим юзаси ўзгарувчан стерженларнинг турғунлиги.....	59

3-БОБ	Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг бирикмалари.....	65
3.1	Ёғоч конструкцияларининг бирикмалари	65
3.2	Пластмасса конструкцияларини улаш.....	75
4-БОБ	Ёғоч ва пластмасса тўшамалар.....	78
4.1	Ёғоч тўшамалар.....	78
4.2	Пластмасса тўшамалар.....	84
5-БОБ	Ёғоч тўсин ва устунлар.....	86
5.1	Мойил боғланишдаги таркибий кесимли ёғоч тўсин конструкцияларини эгилишга ҳисоблаш.....	86
5.2	Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш.....	91
5.3	Яхлит кесимли ёғоч тўсинлар.....	93
5.4	Елимланган ёғоч тўсинлар.....	96
5.5	Ёғоч устунлар.....	98
6-БОБ	Ёғоч аркалар.....	104
6.1	Арка конструкциялари.....	104
6.2	Ёғоч аркаларни ҳисоблаш.....	107
7-БОБ	Ёғоч рамалар.....	112
7.1	Ёғоч рама конструкциялари.....	112
7.2	Ёғоч рамаларни ҳисоблаш.....	115
8-БОБ	Ёғоч фермалар.....	117
8.1	Ёғоч ферма конструкциялари.....	117
8.2	Фермаларни ҳисоблаш.....	123
9-БОБ	Фазовий конструкциялар.....	130
9.1	Қуббаларнинг конструктив шакллари. Айланма тўрсимон қуббалар. Йиғма конструкциялар.....	130
9.2	Пневматик қурилиш конструкциялари.....	139
10-БОБ	Ёғоч конструкцияларини таъмирлаш ва кучайтириш.....	151
10.1	Ёғоч конструкцияларини кучайтириш.....	151
10.2	Ҳисоблаш схемасини ўзгартирмасдан ва ўзгартириб кучайтириш усуллари.....	154
11-БОБ	Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти.....	156
11.1	Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти.....	156
11.2	Материаллар сарфини аниқлаш.....	157
12-БОБ	Биоларнинг зилзилабардошлиги.....	160
13-БОБ	Ёғоч конструкцияларини ҳисоблашга доир мисоллар.....	168
	Иловалар.....	186
	Адабиётлар.....	189
	Мундарижа.....	190

