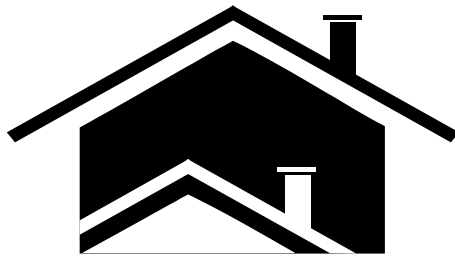


**РАЗЗАҚОВ С.Ж.**



**ЁҒОЧ ВА ПЛАСТМАССА  
КОНСТРУКЦИЯЛАРИ**

**ФАНИДАН МАГИСТРЛАР УЧУН  
МАЪРУЗАЛАР ТЎПЛАМИ**

**Наманган - 2006 йил**

Маърузалар тўплами 5A140601-Касб таълими(Бинолар ва саноат иншоотлари қурилиши) ихтисослик йўналиши ўқув дастури асосида тайёрланди. Тўпланда «Ёғоч ва пластмасса конструкциялари»нинг тарихи, қурилиш материали сифатида ишлатилиши, улардан бино ва иншоотлар учун тайёрланадиган турли хил конструкцияларнинг турлари ва қўлланиши, ҳисоблаш услублари ва асослари, мисоллар, ҳамда иловалар ўз аксини топган.

Ушбу тўплам «Бинолар ва саноат иншоотлари қурилиши» йўналишида таҳсил олаётган магистрлар учун мўлжалланган.

Муаллифлар: т.ф.н., доц.. С.Ж.Раззақов, кат.ўқ Б.Жўраев

Тақризчи: т.ф.д., проф. Қ.И.Рўзиев  
(Тошкент архитектура- қурилиш институти)

200\_\_ йил «\_\_\_\_\_» даги «Бинолар ва саноат иншоотлари қурилиши» кафедрасининг \_\_\_ - сонли йиғилишида кўриб чиқилган ва маъқулланган.

Тўплам 200\_\_ йил «\_\_\_\_\_»даги Наманган мухандислик-педагогика институти ўқув - услубий кенгашининг - сонли йиғилишида кўриб чиқилган ва чоп этишга тавсия қилинган.

# **ЁҒОЧ ВА ПЛАСТМАССА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ**

**ФАНИДАН МАГИСТРЛАР УЧУН  
МАЪРУЗАЛАР ТўПЛАМИ**

**КИРИШ**

Ёғоч ва пластмасса конструкциялари энгил қурилиш конструкциялари бўлиб, уларни қўллаш қурилишдаги энг муҳим йўналиш, қурилиш ишлаб-чиқаришини тезлаштириш ва самарадорлигини оширишга олиб келади.

Ёғоч қурилиш конструкциялари ишончли, энгил ва узоқ муддатлидир. Елимланган ёғоч конструкциялари асосида ҳам кичик ва ҳам катта оралиқли том ёпмалар тикланади. Яхлит кесимли ёғоч материаллари асосида эса кичик турар-жой уйлари, умумий ва ишлаб-чиқариш бинолари қурилиши мумкин.

Пластмассалардан умумий ва ишлаб-чиқариш бинолари учун тўсувчи конструкциялар ҳосил қилиш мумкин. Улар жуда энгил ва ёруўлик ўтказадиган ҳам бўлиши мумкин. Бу конструкциялар сувга чидамли ва чиримайди.

Ёғоч конструкцияларини инсонлар жуда қадим замонлардан қўллашни бошлаганлар.

Ёғоч - ўзи бунёдга келадиган, тайёр қурилиш материали ҳисобланади.

Ёғоч - нисбатан энгил ва мустаҳкам материалдир.

қуруқ қарағай ва қора қарағай ёғочининг зичлиги  $500 \text{ кг/м}^3$  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 ўз навбатида деворлар ва кам қаватли уйлар том ёпмалари учун жуда муҳимдир.

Ёғоч-қаттиқлиги кичик материал, шунинг учун унга энгил ишлов бериш мумкин. Бу хусусияти ёғоч конструкцияларини тайёрлашни энгиллаштиради.

Ёғоч кучсиз кимёвий агрессив муҳитларга чидамли ва шунинг учун ёғоч конструкцияларини кимё саноатида кенг кўламда муваффақиятли қўллаб келинмоқда (металл конструкциялар кимёвий агрессив муҳитларда тез бузилмоқда).

Ёғоч зарба ва такрорланувчи юкламаларни мустаҳкам кўтара олади ва шунинг учун ёғоч конструкциялари кучли тебранишлар таъсирида бўлган кўприкларда ҳам юқори мустаҳкамликка эгадир.

Ёғоч сувга чидамли синтетик елимлар билан ишончли елимланади. Бунинг натижасида йирик кўндаланг 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 энгил елимланган фанерли конструкциялар тайёрланади.

Ёғоч конструкциялари шунингдек камчиликларга ҳам эгадир. Нотўғри қўлланилганда ва ишлатилганда, ҳамда узоқ вақт намлик таъсирида улар чирийди. Аммо лекин ҳозирги замон конструктив ва кимёвий ҳимоя услублари чиримдан, узоқ муддат ишлатилганда сақлаш имкониятини беради. Ёғоч конструкциялари ёнувчан ҳисобланади. Аммо лекин

ҳозирги пайтда қўлланилаётган йирик кўндаланг кесимли ёғоч конструкцияларининг оловбардошлилик чегараси айрим металл конструкциялариникидан юқориқдир. Улар кўшимча ёнишга қарши махсус қопламалар билан ҳам ҳимоя қилинади.

## **Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг ривожланиш тарихи**

Ёғоч конструкцияларни қўллаш тарихи кўп асрларни ўз ичига олади. Ибтидоий одамлар ёғочдан тош болталар ёрдамида кичик турар-жойлар барпо қилганлар ва уларни қозиклар ёрдамида ерга маҳкамлаганлар, ҳамда тўсиқлар, кичик кўприклар қурганлар. қадимги Рим (*Италия*) қурувчилари 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 адабиётлардан маълум бўлишича тош асрида ҳам (*эрамиздан 10 минг йиллар олдин*) турли ёғоч конструкциялари қўлланилган. Бунга оддий мисол, ибтидоий жамоа тузуми даврида инсон чуқурликлардан ўтиш учун ёғоч тўсинлардан фойдаланган, яъни ўша даврда кўприк конструкциясини яратган.

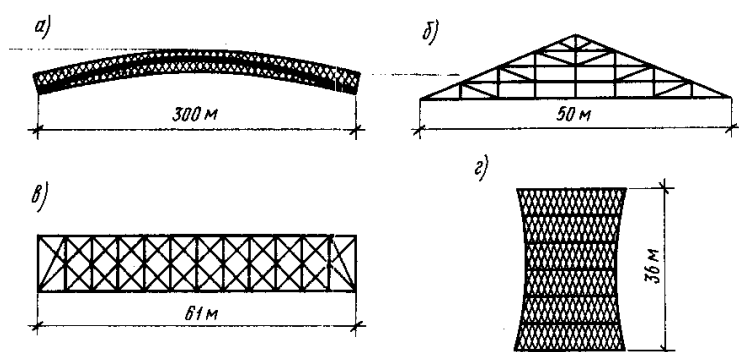
XIX асрнинг *70-чи* йилларида янги Гвинея мамлакатига бориб қолган рус олими Миклухо - Маклай Н. Н. «папуас» қабилаларининг уйларида оддий ёғоч конструкцияларини ва тош болталарни кўрган. Папуаслар - ёғоч айрига устун қўйиб рамалар ҳосил қилиб уй ясаганлар. Бу усул уларга қадим замонлардан кириб келган.

Россияда ва шимолий Америкада яшаган маълум халқлар (*америкадаги хиндулар*) ёғочнинг эластик ва пластик хусусиятларидан жуда тўғри фойдаланганлар, улар ёғоч конструкциялари ёрдамида ертўлалар қурганлар. Неолит ва бронза даврларида (*эрамиздан уч минг йиллар олдин*) қозик конструкциялари ишлатилган. Ёғоч уйлар қуриш учун керакли бўлган темир қуроллар (*болта, теша ва ҳоқазолар*) асосан қулдорлик тузуми даврида дунёга келган. Бу даврда ёғоч конструкциялари асосан ўша даврда жуда ривожланган Италия мамлакатининг Рим шаҳрида ўз тараққиётини топган. Рим шаҳридаги қурилишларда ёғоч ферма конструкциялари қўлланилган (*эрамиздан олдинги II асрда*). Феодал тузуми даврида ёғоч ҳунармандчилик санъати ўз ривожини топган.

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

ўрта асрларда турар - жой уйлар, саройлар, кўпгина эҳромлар, ҳамда қалъалар деворлари айлана кесимли ёғочлардан қурилган.

XVIII аср охирларида рус муҳандиси И.П.Кулибин Петербургда Нева дарёси орқали 300 метрли (1а- расм) йирик ёғоч кўприкнинг ихчам лойихасини яратган. Кўприк аралаш системага эга бўлган ва у эгилувчан арка, ҳамда бикр аркасимон фермалардан ташкил топган. Бу кўприкнинг 1:10 масштабдаги кичрайтирилган модели қурилиб тажриба ўтказилган. Тажриба натижалари кўприк конструкциясининг мустаҳкамлиги юқори эканлигини ва кесимлар тўғри танланганлигини исботлаб берган. Бу кўприк лойихаси 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 лойихаси (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 учбурчакли тўртқирра ёғочдан тайёрланган стропил 50 метр ораликли фермалар яратилган ва қўлланилган (1б - расм). XIX аср ўрталарида рус олими Д.И. Журавский Мсту дарёси орқали оралиғи 61 метр бўлган янги ёғоч ферма кўприк лойихасини яратган (1в - расм). Рус муҳандиси В. И. Шухов эса XIX аср бошларида биринчи марта ёғоч фазовий конструкцияларининг лойихаларини ишлаб чиққан. Орск шаҳрида у ишлаб чиққан лойиха асосида 36 м баландликдаги стерженлардан ташкил топган тўрсимон конструкцияли минора қурилган (1г - расм).

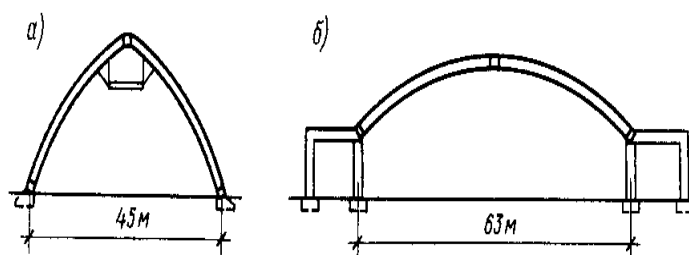
XX асрнинг 30-чи йилларида пўлат ва цементнинг танқислиги туфайли ёғоч конструкцияларига бўлган эътибор айниқса саноат қурилишида кучайган. Бу даврда тахта - михли тўсин ва рамалар, тўртқирра ва тахта - михли сегментли фермалар, рус олими В. С. Деревягин таклиф этган ёғоч пластинкали таркибли тўртқирра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

1950 йилларда елимланган ёғоч конструкциялари ишлаб чиқарила бошланган. Бу турдаги конструкцияларни ривожини рус олими Г. Г. Карлсен ҳаёти билан узвий боўлиқдир. Синтетик полимер смолалар асосида юқори мустаҳкамликка эга бўлган сувга чидамли елимларни ишлаб чиқарилиши бу

турдаги конструкцияларни ривожланишига олиб келган. Ёғочни елимлашда олдинроқ фенолформальдегидли кейинроқ эса ишончли резорцинали елимлар, ёғочни металлга елимлашда эпокцидли елимлар қўлланилган.

1940-йилларда биринчи марта йирик елимланган ёғоч конструкцияларидан калий тузи омбори лойихаси яратилган ва қурилган (2а-расм). Бу омборнинг асосий юк кўтарувчи конструкциялари тортқичсиз кўрсаткичсимон елимланган ёғочли аркалардир. Аркалар 45 м ораликли ва кўндаланг кесимли ўлчамлари  $30 \times 105$  см га тенгдир (2а-расм). 1980 йилларда Архангельскда асосий юк кўтарувчи конструкциялари оралиғи 63 м ли ва кўндаланг кесими  $32 \times 160$  см ли бўлган елимланган ёғочли сегментли тортқичсиз аркалар спорт саройи қурилган (2б-расм).

Елимланган ёғоч элементлар кам қаватли турар - жой уйлари конструкцияларида, кичик саноат ва жамоат биноларида, автйўл кўприкларида қўлланила бошланган. Шунинг билан бирга янги турдаги елимланган ёғоч конструкциялари бирикмалари яратилган ва тадқиқ қилинган (ёғоч элементни ичига елимлаб маҳкамланган пўлат стерженли), тахта конструкцияларини бириктириш учун пўлат тишли пластинкалар қўлланила бошланган, ва яна Франция ва Америкада яхлит ёғоч элементли катта бўлмаган, ҳамда йирик ораликли 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. Собик Иттифок даврида қурилган биринчи йирик елимланган ёғоч конструкцияларнинг схемалари.

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

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

ўрта Осиёда ҳам XIX-XX асрларда ёғоч конструкциялари кенг қўлланилган. Айниқса стерженли ферма конструкцияли ёғоч синчли уйлар кўплаб қурилган. Ўзбекистонда ёғоч

ферма конструкцияли омборлар, гаражлар, дала шийпонларидан ҳозирги кунда ҳам муваффақиятли фойдаланилмоқда.

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

Асосий конструкцион пластмасса материаллари қуйидагилардир: узлуксиз бир-бири билан ўзаро кесишувчи ойнатолди, ёруўлик ўтказмайдиган полимер терморектив смолали юқори мустаҳкамли стеклопластик; органик ойна - ёруў ўтказди ва термопластик полимер смоладан ташкил топган; винипласт-термопластик полимер смоладан ташкил топган ва у ёруўлик ўтказувчи, ёки ўтказмайдиган бўлиши мумкин ва у кимёвий агрессив муҳитга чидамлилиги билан ҳам ажралиб туради; пенопласт - термопластик, ёки термоактив смола деворли, қаттиқ 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 конструкцион пластмассалар юпқа ва кичик қалинликда бўлади. Уларни қалинлиги миллиметрларда ўлчанади ва асосан текис, тўлқинсимон, ҳамда ўрамли қилиб тайёрланади, фақат пенопластларгина плита шаклида, сантиметрларда ўлчанадиган қалинликда ва стеклопластика турли профили ва труба кўринишларида ишлаб чиқарилади.

Пластмассалар конструкцион қурилиш материали сифатида муҳим афзалликларига эгадир. Бу материаллар енгил, уларни зичлиги ёғоч зичлигидан икки баробар юқоридир. Аммо лекин пенопластни зичлиги жуда кичкина ва у кўпинча  $50 \text{ кг/м}^3$  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, уларни қаттиқлиги юқори эмас, бундан фақатгина юқори мустаҳкамликка эга бўлган стеклопластика мустаснодир. Ёғочга нисбатан қаттиқлиги кичик, 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 қуббадир. Улар ҳаво таянчли, ҳавокаркасли ва ҳавовантли турларга бўлинади.



1980 йилларда ўзбек олими К.И.Рўзиев томонидан фазовий стерженли-структура ёғоч конструкцияларининг бир неча янги лойихалари яратилди ва Ўзбекистоннинг Ангрен ва Наманган шаҳарларидаги янги қурилишларда қўлланилди. Бу иншоотлардан ҳозирги кунда ҳам муваффақиятли фойдаланилмоқда.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч қаерларда ишлатилади?
2. Ёғоч конструкциялари қачон ва қаерларда қўлланилган?
3. Чет эл олимларидан қимлар ёғоч конструкцияларини яратган?
4. Ёғоч фазовий конструкцияларининг янги турларини қайси ўзбек олими яратган?
5. Пластмассалар қаерларда ишлатилади?
6. Пластмассаларнинг қандай турларини биласиз?
7. Пластмассалар қачон пайдо бўлган?

## 1 -БОБ

### Ёғоч ва пластмасса

#### 1.1. Ёғоч

Ёғоч - қимматли қурилиш материалidir. Ёғоч материалининг захираси собик иттифоқ давлатларидан Россия худудида энг катта ҳисобланади. Асосан МДХ давлатларига ҳозирда ҳам ёғоч асосан Россиядан экспорт қилинади, шу жумладан Ўзбекистон республикаси қурилишларида ишлатиладиган ёғоч материаллари ҳам асосан Россиядан олинади.

Ёғоч материаллари асосан икки турдаги дарахтлардан олинади:

- игна баргли;
- япроқ баргли.

Қурилишда ишлатиладиган ёғоч конструкциялари асосан игна баргли ёғоч материалларидан тайёрланади. Булар қарағай, қора қарағай, тилоўоч, оқ қарағай ва кедрлардир.

Энг кўп тарқалган япроқли ёғоч дарахти - бу оқ қайиндир. Эман, қайраўоч, тоўтерак захиралари бизнинг Республикамизда яқиндан бери кўпайтирилмоқда. Оқ қайин ва тилоўоч фанера тайёрлаш саноатида асосий хом-ашё материал ҳисобланади.

Қурилишда ишлатиладиган ёғоч материални асосий икки турга бўлинади: доирасимон ва қиррали.

**Доирасимон қурилиш материали** - иккала чеккаси текис арраланган, бутоўларидан 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 қочиш деб аталади. Ўлчам кичрайиши(қочиши) ўртача 1 м да 0,8 см ни ташкил қилади.

Доирасимон ёғочни диаметри кичик диаметри бўйича аниқланади ва ўртача диаметри 14 см дан 24 см гача, ҳамда 26 см дан катта ҳам бўлиши мумкин. Диаметрларни ўзгариш градацияси 2 см ни ташкил қилади. Ўртача унинг диаметрини қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$d_{yp} \approx d \leq 0,4 \cdot l \quad (1)$$

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

**Қиррали ёғоч материаллари** - арраланган ёғоч материалари ёғочни аралаш рамаларида ёки айланма арралаш станокларида ёғочни бўйламаси бўйлаб арралаш натижасида ҳосил қилинади. Улар стандарт 0,25 м градация билан 1 м дан 6,5 м гача 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.

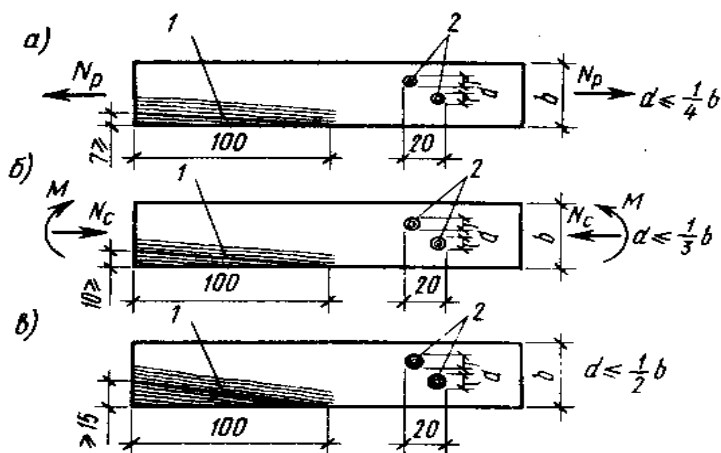
Брус - қалинлиги ва кенглиги 125 мм дан 250 мм гача бўлади.

Ёғочни тузилиши, бутоқлари ва сифати унинг келиб чиқиши билан аниқланади. Ёсимлик 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, қуритиш, қайта ишлаш ва ишлатиш жараёнида вужудга келади.

Ёғочни энг сифатини бузадиган, бир жинслилигини ўзгартирадиган омил - бу бутоўлардир. Бутоўлар, ён шоҳлари натижасида вужудга келади. Конструкцион ёғоч материалларини сифати тоифалари билан аниқланади (1,2,3).

Ёғоч материали тоифаларга қуйидагича ажратилади (3-расм):



3-расм. Ёғоч материалларини сифати бўйича тоифалари:  
а, б, в -1, 2 ва 3 - тоифалар: 1 - тола қиялиги; 2 - бутоўлар.

Биринчи тоифа ёғоч материалда  $20\text{ см}$  узунликда бутуёлар диаметрлари йиўиндиси  $d \leq (1/4)b$  дан кичик бўлиши ва  $1\text{ метр}$  масофадаги толалар йўналиши қиялиги  $7\%$  га тенг, ёки кичик бўлиши керак ( $7 \geq i$ ). ўртача мустаҳкамликка эга бўлган иккинчи тоифа ёғоч материалларида узунлиги бўйича  $20\text{ см}$  даги бутуёлар диаметрлари йиўиндиси  $d \leq (1/3)b$  дан кичик бўлиши ва  $1\text{ метр}$  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 конструкцияларни тайёрлашда, кўпрок чўзилишга ишловчи элементларда, иккинчи тоифа ёғоч материаллари - бошқа асосий юк кўтарувчи конструкция элементларида, учинчи тоифа ёғоч материаллари эса кам кучланган тўшама ва қопламаларда ишлатилади.

Ёғочни хоссалари асосан унинг тузилиши бўйича аниқланади. Ёғоч, хусусий оғирлиги бўйича энгил конструкцион материаллар синфига киради. Ёғочни зичлиги  $12\%$  нисбий намликда аниқланади.

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

Ташқи юк узоқ вақт таъсир қилиши ҳам мустаҳкамликка 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.

Ёғочни қаттиқлиги ва бикрлиги труба симон 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 боўлиқдир.

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.

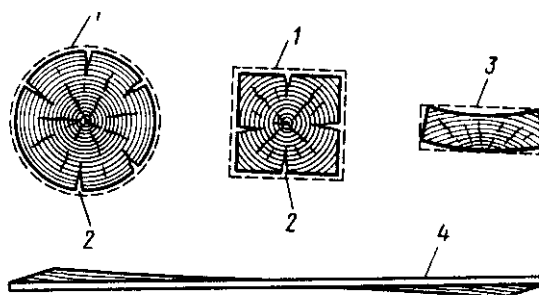
Бикрлик эластиклик модули -  $E$  билан аниқланади. Лаборатория шароитида игна баргли ёғочларни бикрлиги аниқланганда  $1500 \text{ МПа}$  гача бўлган қийматларда эластиклик модули чиқиши мумкин. Лекин реал ёғочни эластиклик модули бундан  $1,5$  марта кичик ва у нормал хароратда - намлик шароитида  $1000 \text{ МПа}$  қийматга тенг деб олинади. Юқори намлик ва очик ҳаво шароитида бу қиймат  $0,9$  дан  $0,75$  гача бўлган ораликдаги коэффициент қийматларига кўпайтириб камайтиради (*КМК. Ёғоч конструкциялар*). Ёғочни бикрлиги - юклама толаларига кўндаланг, ёки бурчак остида таъсир қилган ҳолатларда  $50$  марта камаяди, шунинг учун ҳам ёғочнинг қаттиқлиги кичикдир. Бу юклама бирликларида ифодаланади, *Ньютон*. қаттиқлик радиуси  $5,64$  мм бўлган пўлат ярим сферали босим билан босиш орқали аниқланади. қарағай учун, унинг йиллик халкаларига кўндаланг таъсир қилган ҳолатда  $1000 \text{ Н}$  га тенг. қаттиқликни кичиклиги ёғочга ишлов беришни осонлаштиради, лекин унинг сиртини осонгина бўзилишига сабаб бўлади. Ёғоч қаттиқлигини кичиклиги ва толали тузилиши, уни михлаш имконини беради.

Ёғочни намлиги унинг хоссаларига ҳам таъсир кўрсатади. Намлик ( $W$ )- бу ёғоч ўоваклигидаги 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.

Намлик  $200 \%$  гача бўлган катта намликдаги ёғочларни доимо сувга тегиб турадиган конструкцияларни тайёрлашда ишлатиш мумкин.  $40 \%$  гача намликдаги ёғочлардан очик 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  $8 \div 12\%$  гача бўлган ёғочлардан барча турдаги ёғоч конструкциялари тайёрланади, шу жумладан елимланган конструкциялар ҳам.

Ёғоч намлигини 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 ҳалкаларига 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 қуриш жараёнида деформацияни ривожланиши нотекис, сиртдан марказга томон юз беради (4-расм).



4-расм. Ёғоч материалларини қуришдаги деформациялар:

1-кесим ўлчамларини камайиши; 2 - ёрилиши; 3 - кўндалангги бўйича тоб ташлаши; 4 - 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 камайишига олиб келмайди.

Ёғочнинг намлиги ҳар қандай бўлишидан катъий назар мустаҳкамлик ва бикрлик кўрсаткичларини таққослаш учун стандарт намлик сифатида 12% қабул қилинган. Ёғоч намуналарни табиий намликдаги ( $W_{к8} \div 23\%$  гача) мустаҳкамлик чегарасини, стандарт 12% намликдаги мустаҳкамлик чегарасига  $\alpha$ -коэффициентни ҳисобга олган ҳолда ўтказилади. Сиқилиш ва эгилишда  $\alpha$ -нинг қиймати 0,04 га тенг. Стандарт намликдаги мустаҳкамлик чегараси  $-B_{12}$  ни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$B_{12} = B_W [1 - \alpha (W - 12)] \quad (2)$$

Бу ерда:  $B_{12}$  - стандарт 12% намликдаги мустаҳкамлик чегараси;

$B_W$  - табиий намликдаги мустаҳкамлик чегараси;

$\alpha$  - ўтказиш коэффициенти;

$W$  - табиий намлик.

Юқоридаги формула намлик -  $W_{к8} \div 23\%$  гача бўлган ораликларда ўринлидир.

1-жадвал.  $\alpha$  коэффициентнинг қийматлари

Кучланиш	Барча турдаги ёғочларни 12% намликка келтиришдаги $\alpha$ 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 ёғочни мўртлиги ошади. Масалан, қарағай ёғочини сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси, уни  $20^{\circ}\text{C}$  дан  $50^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилганда ўртача 70% гача камаяди,  $100^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилганда эса, бошланғич қийматидан 30% гача камаяди.  $t$  ҳароратдаги ёғочнинг мустаҳкамлик чегарасини, унинг бошланғич  $20^{\circ}\text{C}$  даги мустаҳкамлик чегарасини, ҳамда тўғриловчи  $\beta$  коэффициентни ҳисобга олган ҳолда аниқлаш мумкин:

$$\sigma_{20} \approx \sigma_t K \beta (t - 20) \quad (3)$$

бу ерда:  $\sigma_t$  -  $t$  ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси;  
 $\sigma_{20}$  -  $20^{\circ}\text{C}$  ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси;  
 $\beta$  - ўтказиш коэффициенти;  
 $t$  - ҳақиқий ҳарорат,  $^{\circ}\text{C}$ .

2-жадвал.  $\beta$ -тўғриловчи коэффициентнинг қийматлари

Ёғочнинг тури	$\beta$ , МПа			
	толалар бўйлаб сиқилишда	статик эгилишда	Толалар бўйлаб	
			силжиш, ёрилишда	чўзилишда
қарағай	3,5	4,5	0,4	4
қора қарағай	2,5	3	-	-
Тилоўоч	4,5	-	-	-
Оқ қарағай	2,5	-	-	-
Оқ қайин	4,5	-	-	-

Манфий ҳароратларда ёғочдаги намлик музга айланади ва намлик 25% гача бўлганда сиқилишдаги мустаҳкамлиги ортади, лекин мўрт бўлиб қолади. Ёғочнинг ҳарорат таъсиридаги деформацияси  $\alpha$ -чизиқли кенгайиш коэффициенти билан аниқланади. Ёғочни толалари бўйлаб аниқланган бу коэффициент жуда кичик ва у  $5 \cdot 10^{-6}$  дан ортмайди, ўз навбатида бу ёғоч уйларни ҳарорат чокларисиз қуриш имкониятини беради. Толаларига кўндаланг бўйича эса бу коэффициент  $7 \div 10$  марта каттадир.

Ёғочни иссиқлик ўтказувчанлиги, унинг трубасимон-говак тузилишига эга бўлганлиги ҳисобига айниқса толаларига кўндалангги бўйича кичикдир. қуруқ ёғочни толаларига кўндалангги бўйича ўртача иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти  $\lambda \approx 0,14 \text{ В}_m /$

( $M^{\circ}C$ ) га тенгдир. Иссиқлик ўтказувчанлиги кам бўлганлиги учун ёғоч енгил тўсик конструкциялари учун самарали материал ҳисобланади. Ёғочни иссиқлик сизими каттадир, курук ёғочники ўртача  $C \approx 1,6 \text{ КЖ}/(\text{кг}^{\circ}C)$  га тенгдир.

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

Қурилиш конструкцияларида елимланган ва шимдирилган фанералар қўлланилади.

Елимланган фанера (5 -расм) ёғоч (шпон) қатламлардан ташкил топади, 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  $6 \div 12 \text{ мм}$  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.

5 -расм. қурилиш фанераси (қирқими).  
1-бўйлама қатламлар, 2- кўндаланг қатламлар.

Фанера варақ шаклида бўлганлиги учун, ундан енгил самарали том ва девор ёпма панеллари ва яна сиўимлар, 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 эластик 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*), аммо лекин унинг ташқи қатламлари нафақат елимланган бўлади, балки уларга сувга чидамли синтетик спиртда эритиладиган смола шимдирилган бўлади. Бу турдаги фанеранинг қалинлиги 5÷18мм, узунлиги 1500÷2700 мм, кенглиги 1200÷1500 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 замбуруўлар, ёғоч тешувчи куртлар, чумолилар ва денгиз-ёғоч тешувчилари (*молюскаларни баъзи турлари*) киради. ҳозиргача бактерияларнинг ёғочга таъсири кам ўрганилган. Бактериялар ёғоч таркибидаги айрим моддаларни очишга сабаб бўлиб, унинг бузилишига олиб келади. Буларнинг таъсирида ёғоч мустаҳкамлиги камаяди.

Энг кўп тарқалган ёғоч зараркунандалари бу замбуруўлардир. Улар ўрмон, омбор ва уй замбуруўлари турига бўлинади. ўрмон замбуруўи асосан ўсаётган ёғоч дарахтини зарарлайди. Омбор замбуруўларини асосан ёғоч материални сақлаш жараёнида ерга тегиб турган қисмини зарарлайди. Уй замбуруўлари эса ёғоч материални конструкция сифатида ишлатиш жараёнида зарарлайди ва унинг чиришига сабаб бўлади. Замбуруўлар ҚЗ<sup>0</sup>Сдан 45<sup>0</sup>С гача бўлган ҳароратларда ва 18÷20% намликдан кам бўлмаган ҳолатларда ривожланади ва ёғочни чиритади.

кумурскалар - ёғочни бузувчилари ҳисобланади. Улар ҳам қуруқ, ҳам ҳўл ёғочни бузилишига олиб келиши мумкин. Чиришдан ёғоч конструкцияларини ҳимоя қилишнинг икки хил усули мавжуд. Конструктив ҳимоя усули ва 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 ёўингарчиликларни том ёпмадан ўтиб кетмаслиги, томда нишаблик бўлиши, ички сув чиқиб кетиш йўллари бўлиши таъминланади. Ёғоч конструкцияларини капилляр намликдан ҳимоя қилиш учун, уларни бетон ва ўишт 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 буўлари кирмаслиги учун, хона томондан буўсақлагич қўйилади. Асосий юк кўтарувчи конструкцияларни лойихалашда чок бўлмаслиги ва ёриқ жойлар бўлмаслигига эришиш лозим, чунки бу жойларда совук ҳавонинг туриб қолиши ва у ерда сув ҳосил бўлиши - чириш жараёни келтириб чиқариши мумкин.

Агар конструкцияни эксплуатация қилиш жараёнида унинг намланиши аниқ бўлса, у ҳолатларда кимёвий ҳимоя усулидан фойдаланилади. Масалан кўприк, минора ва қозик конструкцияларида ёғоч конструкция намликдан намланиши мумкин. Чиришдан ҳимоя қилишнинг кимёвий усулида конструкцияга антисептика моддаси ёки шимдирилади ёки у билан қопланади. Антисептикани икки турга бўлинади: сувда эрийдиган ва сувда эрмайдиган - мойли. Сувда эрийдиган антисептика - фторли ва кремний фторли натрийдир. Унинг ранги, хиди йўқ. Уни ёпиқ турдаги биноларда ишлатилади ва у одамлар учун заҳарли эмасдир. Баъзи турдаги сувда эрийдиган заҳарли антисептикалар ҳам мавжуд, улардан айримлари одамлар учун ҳам заҳарлидир. Мойли антисептика - сувда эрмайди, кўзикоринлар учун заҳарлидир, кучли ёқимсиз хидга эга бўлиб, одамлар соўлиги учун ҳам зарарлидир. Бу турдаги антисептика моддалари очик турдаги иншоотлар конструкцияларини ҳимоялашда, одам кам бўладиган жойларда, ер ва сувдаги конструкцияларни чиришдан ҳимоя қилишда ишлатилади. Ёғоч конструкцияларини ёнишдан ҳимоя қилишни икки усули бор: конструктив ва кимёвий. Ёғоч ёнувчан қурилиш материали ҳисобланади. Унинг оловбардошлик чегараси нисбатан кичикдир. Оловбардошлик чегараси - вақт бирлигида ўлчанади. Йирик кўндаланг кесимли ёғоч конструкциялари катта оловбардошлилик чегарасига эгадир. Масалан,  $17 \times 17$  см кўндаланг кесимли брус тўсин  $10$  МПа кучланиш билан юкланган ҳолатда  $40$  минут оловбардошликка эгадир.

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

ҳимоя 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 тўхтайд.

Антипиренни антисептика билан бир вақтда ёғоч конструкция элементларига шимдирилади.

## 1.2. Конструкциявий пластмассалар

Полимерлар - пластмассаларнинг асоси ҳисобланади, улар юқори молекулярли бирикмалар ҳисобланади, улар бир ҳил структурадаги элементар жуда кўп звенолардан ташкил топган. Бу звенолар бир-бири билан ковалент боўловчилар билан узун занжирга боўланган 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, ҳамда 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.

Боўловчининг(*смола*) турига қараб пластмассаларни икки турга бўлинади: термореактив ва термопластик. Полимеризация йўли билан олинган полимерлар - термопластли материаллардир. Термопластлар - поливинил хлорид, полиэтилин, полистирол, полиуретан, полиамид, акрилли ва бошқа термопластик смолалар, яъни қиздирилганда юмшайдиган ва пластик ҳолатга қирадиган, совутилганда яна қотадиган материаллардир. Термореактив пластмассалар - фенолформальдегидли, полиэфирли, эпоксидли, карбамидли ва бошқа термореактив смолалар асосида олинандиган пластмассалардир. Боўловчи модда барчасида - смолалардир. Конструкция ва материаллар учун асосан полиэфирли, фенолформальдегидли, эпоксидли, мочевино ва меламиноформалдегидли ва кремний органик смолалар ишлатилади.

Полиэфирли смола - термореактив ҳисобланади, унинг қовушқоқлиги паст, хона ва юқори ҳароратларда қота олади. қотаётганда учувчи 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. Ёруўлик 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 киздирилганда тезда қотади ва эрмайдиган ҳолатга киради, нефть махсулотлари таъсирига чидамли, қотаётганда учувчан газ ва сув ажралиб чиқади.

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

Мочевино ва меламиноформальдегидли смолалар мочевина 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 ёруўбардошдир. Кремнийорганик смола - бу смола таркибида органик моддалар билан бирга - ноорганик кремний моддалари ҳам бор. қурилишда кремний органик смола лак, эмал, бўёқлар сифатида қўлланилади. Тўлдирувчи - боўловчининг сарфини камайтиради ва бунинг натижасида таннарх камаяди. Тўлдирувчилар - узлуксиз ва узлукли ойнатолеси, ойнагазлама, асбест толеси, ёғоч толеси, қиринди , талък.

Пластикатор - пластмассаларнинг мўртлигини камайтиради, эгилувчанлигини оширади ва яна совуқбардошлигини оширади. Пластикаторлар - 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 ишончилигини оширади;
- д) металлсиз конструкциялар қўллаш мумкин бўлади (*айниқса химиявий агрессив муҳити бўлган иншоотларда*).

Камчиликлари:

- а) узок муддатдаги мустаҳкамлигининг камлиги (*эскириши*);
- б) мустаҳкамлиги пастлиги ва деформацияланувчанлигининг юқорилиги;

- в) иссиқбардошлигининг пастлиги (*оловбардошлилигининг кичиклиги*);  
 г) ёйилишининг юкорилиги;  
 д) бикрлигининг кичиклиги (*10 МПа*).

1828 - 1886 йилларда яшаган рус олими Бутлеров А. М. нинг органик моддаларни тузилиш назариясини яратиши муносабати билан полимерлар кимёси ўз ривожини топди. XX асрнинг ўттизинчи йилларида (*1930йил*) кимё саноатлари ишлаб чиқараётган синтетик смола ва пластмассаларнинг миқдори жуда кўпайди.

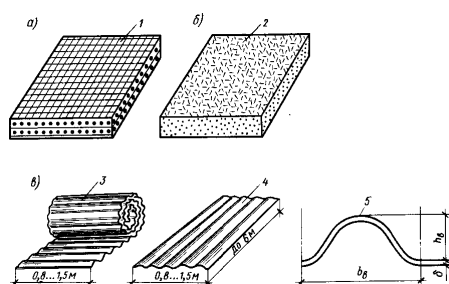
Пластмассалар билан бир қаторда ҳозирда ноорганик материаллар, алюминий, лакланган пўлат, асбестоцементлар ҳам кенг ишлатилмоқда. Стеклопластик икки асосий компонентлардан ташкил топган: синтетик боўловчи ва ойна толалари-тўлдирувчи. қотмаган смолага ойна толалари тўлдирувчи қўшилади ва ундан кейин смолани қотирилади. 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  $1500 \text{ кг/м}^3$  гача бўлган зичликка ва чўзилишда  $150 \text{ МПа}$  мустаҳкамликка эгадир. Ёруўлик ўтказадиган стеклопластика тиниқ полиэфир терморектив смоладан ва майдаланган ойна толаси (*массаси бўйича 25% ни ташкил қилади*) дан ташкил топган. Унинг ёруўлик ўтказиш коэффициентини юкори -  $0,85$  ни ташкил қилади. Ёруўлик 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  $S_{\kappa} 1,5 \div 2,5 \text{ мм}$ , кенглиги  $1,5$  метргача, узунлиги  $6$  метргача чиқарилиши мумкин. Тўлқинлар қадами  $b_{\text{тқ}} 60 \div 200 \text{ мм}$ , баландлиги  $h_{\text{тқ}} 14 \div 54 \text{ мм}$  ва у бўйламаси ёки, кўндалангги бўйича жойлашиши мумкин (*6-расм*).

6-расм. Стеклопластикалар:

- а- стеклопластик-1;  
 б-стеклопластик-2 текис;  
 в-стеклопластик-2 тўлқинсимон;  
 1- узлуксиз ойна толаси;  
 2 - майдаланган ойна толаси;  
 3 - кўндаланг тулқинлар;  
 4 - бўйлама тўлқинлар;  
 5- тўлқин кесимли

( $b_{\text{тқ}} 60 \div 200 \text{ мм}$ ,  
 $h_{\text{тқ}} 14 \div 54 \text{ мм}$ ,  $\delta_{\kappa} 1,5 \div 2,5 \text{ мм}$ ).



Такрорлаш учун саволлар:

1. Курилиш конструкциялари қайси ёғочлардан тайёрланади?
2. Ёғочнинг қандай турлари мавжуд?
3. Ёғоч материалнинг 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 икки чегаравий ҳолат бўйича ҳисобланади: юк кўтариш қобилияти бўйича ва деформацияланиши бўйича.

Биринчи чегаравий ҳолат - энг ҳавфли ҳисобланади. Биринчи чегаравий ҳолатда конструкция бузилиши, ёки устиворлигини йўқотиши натижасида юк кўтариш қобилитини йўқотади. Максимал нормал ва уринма кучланишлар қийматлари, ҳисобий минимал материалларни ҳисобий қаршилик кўрсатиш қийматидан ортиб кетса бу ҳолат рўй бермайди. Бу шарт қуйидаги формула кўринишларда ифодаланади:

$$\sigma \text{ ёки, } \tau \leq R \quad (4)$$

бу ерда:  $\sigma$  - нормал кучланиш;  $\tau$  - уринма кучланиш;  $R$  - ҳисобий қаршилик.

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

$$f/l \leq [f/l] \quad (5)$$

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

ҳисоблаш ишларини бажаришдан мақсад биринчи ва иккинчи чегаравий ҳолатларга йўл қўймасликдир.

Ёғоч конструкцияларини биринчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда ҳисобий юклама, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда меъёрий юкламадан фойдаланилади. Профессор техника фанлари доктори А. С. Стрелецкий ихтиёрий муҳандислик ҳисобининг асосий тизимини ишлаб чиқди. 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  $E_{\text{к}} 10000 \text{ МПа}$ , толаларига кўндаланг бўйича эса  $E_{90} \text{ қ} 400 \text{ МПа}$  га тенгдир. Силжиш модули, толалари бўйлаб ва толаларига кўндалангги учун  $500 \text{ МПа}$  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 буладиган 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. Бу ҳисоблашлар учун зарур бўлган юкламалар доимий, вақтинчалик ва махсус юкламалар асосида аниқланади.

Доимий меъёрий юкламалар элементларнинг ҳажмий оғирлиги ва ўлчамликлари орқали аниқланади.

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

Мисол. Тошкент шаҳри учун қор ва шамол юкламаларини аниқланг ?

ҚМҚдан Тошкент шаҳри қор бўйича I-район ва юкламаси  $0,5 \text{ кН/м}^2$  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 ўрнатадилар, яъни одамни конструкция элементларига оғирлиги тушади. Яна кўпгина иншоотларда осма кранлар

мавжуд ва улар юк кўтаришга мослаштирилган бўлади. Мана шу жиҳозларни оғирлиги ҳам ҳисоблашларда назарда тутилади.

Конструкциянинг хусусий оғирлигини тақрибий қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$q^M = \frac{g^M + s^M}{\frac{1000}{K_{x.o}} \times l} - 1$$

бу ерда:

$q^M$  - конструкцияни тақрибий меъёрий хусусий оғирлиги;

$g^M$  - конструкцияга тушаётган ташқи доимий юкларнинг меъёрий қиймати;

$s^M$  - вақтинчалик меъёрий қор юкларини;

$K_{x.o}$  - конструкцияни хусусий оғирлик коэффициенти (конструкцияни турига боғлиқ бўлган коэффициент);

$l$  - оралиғи.

Доимий меъёрий юкларнинг ҳисоблашга доир мисоллар:

1. Бир қатлам рубероиддан ( $0,03 \div 0,05$ )  $кН/м^2$  доимий меъёрий юкларга тушади.

2. Қалинлиги  $2 см$  бўлган цемент қоринмасидан тушадиган юкларга:

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

$2000кг/м^3$  - цемент қоринма ҳажмий оғирлигидир.

3. ўлчамлиги  $10 \times 15 \times 3000 см$  бўлган ёғочнинг меъёрий оғирлигини аниқлаш:

кўндаланг кесими -  $b \times h$  қ  $10 \times 15 см$ ;

узунлиги -  $l$  қ  $3000 см$ ;

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

У ҳолда

$$g_{m.o} \text{ қ } 0,1 \cdot 0,15 \cdot 30 \cdot 5 \text{ қ } 2,25 кН \text{ га тенг.}$$

Юк майдонига қараб ундан  $1 м^2$  юзгага тушадиган юкларни аниқланади.

$$\frac{2,25кН}{1м^2} = 2,25кН / м^2 \text{ га тенг бўлади.}$$

Ҳисобий юкларнинг меъёрий юкларнинг  $\gamma$  - ишончилилик коэффициентига кўпайтириш орқали аниқланади:

$$q^{xuc} \text{ қ } q^M \cdot \gamma,$$

бу ерда:

$q^{xuc}$  - ҳисобий юкларга;

$q^M$  - меъёрий юкларга;

$\gamma$  - ишончилилик коэффициенти.

Доимий юкламаларни ҳисоблашда ишончлилик коэффициенти  $\gamma$  ни 1,1 дан 1,3 гача олинади. Агар доимий юкламани ўзгариш диапазони жуда кичик бўлса  $\gamma$  қ 1,1 олинади ва аксинча ўзгариш диапазони катта бўлса  $\gamma$  қ 1,3 олинади. Масалан, бутун элементлар учун  $\gamma$  1,1 олиш энг мақбул вариант ҳисобланади; сочилувчан тупрок, ёки цемент каби материаллардан тушадиган доимий юкламаларни ўзгариш диапазони катта бўлгани учун 1,2 ёки, 1,3 олиш мақсадга мувофиқдир.

Вақтинчалик қор юкламаларида эса, уларнинг ўзгариш диапазони катта бўлгани учун 1,4 дан 1,6 гача олинади:

агар  $q^m/s^m \leq 0,8$  бўлса,  $\gamma$  қ 1,6 олинади ;

агар  $q^m/s^m > 0,8$  бўлса,  $\gamma$  қ 1,4 олинади.

Доимий юклама текис тенг тарқалган ва йиғилган ҳолда таъсир қилади.

Вақтинчалик қор юкламаси том сирти бўйича тўғри тўртбурчак ёки учбурчак схемаси шаклида таъсир қилади. Бундан ташқари қор юкламаси том юзаси шаклига қараб ҳам ўзгариши мумкин. «Юкламалар ва таъсирлар» ҚМҚ иловаларида турли том схемалари учун қор юкламасининг ҳисобий схемалари берилган. Шамол таъсири бино ёки иншоот баландлигига, қуриладиган ҳудудга боўлиқдир.

Ердан  $Z$  баландликдаги шамолнинг ўртача меъёрий қиймати қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$W^m \text{ қ } W_0 \cdot k \cdot c$$

бу ерда :  $W_0$  - шамол босимининг меъёрий қиймати;

$k$  - шамол баландлиги бўйича ўзгаришни ҳисобга оладиган коэффицент;

$c$  - аэродинамик коэффицент (бино ёки иншоотнинг шаклига қараб ўзгарадиган коэффицент).  
ҳисобий шамол юкламаси қуйидагига тенг бўлади:

$$W^{muc} \text{ қ } W^m \cdot \gamma \text{ қ } 1,4 \cdot W^m$$

$\gamma$  қ 1,4 - ишончлилик коэффиценти

## 2.2. Яхлит кесимли ёғоч ва пластмасса элементларини ҳисоблаш

**Марказий чўзилиш.** Марказий чўзилишга ишлайдиган ёғоч конструкциялари, энг заиф кесими бўйича ҳисобланади. Марказий чўзилишга ишловчи конструкциялар мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида текширилади:



$$\sigma = \frac{N}{A_{соф}} \leq R_u \cdot m_0 \quad (6) \quad \text{бу ерда: } \sigma - \text{нормал кучланиш; } N - \text{ҳисобий чўзувчи}$$

куч;  $A_{соф}$  - заифлашган кўндаланг кесим юзаси;  $R_u$  - чўзилишдаги ҳисобий қаршилик;  $m_0 < 0,8$  - ҳавфли кесимда кучланишни тўпланишини ҳисобга оладиган коэффицент.

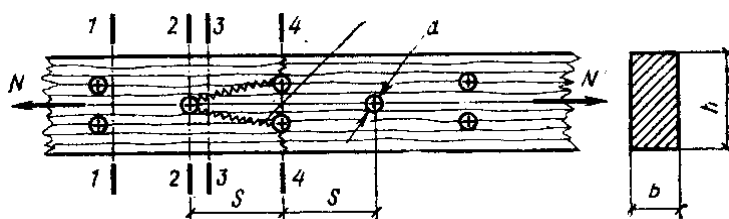
Агар ёғоч толалари бикрлиги ва майдонини бир хил десак, у ҳолда 1-1 кесимдаги (7-расм) барча толалар бир хил юкланган бўлади. 2-2 киркимдаги биринчи тешикда толалар қирқилган, шунинг учун зўриқишлар қўшни толаларга узатилади ва улар кучлироқ юкланади. Шундай қилиб 3-3 кесимда чўзувчи кучланишларни тарқалиши 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, бунинг натижасида 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,  $S < 20 \text{ см} \rightarrow A_{соф} \approx b(h-3d)$

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

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

эгри-бугри узилиш



7- 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  $m_0 \approx 1$  га тенг бўлади:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_u \quad (7)$$

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

$$A_{m.k} = \frac{N}{R_q} \quad (8)$$

Агар кўндаланг кесим юзаси маълум бўлса, чўзилувчи элементни кўтара оладиган назарий максимал чўзувчи куч миқдорини ҳам аниқлаш мумкин:

$$N = A \cdot R_q \quad (9)$$

Чўзилувчи элементлар деформация бўйича текширилмайди.

Мисол. Агар чўзувчи кучнинг миқдори  $N \approx 180 \text{ кН}$  га тенг бўлса, чўзилувчи стержен кўндаланг кесимини (*1-тоифа ёғочдан*) аниқланг. Стерженда икки қатор диаметри  $-1,8 \text{ см}$  бўлган тешиklar бўлиб, заиф кесимда иккита тешик мавжуд.

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

$$m_o \approx 0,8; \quad R_q \approx 0,8 \cdot 10 \approx 8 \text{ МПа}$$

Талаб қилинадиган кўндаланг кесим юзаси

$$A_{T.K.} = \frac{N}{R_q} = \frac{0,16}{8} = 0,02 = 200 \text{ см}^2$$

$$N \approx 160 \text{ кН} \approx 0,16 \text{ МН}$$

Кўндаланг кесим юзасини қабул қиламиз:  $15 \times 17,5 \text{ см}$ . Заиф кесимни эътиборга оладиган бўлсак,

$$A_k(h-d \cdot n) \cdot b_k(17,5 - 1,8 \cdot 2) \cdot 15 \approx 208 \text{ см}^2 \approx 0,0208 \text{ м}^2$$

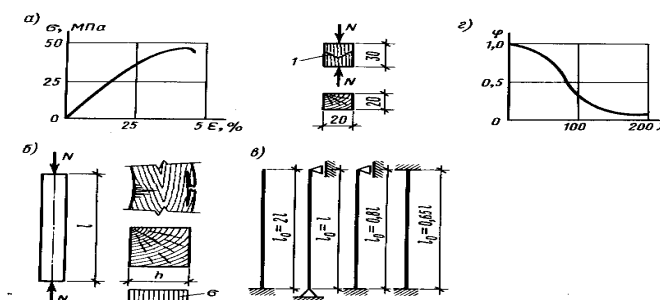
Таъсир қиладиган кучланиш:  $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,16}{0,0208} = 7,7 \text{ МПа} < 8 \text{ МПа}$

**Марказий сиқилиш.**

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

8-расмда сиқилишга текшириш учун стандарт намуна ва сиқилишдаги деформация диаграммаси кўрсатилган.

Ёғоч мустаҳкамлик чегарасининг ярмигача эластик ишлайди ва деформациянинг ўсиши конуниятга бўйсинган ҳолда ортиб боради (*чизикли ўсиб боришга яқин кўринишда*). Ундан кейин кучланишни ошиши билан деформация кучланишга нисбатан тез ошади. Намуналарни синиши  $40 \text{ МПа}$  кучланишларда юз беради. Бу ҳолат пластик, деворлардаги маҳаллий устиворликни йўқотилиши натижасида юз беради. Сиқилишдаги ҳисобий қаршилик  $R_c \approx 13 \text{ МПа}$ .



8 - 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- $\lambda$  га нисбатан устиворлик коэффициентни  $\phi$  графиги.

Ўлчамлари 13 см дан катта бўлган бруслар ишончли ишлайди, чунки уларда қирқилган толалар фоизи камроқ. Шунинг учун бундай брусларни ҳисоблашда сиқилишдаги ҳисобий қаршилик  $R_{сқ15}$  МПа олинади. Кўндаланг кесими доирасимон ёғочларни ҳисоблашларда сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги  $R_{сқ16}$  МПа олинади.

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

$$\sigma = \frac{N}{A_{соф}} \leq R_c \quad (10)$$

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, унинг назарий қиймати 1757 йилда Эйлер томонидан аниқланган:

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_0^2} \quad (11)$$

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

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A_{хис}} \leq R_c \quad (12)$$

Агар заиф кесим юзаси 25%  $x A_{ум}$  дан катта бўлмаса, у ҳолда

$$A_{хис} \approx A_{ум} \text{ га тенг олинади.}$$

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

Симметрик заиф кесимларда ва улар стержен ёнига чиқмаган бўлса

$$A_{хис} \approx A_{ум} \text{ га тенг бўлади.}$$

Устиворлик коэффиценти -  $\varphi$ , ҳисобий узунликка -  $l_0$ , кесимнинг инерция радиусига -

$i$ , эгилувчанликка -  $\lambda = \frac{l_0}{i}$  боўлиқ бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$\lambda \leq 70 \text{ холда } \varphi = 1 - 0,8 \cdot \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (13)$$

$$\lambda > 70 \text{ бўлган холда, } \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} \quad (14)$$

0,8-ёғоч учун (фанера бўлса-1га тенг).

3000-ёғоч учун (фанера бўлса -2500, стеклопластика бўлса -1097).

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

1. Агар куч стержень учларига бўйлама қўйилган бўлса, иккала уч қисми шарнирли маҳкамланган ҳолатда  $-l_0 k l$  га тенг; бир учи бикр маҳкамланган иккинчи учи эркин ҳолатда  $-l_0 k 2,2 l$ ; иккала учи бикр маҳкамланган ҳолатда  $-l_0 k 0,65 l$ ; бир учи бикр, иккинчи учи шарнирли маҳкамланган ҳолатда  $-l_0 k 0,8 l$  (8-расм).

2. Агар куч тенг тарқалган бўйлама бўлса:

иккала учи шарнирли маҳкамланган ҳолда  $-l_0 k 0,73 l$ ;

бир учи бикр маҳкамланган, иккинчи учи эркин ҳолатда бўлса  $-l_0 k 1,2 l$  га тенг бўлади.

Конструкциялар элементларини эгиловчанлиги қуйидаги қийматлардан ошиб кетмаслиги керак:

3-жадвал. Чегаравий эгиловчанлик

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

**Эгиловчи элементлар.** Эгиловчи элементлар-тўсинлар, тўшама тахталари ва қопламалари, сарровлар, панеллар, стропилалар энг кўп тарқалган ёғоч конструкциялардир. Эгиловчи элементларда кўндаланг таъсир қилаётган куч таъсирида эгувчи момент- $M$  ва

киркувчи куч  $-Q$  лар пайдо бўлади ва улар қурилиш механикаси услублари ёрдамида аниқланади (9- расм.):

9 - расм. Эгилувчи элементни ҳисоблаш схемаси.

Эгилувчи элемент таъсирида эгилувчи элемент кўндаланг кесимларида нормал кучланиш  $-\sigma$  ҳосил бўлади. Нормал кучланиш эгилувчи элемент кўндаланг кесими баландлиги бўйича нотекис тарқалади.

Эгилувчи элементлар мустаҳкамликка ҳисобий юкламалар бўйича қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma} \quad (15)$$

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

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

Кўндаланг кесим ўлчамлари  $13 \text{ см}$  ва ундан катта ҳолатларда эса  $R_{\sigma} \approx 15 \text{ МПа}$  олинади.

Кўндаланг кесими доирасимон ёғоч конструкцияларида  $R_{\sigma} \approx 16 \text{ МПа}$  олинади.

Кам масъулиятли элементларни учинчи навли ёғочлардан ҳам тайёрлаш мумкин. Уларни ҳисоблашда  $- R_{\sigma} \approx 8,5 \text{ МПа}$  олинади (*вассалар*). Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак ҳолат учун  $W$  ни қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad (16), \text{ доирасимон кўндаланг кесим учун } W = \frac{d^3}{10} \quad (17)$$

Эгилувчи ёғоч элементлар кўндаланг кесимлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$W_{mk} = \frac{M}{R_{\sigma}}; \quad (18) \quad h_{mk} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{mk}}{b}}; \quad (19)$$

$$b_{mk} = \frac{6 \cdot W_{mk}}{h_{mk}}; \quad (20) \quad d_{mk} = \sqrt[3]{10 \cdot W_{mk}}; \quad (21)$$

$W_{mk}, h_{mk}; b_{mk}, d_{mk}$  - талаб қилинадиган қаршилик моменти, кўндаланг кесим эни ва 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 микдори қуйидагича:

$$W = \frac{bh^2}{6}; \quad M = W \cdot R_{\sigma_2}; \quad q = \frac{8 \cdot M}{l^2}. \quad (22)$$

Эгилувчи элементлар иккинчи чегаравий ҳолатга ҳам меъёрий юкламалар бўйича ҳисобланади:  $\frac{f}{l} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$  (23)

Тенг тарқалган юклама бўлган ҳолат учун:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] \quad (24)$$

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

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad (25)$$

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

$$J_{mk} = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot \left[ \frac{f}{l} \right] \cdot E}; \quad (26) \quad h_{mk} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J}{b}}. \quad (27)$$

Уринма кучланишлар бўйича мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b_x} \leq R_{\sigma_p} \quad (28)$$

бу ерда:  $\tau$  - уринма кучланиш;

$Q$  — қирқувчи куч;

$S$  — кесимнинг статик моменти;

$J$  — кесимнинг инерция моменти;

$b_x$  — кесимнинг эни;

$R_{\sigma_p}$  — ёрилишдаги ҳисобий қаршилик.

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

$$\sigma_{\text{эм}} = \frac{M}{\varphi_m \cdot W} \leq R_{\sigma_T} \quad (29)$$

бу ерда:

$\varphi_m$  - эгилувчи элементларнинг устиворлик коэффициенти.

$$\varphi_m = 140 \cdot \frac{b^2}{l_{\text{хис}} \cdot h} \cdot K_u \cdot K_k \quad (30)$$

$K_{ш}$ - ҳисоблаш узунлигидаги момент эпюраси шаклига боўлиқ бўлган коэффициент;  
 $K_k$  - коэффициентни эгиловчи қисми текислигида кучайтирувчи бўлган ҳолатларда киритиладиган ва куйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$K_k = 1 + \left[ 0.142 \cdot \frac{l_{хис}}{h} + 1.76 \cdot \frac{h}{l_{хис}} + 1,4\alpha - 1 \right] \frac{m^2}{m^2 + 1}; \quad (31)$$

$\alpha$ - марказий бурчак, рад айланасимон чизиқли элементни  $l_{хис}$  қисмини аниқлайди (*тўғри чизиқли элементлар учун  $\alpha$  қ 0 га тенг*).

$m$  - кучайтирилган нуқталар сони (*чеккадагилардан таиқари*).

Элементларни эгилиши чегаравий қийматидан ортиб кетмаслиги керак:

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 боиқалари</i> )	1/300
Плиталар	1/250
Тўшама ва панжара тахталар	1/150
Панеллар ва фахверка элементлари	1/250

**Қийшиқ эгилиш (10-расм).** Агар таъсир қилувчи юк йўналиши, тўсин кўндаланг кесим ўқлари йўналиши билан мос тушмаса, конструкция қийшиқ эгилиш ҳолатида ишлайди:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{эГ} \quad (32)$$

бу ерда:  $M_x, M_y$  - эгувчи моментнинг ташкил этувчилари;

$W_x, W_y$  - қаршилик моментининг  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{цэ} \quad (33)$$

$f_x, f_y$  - солқиликнинг  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

10 -расм. қийшиқ эгилиш.

$$q_y q \times \sin \alpha; \quad q_x q \times \cos \alpha; ,$$

бу ерда:  $\alpha$ - қиялик бурчаги;  $q_x, q_y$ - юкламанинг  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

қийшиқ эгилишда кўндаланг кесимнинг энг кичик қиймати:

$$\text{мустақкамлик бўйича } \frac{h}{b} = \operatorname{ctg} \alpha; \quad (34)$$

$$\text{деформация бўйича эса } \frac{h}{b} = \sqrt{\operatorname{ctg} \alpha}. \quad (35) \text{ тенг бўлиши мумкин.}$$

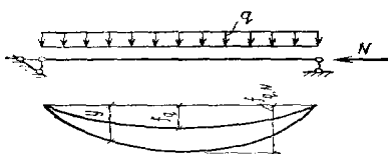
Кўндаланг кесими квадрат шаклдаги элементлар қийшиқ эгилишга ишламайди, чунки улар зўриқишни таъсир текислигида деформацияланади. Лекин барибир кучланиш қийшиқ эгилиш формуласи ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_{\text{э}} = \frac{(M_x + M_y)}{W} = R_{\text{э}} \quad (36)$$

**Сиқилиб - эгилувчи элементлар (11-расм).** Эгувчи момент ва марказий қўйилган бўйлама сиқувчи куч таъсир қилган ҳолатда элементлар сиқилиш - эгилишга ишлайди ва номарказий сиқилиш юзага келади. Эгувчи момент ҳосил бўлади: а) номарказий қўйилган сиқувчи кучдан; б) кўндаланг юкламадан.

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

Стерженнинг бикрлиги чексиз бўлмаганлиги учун, у эгувчи момент таъсирида эгилади.



11 - расм. Сиқилиб эгилувчи элементнинг эгилиши: у - элементнинг  $x=0$  дан  $l$  га қадаги тыли<sup>3</sup> эгилиши;  $f_q$  —  $q$  кындаланг юкламадан максимал эгилиш;

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 чизиқ тенгламаси номаълум, шунинг учун чегаравий кучланишлар формуласи ёрдамида  $\sigma_c$  ни бирданига топиб бўлмайди.

$$\sigma_c = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot y_{\max}}{W} \quad (37)$$



Умумий эгувчи момент

$$M_x \text{ қ } M_q \text{ қ } N y \quad (38)$$

(37) ва (38) тенгламаларда учта номаълум  $\sigma_c$ ,  $y$ ,  $M$  лар мавжуд. Яна қўшимча битта тенглама тузиш керак.

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

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} + f_2 \cdot \frac{\sin 2\pi x}{l} + f_3 \cdot \frac{\sin 3\pi x}{l} + \dots \quad (39)$$

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

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} \quad (40)$$

Аммо лекин яна битта қўшимча  $f_1$  номаълум юзага келди. қурилиш механикасида

маълумки,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M_x}{EJ} \quad (41)$$

Эгри чизик тенграмасини икки марта дифференциаллаш орқали

қуйидагини ҳосил қиламиз

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (42)$$

Юқоридаги охириги икки тенграмани тенгласак, қуйидаги ҳосил бўлади:

$$\frac{M_x}{EJ} \text{ қ } f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (43)$$

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

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

симметрик юкланган ҳолатда  $y_{\max}$  қ  $f_1$  аà òeíã.

$$f_1 = \frac{M_q}{(N_{кр} - N)} \quad \text{ёки} \quad y_{\max} \text{ қ } \frac{M_q}{(N_{кр} - N)} \quad (44)$$

Топилган боўлиқлик кучланишни аниқлаш масаласини ҳал қилишга ёрдам беради:

$$\sigma_c = \frac{N}{A} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot M_q}{(N_{кр} - N) \cdot W} \quad (45)$$

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

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_q}{W_{хис} \left(1 - \frac{N}{N_{кр}}\right)} \quad (46)$$

$I - \frac{N}{N_{кр}}$  қ  $\xi$  билан белгиласак,  $\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_q}{W_{хис} \cdot \xi}$ , (47) ҳосил бўлади.

$\xi$  қ 0÷1 гача бўлган қийматларни қабул қилади.

$N_{кр} \cdot \varphi \cdot R \cdot A_{ум}$  га тенг

Агар  $M_{деф} \cdot \frac{M_q}{\xi}$ ,  $\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 A_{ум} R_c}$  бўлса,

симметрик юкланган ҳолат учун  $\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_{деф}}{W_{хис}} \leq R_c$ , (48) ҳосил бўлади

носимметрик юкланган ҳолатда эса,  $M_{деф} = \frac{M_{сим}}{\xi_{сим}} + \frac{M_{текс.сим}}{\xi_{текс.сим}}$ , (49)

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

Сиқилиб -эгиловчи элементлардаги қирқувчи кучни қуйидаги формула ёрдамида

аниқлаймиз:  $Q_{с.э} = \frac{d}{d_x} \cdot \left(\frac{M_q}{\xi}\right) = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{d \cdot M_q}{d_x} = \frac{Q_q}{\xi}$  (50)

Сиқилиб - эгиловчи элементларни эгилишини аниқлашда эгувчи моментни таъсирини ҳисобга олиш керак бўлади:  $f = k \left(\frac{P_y \cdot \ell^3}{EJ\xi}\right)$  (51)

Сиқилиб-эгиловчи элемент, яна устиворликка текширилиши керак.

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot R_c \cdot A_{хис}} + \left(\frac{M_{деф}}{\varphi_m \cdot R_{э} \cdot W_{хис}}\right)^n \leq 1 \quad (52) \quad \text{бу ерда:}$$

$A_{ум}$  -  $l_p$  узунлигидаги энг катта кўндаланг кесим юзаси.

$n$  қ 2 - агар чўзилиш зонаси деформацияланиш зонасидан бошқа текисликларда маҳкамланган бўлса;  $n$  қ 1- агар маҳкамланган бўлса;  $W_{bp}$ - максимал қаршилик momenti;

$$\varphi_y = \frac{3000}{\lambda^2}; \quad \varphi_m = 140 \cdot \frac{B^2}{l_{хис} \cdot h} K_\Phi \cdot K_{ПМ} \quad (53)$$

$\lambda$  - эгилишга мойиллик коэффициенти;

$K_\Phi$  - эпюрани формасига боўлиқ бўлган коэффициент.

$$K_{ПМ} = 1 + \left[0.142 \cdot l_{хис}/h + 1.76 \cdot h/l_{хис} + 1.4 \cdot \alpha_p - 1\right] \cdot m^2/m^2 + 1 \quad (54)$$

$\alpha_p$  - марказий бурчак; тўғри чизикли элементлар учун  $\alpha_p \ll 0$

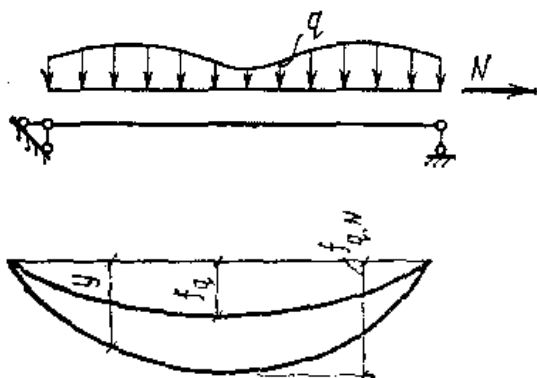
$m$  -  $l_{хис}$  участкадаги боўловчилар сони, чеккадаги боўловчилар бунга кирмайди.

Агар  $m \geq 4$ , бўлса  $\frac{m^2}{m^2 + 1} = 1$  олинади.

**Чўзилиб эгиладиган элементлар ҳисоби (12-расм).** Чўзилиб эгиладиган элементларда эгувчи моментдан ташқари марказий чўзувчи куч ҳам таъсир этади. Бу элементлар нормал кучланишлар бўйича қуйидагича ҳисобланади:

заиф кесимлар 20 см дан кичик масофаларда жойлашган бўлса, ҳаммаси битта кесимга йиғиб олинади. Нормал кучланишларни ҳисоблаганда бўйлама кучдан эгувчи моментнинг камайишини ҳисобга олинмайди.

Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблаганда эгилишнинг камайишини (*бўйлама кучдан*) ҳисобга олинмайди.



12-расм Чўзлувчи-эгилувчи элементнинг эгилиши:

$y$  - элементнинг  $x=0$  дан  $l$  га чадаги

тыли<sup>3</sup> эгилиши;

$f_N$  - бўйлама кучдан ҳосил

.....

Умуман олганда, бўйлама кучнинг эгилишга таъсирини қуйидагича текшириб кўриш мумкин:

$$M_x = M_q - N \cdot Y \quad (55)$$

$$\sigma_{\text{ч}} = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} - \frac{N \cdot Y_{\text{max}}}{W} \quad (56)$$

$$Y = f_1 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{l}\right) \quad (57)$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M_x}{EI} \Rightarrow \frac{d^2 y}{dx^2} = -f_1 \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi x}{l} \quad (58)$$

$$\frac{M_x}{EI} = f_1 \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \Rightarrow M_x = f_1 \cdot N_{\text{кр}} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (59)$$

(55) ва (59) ни тенгласак,

$$M_q - N \cdot y = f_1 \cdot N_{\text{кр}} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l}; \quad x = \frac{l}{2} \text{ да } y_{\text{max}} = f_1$$

$$M_q = f_1(N + N_{\text{кр}}) \Rightarrow f_1 = \frac{M_q}{N + N_{\text{кр}}}$$

$$\sigma_\tau = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} - \frac{N \cdot M_q}{W(N + N_{\text{кр}})} = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} \left(1 - \frac{N}{N + N_{\text{кр}}}\right)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_q \cdot R_{\text{эз}}}{W \cdot R_q} \leq R_q \quad (60)$$

**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. Демак эзилиш - бу юза сиқилиши ва у бўлиши мумкин умумий, ёки маҳаллий. 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 боўлиқдир. 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  $R_{\text{эз}} = 13 \text{ МПа}$ , ёки  $15 \text{ МПа}$  га тенг бўлади. Толаларига кўндаланг  $\alpha = 90^\circ$  даги эзилишдаги ёғоч толалари энг ноқулай шароитда ишлайди ва катта деформацияланиш юз беради. Ёғочни толаларига кўндаланг умумий эзилишида эзилиш энг катта ва кўндаланг эзилишдаги ҳисобий қаршилиги эса энг кичик бўлади ва у  $R_{\text{эз}90^\circ} = 1,8 \text{ МПа}$  га тенгдир.

Таянч юзаларидаги эзилиш умуман олганда конструкциянинг ишлашига таъсир қилмайди ва кўндаланг эзилишдаги ҳисобий қаршилиқ  $m = 1,67$  ишлаш шароити коэффицентига кўпайтирилади ( $R_{\text{эз}90^\circ} = 3 \text{ МПа}$ ).

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

$$R_{\text{эз}90} = R_{\text{э}90} \frac{R_{\text{эз}90^\circ}}{1 + (8/l_{\text{эз}} + 1,2)}, \quad (61)$$

кўшни 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  $60^\circ$  дан катта бўлган ҳолларда эзилишдаги ҳисобий қаршилиқ  $m = 2,2$

ишлаш шароити коэффициентига кўпайтирилади. ( $R_{см\alpha} = 4МПа$ ). қия  $\alpha$  - бурчак остида эзилишдаги ҳисобий қаршилик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_{эз\alpha} = \frac{R_c}{1 + (R_c / R_{эз90} - 1) \sin^3 \alpha}, \quad (62)$$

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

Эзилишга элементларни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида бажарилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{эз\alpha}, \quad (63)$$

бу ерда:  $\sigma$  - нормал кучланиш;  $N$  - бўйлама куч;  $A$  - эзилиш юзаси;  $R_{эз\alpha}$  -  $\alpha$  - бурчак остида эзилишдаги ҳисобий қаршилик.

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

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

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

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} \leq R_{ёп}, \quad (64)$$

бу ерда:  $S$  - нейтрал ўққа нисбатан ёрилувчи юзани статик моменти ( $S = \frac{b \cdot h^2}{8}$ );

$Q$  - максимал қирқувчи куч;

$J$  - умумий юзани инерция моменти ( $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ );

$R_{ёп}$  - ёрилишдаги ҳисобий қаршилик ( $R_{ёп} = 1,6МПа$ );

$b$  - кесим эни.

Бирикмаларни ёрилишга ҳисоблашда қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\tau = \frac{T}{A} \leq R_{ёп}^{yрm}, \quad (65)$$

бу ерда:  $\tau$  - уринма кучланиш;  $T$  - ёрилишдаги зўриқиш;  $A$  - ёрилиш юзаси;

$R_{ёп}^{yрm}$  -

ёрилишдаги ўртача ҳисобий қаршилик.

$$R_{\dot{e}p}^{ypt} = \frac{R_{\dot{e}p}}{1 + \frac{\beta \cdot l_{\dot{e}p}}{e}}, \quad (66)$$

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

Такрорлаш учун саволлар:

1. Ёғоч ва пластмасса конструкциялари нечта чегаравий ҳолатлар буйича 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 тушунаси?
6. Эгилишда қандай зўриқишлар ҳосил бўлади?
7. Тўўри 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 ?.

## 3-БОБ

### Ёғоч ва пластмасса конструкцияларини улаш

#### 3.1. Ёғоч конструкцияларини улаш

Ёғоч материалининг ўлчамлари чекланганлиги учун, уларни кўпинча узайтириш, кўндаланг кесимини катталаштириш зарур бўлиб қолади. Шундай ҳолларда бирикмалардан фойдаланишни тавсия этилади. Ёғочни кўндаланг бўйича ҳам, узунлиги бўйича ҳам бириктирилиши мумкин.

Ишлаш характериға қараб уларни қуйидаги турларға бўлағиз:

- а) махсус боўловчиларсиз - тираш, ўйиқ бирикмалари;
- б) сиқилишга ишловчи боўловчили - шпонка, қолодка;
- в) эгилишга ишловчи боўловчили - болт, қозиқ, миҳ винт, пластинка;
- г) чўзилишга ишловчи боўловчили - болт, хомут, винт;
- д) силжиш-ёрилишга ишловчи боўловчили - елимланган ёғоч.

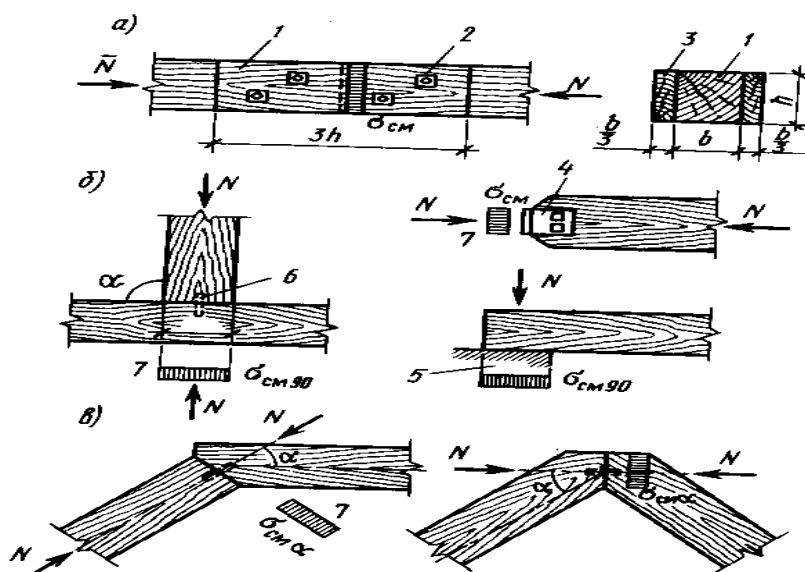
Кўриниб турибдики, бир хил боўловчилар турли бирикма турларида учрайди. Шунинг учун уларни қуйидаги гуруҳларга бўламиз: метал боўловчили, елим боўловчили, ёғоч боўловчили. Ишлаш характериға қараб бирикмаларни икки турға ажратиш мумкин: мойил ва бикр.

Конструкция элементларини бириктиришда тешик ва уйиқлар қилишға тўғри келади. Булар кўндаланг кесимнинг заифлашишиға ва деформацияланувчанликни ортишиға сабаб бўлади. Шунинг учун бирикмаларни мустаҳкамлиги деформацияланувчанлигиға, ҳисоблаш ва тайёрлашға, елимни тўғри танлашларға боўлиқдир.

Махсус боўловчиларсиз бирикмаларда унча катта бўлмаган зўриқишлар бўлади ёки, зўриқишлар бир элементдан бошқасиға бирданиға узатилади (13-расм). Улардаги махсус боўловчиларни ҳисоблаш талаб қилинмайди. Бундай бирикмаларға конструктив уйиқлар ва пеш уйиқлар 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 қуйидаги формула ёрдамида мустаҳкамликка текширилади:

$$\sigma = \frac{M}{A} \leq R_{\alpha\alpha}, \quad (67) \quad \text{бу ерда:}$$

$R_{\alpha\alpha}$  - бурчак остидаги эзилишдаги ҳисобий қаршилик.



13- 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 - қозик; 7 - эзилишдаги кучланиш эпюралари;  $\alpha$  - эзилиш бурчаги.

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

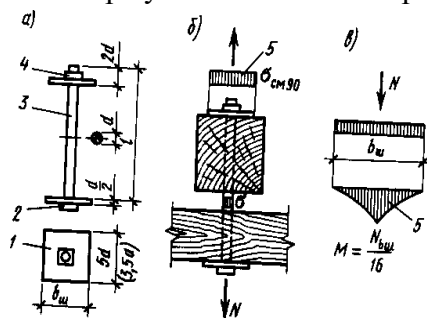
Тортувчи болтли бирикма конструкцияларнинг айрим тугунларини ва кўндаланг улашда алоҳида элементларни зич бириктириш учун хизмат қилади (14-расм). Болтни диаметрини конструктив танланади. Тортувчи болтлар диаметри 12 мм дан ва бирикма умумий қалинлигининг 1/20 қисмидан кам олинмайди. Тортувчи болтли бирикма ёғоч конструкцияларини таянчларини маҳкамлашда, ора ёпма конструкцияларга жиҳозларни осийда ва яна тугун бирикмаларида қўлланилади. Улар ҳисобий юкламалар бўйича чўзувчи кучга ҳисобланади ва ишлайди. Болт учун тешилган заиф кесим чўзилишга ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{(0,8 \cdot A)} \leq R, \quad (68)$$

бу ерда:

$R$  - пўлатнинг ҳисобий қаршилиги,  $R$  қ 235 МПа;

0,8 - заиф кесимда кучланишлар тўпланишни эътиборга оладиган коэффициент.



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

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

$$\sigma = \frac{M}{A} \leq R_{\alpha}, \quad (69)$$

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



$$A_{Т.К} = \frac{M}{(R_{3390} \cdot 0,8)}, \quad (70)$$

$R_{3390}$  қ 4 МПа - ёғочни махаллий эзилишдан ҳисобий қаршилиги.

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

$$M = \frac{N \cdot b}{16}; \quad W_{mk} = \frac{M}{R}; \quad S_{mk} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{mk}}{R}}, \quad (71)$$

бу ерда:

$W_{\delta\delta}$ ,  $S_{mk}$  - талаб қилинадиган кесимнинг қаршилиқ momenti ва қалинлиги;

$R$  - шайба материалининг ҳисобий қаршилиги;

$b$  - квадрат пластинка шайбанинг кенглиги.

Тармоқли конструкцияларнинг чўзилишга ишловчи тортувчи пўлат стерженлари ҳам худди шундай ҳисобланади. Уларнинг эгиловчанлиги  $\lambda_{к400}$  дан катта бўлиб кетмаслиги керак.

Агар ферма тугунида бир неча тортувчи стерженлар бўлса, пўлатнинг ҳисобий қаршилиги 0,85 га камайтиради. 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.

Болтларни икки хил: тўғри ва шахмат тартибида жойлаштириш мумкин. Ёғочни толалари бўйлаб болт ўқлари орасидаги масофа ва элементни ёнигача бўлган масофа  $7d$  дан кам бўлмаслиги, ёғочни толаларига кўндалангги бўйича болт ўқлари орасидаги масофа  $3,5d$  дан кам бўлмаслиги керак.

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

$$n_{mk} = \frac{N}{(T \cdot n_{юк})}, \quad (72)$$

бу ерда:  $n_{mk}$  - бирикмани бир томонидаги болтлар сони;

$N$  - бўйлама куч;

$T$  - битта чокдаги болтнинг энг кам юк кўтариш қобилияти.

$T$  ни қуйидагича аниқланади:

Ёғоч қопламаларида болтнинг эгилиши бўйича

$$T_{эз} = (1,8d^2 + 0,02a^2)\sqrt{K\alpha} , \text{ кН} \quad (73)$$

Пўлат қопламаларда болтнинг эгилишдаги мустақамлиги бўйича

$$T_{эз} = 2,5a^2 \sqrt{K\alpha} , \text{ кН} \quad (74)$$

ўртадаги элементнинг эгилиши бўйича

$$T_{ур} = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K_{\alpha} , \text{ кН} \quad (75)$$

Четки ва энг юпқа бир қирқимли элементнинг эгилиши бўйича

$$T_{ур} = 0,3 \cdot a \cdot d \cdot K_{\alpha} , \text{ кН} \quad (76)$$

бу ерда:  $d$  - болт диаметри (см)

$c$  - ўртадаги элементнинг қалинлиги (см)

$a$  - четки элементнинг қалинлиги (см)

$K_{\alpha}$  - симметрик ва қияликни ҳисобга оладиган коэффициент.

Эгилувчи пўлат стерженли бирикмаларда силлиқ  $A-I$  синфдаги 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  $AG-4C$  лардан тайёрланиши мумкин. Уларни юк кўтариш қобилияти, шу жумладан:

$$T_{эз} = (1,6d^2 + 0,02a^2) , \quad (77) \quad \text{ва}$$

$$T_{эз} = (1,45d^2 + 0,02a^2) , \quad (78)$$

Михлар ҳам худди нагеллар каби ишлайди. Уларни ёғочга қоқилади. Михни диаметри  $6 \text{ мм}$  дан ошмайди. Михни диаметри  $0,25 \cdot \delta_{max}$  катта бўлмаслиги керак.

Толалари бўйлаб михлар орасидаги масофа  $S_1$  қ  $25d_{мих}$  - агар михланаётган элементнинг қалинлиги  $C$  қ  $4d_{мих}$  бўлса, оралик ҳолатлар учун интерполяция қилиб олинади.

Кўндалангги бўйича михлар тўғри тартибда қоқилганда  $S_2$  қ  $4d$ , шахмат тартибда қоқилганда  $S_2$  қ  $3d$ .

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

Мих, винт (*шуруп, глухар*), скоба, хомут, тортувчи болт ва торткичлар чўзилувчи боўловчиларга киради. Боўловчилар тортувчи, тортмас, вақтинчалик ва доимий турларга бўлинади. Барча турдаги боўловчилар, айниқса доимий боўловчилар занглашдан муҳофаза қилинган бўлиши керак.

Боўловчилар металл конструкциялари меъёрлари бўйича чўзилишга ҳисобланади. Михлар суўуришга, ёғочга сирти тегиб ишқаланиши ҳисобига қаршилик кўрсатади (15-расм). Ишқаланиш кучи ёғочда ёриқ ҳосил бўлса камайиши ҳам мумкин. Статик ҳолатда суўуришга битта михнинг юк кўтариш қобилияти қуйидагича аниқланади:

$$T_{\text{суў}} \leq R_{\text{суў}} \pi \cdot d_{\text{мих}} \cdot l_{\text{қистириш}}, \quad (79)$$

бу ерда:  $R_{\text{суў}}$  - ҳисобий қаршилик;  $\pi$  қ 3,14;  $d_{\text{мих}}$  - мих диаметри, мм.;

$l_{\text{қистириш}}$  - михнинг қисилган қисми узунлиги, мм.

$T_{\text{суў}}$  - суўуришдаги битта михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти.

Шурупларни толалари бўйлаб  $S_1$  қ 10  $d_e$ , толаларига кўндалангги бўйича  $S_2$  қ  $S_3$  қ 5  $d_e$  масофаларда қўйилади. Унинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти қуйидаги формуладан аниқланади:

$$T_{\text{суў}} \leq R_{\text{суў}} \pi \cdot d_{\text{мих}} \cdot l_{\text{қистириш}}, \quad (80)$$

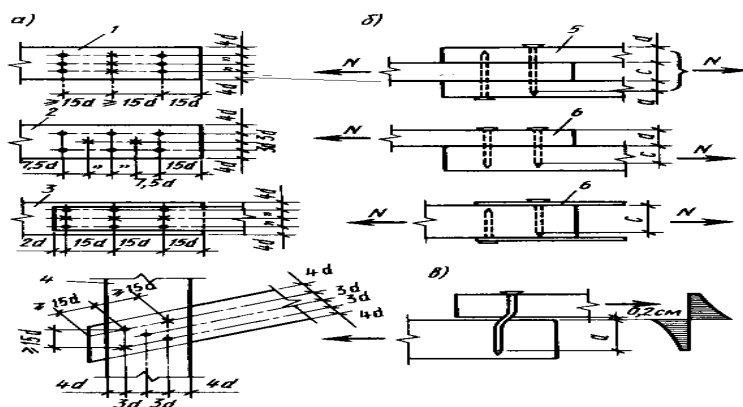
бу ерда:  $R_{\text{суў}}$  - ҳисобий қаршилик;  $\pi$  қ 3,14;  $d_{\text{мих}}$  - винт даметри, мм.;

$l_{\text{қистириш}}$  - винтнинг қисилган қисми узунлиги, мм.

$T_{\text{суў}}$  - суўуришдаги битта винтнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти.

Скоба - 10 ÷ 18 мм ли кўндаланг кесими доирасимон пўлатдан, қўшимча боўловчи сифатида ишлатилади.

Хомут - худди скобага ўхшайди, лекин у бириктирилаётган элементларни тўлиқ камраб олади.



15-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.

**Елимли бирикмалар (16-расм).** Юк кўтарувчи конструкциялар учун елимларга қўйиладиган талаблар: тенг мустаҳкамлилиқ, яхлитлик, чидамлили, елимли бирикмаларда фақат сувга чидамли елимларни қўллаш орқали вужудга келади. Чидамлилиқ ва ишончилиқ елимли бирикмаларда адгезион боўловчиларни устиворлигига, елим турига, унинг сифатига,

елимлаш технологиясига, ишлатиш шароитига ва тахталарни юзасига ишлов беришга боўлиқдир.

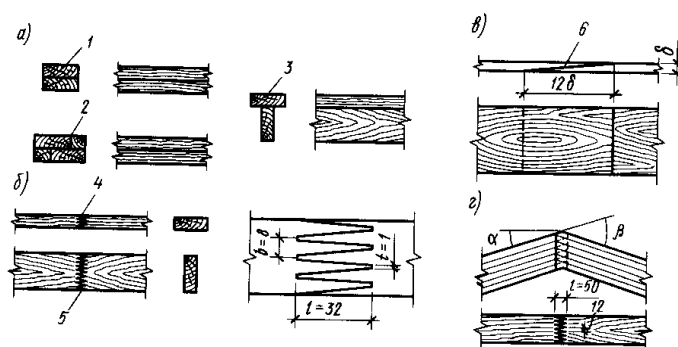
Елимли чок - бирикма мустаҳкамлигини таъминлаши керак. Елимли бирикмалар кадимдан дурадгорчиликда қўлланиб келинган.

ХЎ аср бошларида Швейцария, Швеция, Германияда казеин елимида елимланган ёғоч юк кўтарувчи конструкциялар қўлланила бошланган. Уларнинг намликдан сақланган бир нечталари 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.

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 тутати. Ёғочни металл, фанера, ёки пластмасса билан елимланганда, ҳосил бўлган чоклардаги кучланиш, чўкишдан ҳарорат таъсирида ўзгаришлар содир бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда шунинг учун каучукли эластик елимларни қўллашни тавсия этилади.



16 - 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.

### 3.2. Пластмасса конструкцияларини улаш

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

Елимли бирикмалар энг самарали, кўп тарқалган пластмасса бирикмалари тоифасига киради (*17-расм*). Пластмассаларни мустаҳкамлиги, деформацияланувчанлиги бошқа конструкцион материалларга елимлаш имкониятини беради. Масалан, пенопластни мустаҳкамлиги ва деформацияланувчанлиги *1000* мартадан 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 бўлиши мумкин. 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 сувбардош ҳисобланади ва улар асосан термореактив пластмассаларни бошқа материаллар билан елимлашда қўлланилади.

Резинали елимлар зарарсиз ва уларнинг таркибида кислота йўқ, улар ёғоч пластикларни ёғоч билан елимлашда ишлатилади. Уларнинг ичида мустаҳкамлиги энг юқориси *ФР-12*. Эпоксид елими - *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 кўшилади. 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. Аммо 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.

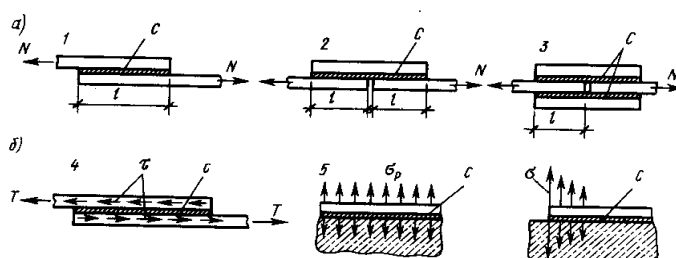
Полиметилакрил елимлари айниқса юқори даражадаги тиниқлиги билан фарқланади ва улар тиниқ органик ойналарни елимлаш учун ишлатилади.

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

Каучук елимлари -  $88H$  турдаги каучуклардан, ёки уларни полимер смола қоришмаси билан таркибда ташкил топади. Улар эластиклиги билан, мўртлигининг йўқлиги 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 қобирўалари 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. Аммо лекин ҳар қандай ҳолатда устма-уст қўйилиш узунлиги асбестцементларда  $8\text{ та}$  қалинликдан, металлларда  $50\text{ та}$  қалинликдан ва стеклопластикаларда  $20\text{ та}$  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.



17-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 боўловчини турига қараб фарқланади: елим пайвандли (*бир жинсли металлларни пайванди Қ елим қатлами*); елим винтли (*метал винт Қ елим қатлам*); елимпарчинмихли (*метал парчин миҳҚелим 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 бири-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. Боўловчиларнинг 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 миқдордаги ёғоч сарфланади. Ёғоч тўшамаларни тўғри лойиҳалаш том ёпманинг иқтисодий жихатдан самаралигини белгилайди. Тўшамалар, иссиқ том ёпма қатламлари учун асос бўлиб хизмат қилади. Улар асосий юк кўтарувчи конструкцияларнинг устиворлигини таъминлашда, тик ва шамол юкламасини кўтаришда ҳам қатнашади. Тўшаманинг конструкцияси томнинг ва том ёпма иссиқлик сақлагичларнинг хусусиятларига ҳам боўлиқдир.

Ёғоч тўшамалар асосан икки турга бўлинади - ёғочли ва елимфанерли.

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 тайёрлашга кетадиган меҳнат сарфининг юқорилиги ва юк кўтариш қобилиятининг пастлиги ҳисобланади. Ёғоч тўшамаларни 3 метргача узунликда ва яхлит ва панжарасимон кўринишларда тайёрланиш мумкин. Панжарасимон тўшамаларда ёғоч тахта оралиқлари энг камида 2 см оралиқ билан қўйилади. Яхлит тўшамаларни бир қатламли яхлит ва икки қатламли қилиб тайёрланади. Кесишган тўшамаларни биринчи қатлами тахталари оралиқларини камида 2 см очик қолдирилади ва тепасига 45÷60 градус бурчак остида ҳимоя ёғоч қатлами михланади. Бунда биринчи қатлам тахтаси асосий ишчи қатлам ҳисобланади. ҳимоя қатламидаги тахтанинг қалинлиги минимум 16 мм ни, кенглиги эса 100 мм ни ташкил қилади.

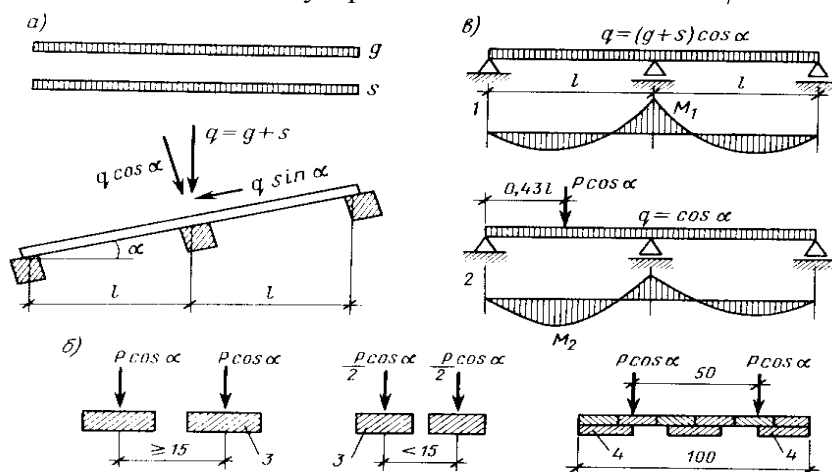
Ёғоч тўшамалар эгилишга меъёрий ва ҳисобий тарқалган ва тўпланган юкламалар бўйича ҳисобланади (18-расм). Тўшаманинг хусусий оғирлиги -

иссиқлик сақлагич, том элементлари қалинликлари ва зичликлари орқали аниқланади, ҳамда бу юкламалар тўшама юзаси бўйича текис тарқалган ҳисобланади.

қиялиги  $\alpha$  бурчак бўлган қия том ёпмалардаги тўшамалар  $q_\alpha = q \cdot \cos \alpha$  юкламаларга ҳисобланади. қор юкласи миқдорини қурилиш райони иқлимини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Тўпланган алоҳида юкламалар сифатида, монтаж жараёнида тўшама устида одам бўлганлиги учун  $1кН$  қабул қилинади. ҳисобий юкламалар қийматларини аниқлашда  $\gamma$  қ 1,1, иссиқлик сақлагич ва том учун  $\gamma$  қ 1,3 ва қор юкласи учун ( $q/S < 0.8$ ) ҳолда  $\gamma$  қ 1,6 қабул қилинади. Кўндаланг кесимни куйидаги формулалардан фойдаланиб кўндаланг кесим ўлчамларини аниқлаш мумкин:

$$W_{m.к.} = \frac{M}{R} ; \quad B_{m.к.} = \frac{W_{m.к.}}{h^2} ; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6} ; \quad (81)$$

$b_{m.к.}$  - талаб қилинган тахта кенглиги. уларнинг қадами -  $a = 100 \cdot b/B$



18-расм. Тўшамаларни ҳисоблаш схемалари: а- текис юклар схемаси; б- худди шундай, нуктага таъсир қилувчи; в- зўриқишлар схемаси; 1- биринчи йиўма юкламалар; 2- иккинчи йиўма юкламалар; 3- очик тўшама тоқчалари; 4- ишчи тўшама тахталари..

Биринчи йиўма юкламалар йиўиндиси бўйича ҳисоблаш:

$$II \rightarrow \frac{f}{l} = \frac{2.13}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l^3}{E \cdot I} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}, \quad (82)$$

$$I \rightarrow \sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma T}, \quad (83).$$

Иккинчи йиўма юкламалар йиўиндиси бўйича ҳисоблаш:

хусусий оғирликлардан тўшадиган тенг текис тарқалган юкламалар  $q$  қ  $g$  ва тўпланган юклама  $-P$   $0,43 \cdot l$  масофада қўйилган ҳолда ҳисобланади. Максимал эгувчи момент



$$M \leq 0,07 \cdot q \cdot l^2 \leq 0,21 \cdot P \cdot l, \quad (84)$$

Эгувчи момент қиймати бўйича фақат биринчи чегаравий ҳолат бўйича мустаҳкамликка

ҳисоблаш ишлари бажарилади : 
$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{ЭГ}}, \quad (85)$$

бу ерда:  $R_{\text{ЭГ}}$  қ  $m_H \cdot R$  қ  $1,2 \cdot 13$  қ  $15,6$  МПа, ва  $R$  қ  $13$  МПа га тенг;

$m_H$ - вақтинчалик юкларда ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент.

Панжарасимон тўшамалар қия томларда

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\text{ЭГ}} \quad (86) \quad \text{ва} \quad f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (87)$$

формулалар ёрдамида ҳисобланади:

ҳисоблаш кенглиги сифатида  $l$  м, ёки битта тахтани кенглиги олинади. Агар тахта қадами  $15$  см дан катта бўлса ҳар бир тахтага  $P$  қ  $1,2$  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 кенглиги бунда  $B$  қ  $1$  м олинади. Йиўма тўпланган юкламада эса юклама  $0,5$  метрга тарқалади деб ҳисобланади ва ҳисобий кенглик  $0,5$  м бўлганлиги учун  $P$  қ  $1,2$  кН /  $0,5$  қ  $2,4$  кН олинади.

Елимфанерли тўшамалар - завод шароитида тайёрланадиган йирик плиталардир (19-расм). Уларнинг узунлиги  $l$  қ  $3 \div 6$  кенглиги  $B$  қ  $1 \div 1,5$  бўлади. Плита ёғоч каркас ва елимланган фанер қопламалардан ташкил топган. Елимфанерли тўшамалар тўшама ва сарров вазифаларини бажаради. Каркас бўйлама ва кўндаланг тахта қобирўалардан ташкил топади ва уларнинг қалинлиги  $2,5$  см дан кичик эмас. Бўйлама қобирўалар  $50$  см дан катта бўлмаган қадамларда, кўндаланг қобирўалар эса энг кўпи билан  $1,5$  метр масофада қўйилади. қоплама сифатида қалинлиги  $8$  мм дан кичик бўлмаган фанералар ишлатилади.

Елимфанерли тўшама плиталар энг камида  $5,5$  см асосий юк кўтарувчи конструкцияларга таяниши керак. Елимфанерли тўшама плиталар юқори фанера қопламали, қуйи фанера қопламали ва қутисимон кўринишларда тайёрланиши мумкин. Елимфанерли тўшама плиталарнинг ҳисобий қисмининг геометрик характеристикаси симметрик қўштавр, ёки носимметрик тавр шаклида аниқланиши мумкин. қўштавр кесими баландлиги -  $h$  бўлганда

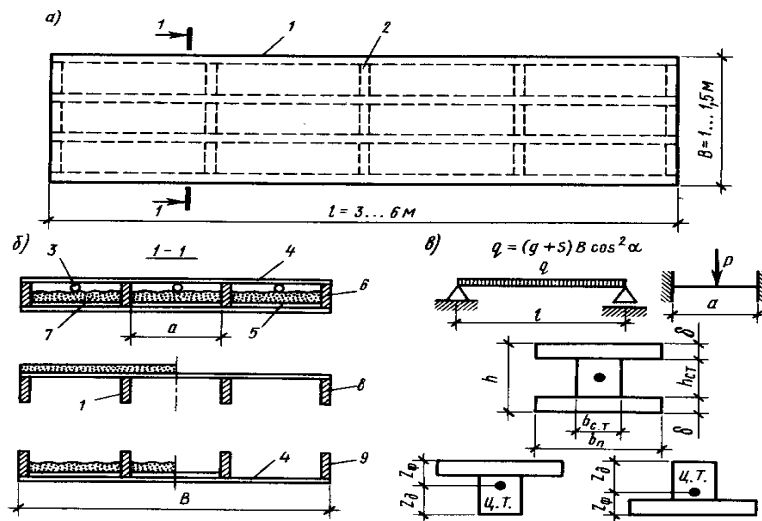
$$Z \leq S / A, \quad (88)$$

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

қўштавр кўринишидаги қутисимон плитанинг инерция моменти:

$$J_{\kappa b_{cm} h^2_{cm} / 12 \kappa 2 b S (h-S/2)^2, \quad (89)$$

$$\text{қўштавр кесимининг қаршилик моменти: } W_{\phi \kappa} 2J / h, \quad (90)$$



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

Тавр кесим учун:

$$W_{\phi \kappa} J / Z_{\phi}, \quad (91)$$

Нейтрал ўққа нисбатан қопламаларнинг статик моменти:

$$S_{\kappa b} \cdot S (h - S / 2), \quad \text{ёки } S_{\kappa b} \cdot S (Z - S / 2), \quad (92)$$

Аниқ ҳисоблаш келтирилган геометрик характеристикалари ёрдамида бажарилади:

$$J_{\text{кел.ф}} \kappa J_{\phi} \kappa J_{\text{Д}} E_{\text{Д}} / E_{\phi} - \text{фанера юзасига келтирилган;}$$

$$J_{\text{кел.ё}} \kappa J_{\text{Д}} \kappa J_{\phi} E_{\phi} / E_{\text{Д}} - \text{ёғоч юзасига келтирилган}$$

инерция моменти қийматлари.  $h = \frac{1}{300} l$ ,  $h$ -баландлиги;  $l$ -оралиғи

$$\text{қалинлиги: } S_{\text{кел}} \kappa \frac{M}{(0,6 \cdot b \cdot h \cdot R_{\phi.c.})}, \quad (93)$$

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

Юқори қопламанинг эгилишдаги устиворлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma_{\kappa} M / (\phi_{\phi} \cdot W) \leq R_{\phi.c.}, \quad (94)$$

бу ерда:  $R_{\phi.c.} \kappa 12 \text{ МПа}$ ,  $\phi_{\phi}$  - фанера устиворлиги коэффиценти;  $S$ - қалинлиги ва  $a$ - бўйлама кобирўа қадами бўлганда, ҳамда

$$\frac{a}{S} \geq 50 \text{ да, } \varphi_{\phi} = \frac{1250}{(a/S)^2}; \quad (95)$$

$$\frac{a}{S} < 50 \text{ да, } \varphi_{\phi} = 1 - \frac{(a/S)^2}{5000}; \quad (96)$$

куйи қопламанинг эгилишдаги чўзилиши куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = M/(W \cdot m_{\phi}) \leq R_{\phi, \text{чүз}} \quad (97)$$

бу ерда :  $R_{\phi, \text{чүз}}$  - чўзилишдаги ҳисобий қаршилик ( $R_{\text{чүз}}$  қ 13 МПа);  $m_{\phi}$  - фанера чокларидаги заифликни ҳисобга оладиган коэффициент.

қоплама яна икки қобирўа орасидаги махаллий эгилишга ҳам текширилади (тўпланган йиўма юклама -  $P_{\kappa}$  1,2 кН). Бу ҳолда максимал эгувчи момент-

$$M = \frac{P \cdot l}{8}, \quad (98) \quad \text{бу ерда: } P_{\kappa} 1,2 \text{ кН га тенг.}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\phi, \text{эс}}, \quad (99) \quad \text{бу ерда: } R_{\phi, \text{эс}} \text{ қ } 6,5 \text{ МПа } \cdot 1,2 \text{ қ } 7,8 \text{ МПа}; \quad W = b \cdot S^2 / 6 \text{ га тенг}$$

қобирўалар ва фанера орасидаги елимли чокни эгилишдаги ёрилишга текширилади:

$$\text{тк } \frac{Q \cdot S_{\phi}}{J \cdot b} \leq R_{\phi, \text{ёрил.}}, \quad (100) \quad \text{бу ерда:}$$

$R_{\phi, \text{ёрил.}}$  қ 0,8 МПа;  $b$ - қобирўалар энлари йиўиндисига тенг; ҳисобий кесимнинг инерция моменти;

$S_{\phi}$ - ҳисобий кесимнинг статик моменти.

Плитанинг эгилиши куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right], \quad (101)$$

ҳисоблашларда елимфанерли плита тўшаманинг бикрлиги ( $0,7EJ$ ) га камайтирилиб олинади.

Плитанинг меъёрий юкламадан нисбий эгилиши  $1/250$  дан ошиб кетмаслиги керак.

Юқоридаги плитанинг куйи ва юқори қопламалари асбестцементли текис варақдан ҳам бўлиши мумкин.

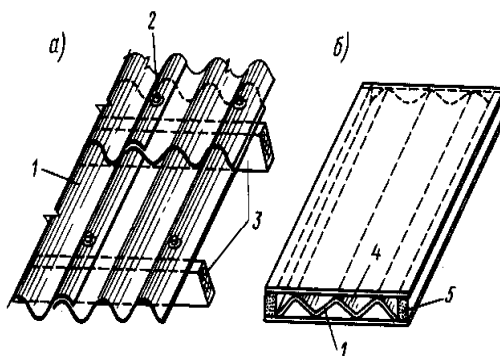
Ёғоч тўшамалар билан бир қаторда пластмасса тўшамалар ҳам ишлатилади.

## 4.2. Пластмасса тўшамалар

**Пластмасса тўшамалар** - завод шароитида тайёрланадиган йирик плиталар ҳисобланади. Улар уч қатламли яхлит ва қобирўали, икки қатламли ва ёруўлик ўтказадиган

тиниқ бўлади. Иссиқлик сақловчи тўшамалар сифатида асосан уч қатламли пластмасса тўшамалардан фойдаланилади. Уч қатламли тўшамалар қобирўасиз яхлит ўрта қатламли плитадан иборат. Чет мамлакатларда уларни «сэндвич» деб ҳам аташади. Бу плитанинг қалинлиги  $10\div 20$  см, кенлиги 1,5 метргача, узунлиги эса асосий юк кўтарувчи конструкцияларнинг қадамига тенг бўлиши мумкин. Узунлиги қадами 3 метрга тенг бўлган битта ёки, иккита оралиқни ёпиши мумкин. Плита қопламалари металл ёки, металлмас варақлардан тайёрланиши мумкин. Металл қоплама сифатида текис ёки, гофрили алюминий варақ қўлланиши мумкин. Металлмас қопламалар сифатида текис асбестцементли варақлар(қалинлиги 10 мм. гача) қўлланиши мумкин.

Плитанинг ўрта қатлами пенопластдан тайёрланади. Булардан ташқари қобирўали уч қатламли плиталар ҳам қўлланилади. Уларнинг узунлиги 6 м гача, кенлиги 1,5 м гача бўлиши мумкин. Тиниқ ёруўлик ўтказадиган пластмасса тўшама ва деворлар, тиниқ ва ярим тиниқ ёруўлик ўтказадиган пластмассалардан - полиэфир стеклопластикадан, органик ойнадан, винипластлардан тўлқинсимон варақ кўринишида ва уч қатламли қилиб тайёрланиши мумкин (20-расм).



20-расм. Пластмассали ёруўлик ўтказадиган тўшамалар: а - тўлқинсимон варақлар; б - текис плита; 1 - тўлқинсимон шиша пластик варақлар; 2 - маҳкамлаш; 3 - ёғоч тўсинлар; 4 - текис шиша пластик варақлар; 5 - чоркирра 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?.

## Ёғоч тўсин ва устунлар

### 5.1. Мойил боўланишдаги таркибий кесимли ёғоч тўсин конструкцияларини кўндаланг эгилишга ҳисоблаш

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

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

Учта тўсинни кўриб чиқайлик:

1. Яхлит, бутун тўсинни -  $C$  белги билан белгилайлик (*21-расм*).

$C$ - тўсин кесимининг инерция моменти:  $I_c = \frac{b \cdot h^3}{12}$  (102);

қаршилик моментлари:  $W_c = \frac{b \cdot h^2}{6}$  (103);

Солқилик:  $f_c = K \frac{q_n \cdot l^4}{E \cdot I}$  (104)

Эгилиш ҳолатида тўсин чап таянчидаги кесим  $\varphi$  - бурчакка бурилади.

2. Худди  $C$  - тўсин сингари ўлчамлари бир хил, лекин йиўма мойил боўланишлардаги таркибли тўсинни  $II$  - билан белгилайлик.

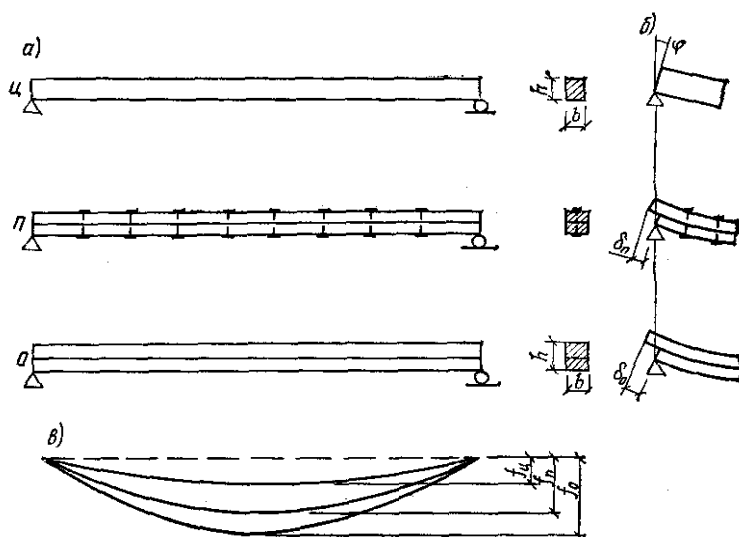
Эгилиш ҳолатида, таянч кесимда  $\varphi$  - бурчакка бурилиш ва  $\delta_n$  - масофага кўчиш юз беради.

3. Йиўма таркибли тўсин, лекин боўловчиларсиз, уни  $O$  - билан белгилайлик.

Бу тўсиннинг чап таянч кесимини кузатсак,  $\varphi_0$  - бурчакка бурилиш ва  $\delta_0$  - масофага кўчиш ҳосил бўлади.

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

$$I_o = \frac{b \cdot h^3}{48}; \quad W_o = \frac{b \cdot h^2}{12}; \quad f_o = K \frac{q' \cdot l^4}{E \cdot I_o}. \quad (105)$$



21-расм. Кўндаланг эгилишга ишловчи тўсинлар.  $I$  - бутун кесимли;  $I$  - мойил боўланишдаги таркибий кесимли;  $O$ - боўловчиларсиз 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:

$$I_u > I_n > I_o; \quad W_u > W_n > W_o; \quad f_u < f_n < f_o, \quad (106)$$

Мана шу тенгсизликларга асосланган ҳолда, мойил боўланишлардаги таркибий кесимли тўсиннинг геометрик характеристикаларини ( $I_n, W_n, f_n$ ) аниқлаймиз.  $I_n \approx K_{жс} \cdot I_u$ ,  $K_{жс} \approx I_o / I_u \div 1$

Масалан: Иккита брус учун,  $I_o / I_u \approx 0,25$

$$W_n \approx K_w \cdot W_u, \quad K_w \approx W_o / W_u \approx 0 \div 1$$

иккита йиғилган брус учун  $W_o / W_u \approx 0,5$

$$f_n = \frac{f_u}{K_{жс}} = K \frac{P_m \cdot l^3}{E \cdot I_u \cdot K_{жс}}, \quad (107) \text{ га тенг.}$$

Нормал кучланишлар қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_{э2} \approx M / (W_u \cdot K_{жс}) \leq R_{э2} \quad (108)$$

$K_w, K_{жс}$ - боўловчиларни мойиллигини эътиборга оладиган коэффициентлар.

Боўловчиларни сонини аниқлаётганда иккита шартга риоя қилиш керак:

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

$$n_c = \frac{M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c}, \quad (109).$$

2. Таянч яқинидаги боўловчилар ортиқча юкланмаган бўлиши керак:

$$n_c^{1/2} = \frac{1.5 \cdot M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c}, \quad (110).$$

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

$$n_c^{1/2} = \frac{1.5 \cdot 0.8 \cdot M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c} = \frac{1.2 \cdot M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c}, \quad (111)$$

**Мойил боўланишдаги таркибий кесимли ёғоч конструкцияларини бўйлама эгилишга ҳисоблаш.** Мойил боўланишлардаги таркибли элементларни бўйлама эгилишга ҳисоблаш яхлит кесимли элементлар ҳисобига коэффициент киритиш орқали амалга оширилиши мумкин.

Бўйлама эгилишда чокдаги силжиш кўндаланг эгилишдагига нисбатан кичикдир.

Бўйлама эгилишда кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_c = \frac{N}{\varphi \cdot A_{\text{хис}}} \leq R_c, \quad (112) \quad \text{бу ерда:}$$

$\sigma_c$  - нормал кучланиш;  
 $N$  - бўйлама куч;  
 $\varphi$  - бўйлама эгилиш коэффициенти;  
 $A_{\text{хис}}$  - ҳисобий кўндаланг кесим юзаси;  
 $R_c$  - сиқилишдаги ҳисобий қаршилик.

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

$$\lambda_n = \frac{l_{\text{хис}}}{\sqrt{\frac{I_n}{A}}} = \frac{l_{\text{хис}}}{\sqrt{\frac{I_u \cdot K_{\text{жс}}}{A}}} = \frac{l_{\text{хис}}}{\sqrt{K_{\text{жс}} \cdot \sqrt{I_u}}} = \frac{\lambda_u}{\sqrt{K_{\text{жс}}}} = \mu \cdot \lambda_u, \quad (113)$$

Боўловчиларни силжишга мойиллигини эътиборга олувчи  $\mu \xi / \sqrt{\kappa_{ж}}$  эгилувчанликка келтириш коэффициенти доимо бирдан катта ва унинг қиймати В.М.Коченов таклиф этган соддалаштирилган формула орқали аниқланади:

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + K_c (b \cdot h \cdot n_u)}{l_{хис}^2 \cdot n_c}} \quad (114)$$

бу ерда:  $K_c$  - боўловчиларни силжишини ҳисобга оладиган тажриба йўли билан аниқланган коэффициент;

$b$  - таркибли кўндаланг кесимнинг эни;

$h$  - кўндаланг кесимнинг умумий баландлиги;

$l_{хис}$  - элементнинг ҳисобий узунлиги;

$n_c$  - битта чокдаги боўловчиларнинг қирқимлари сони.

**Сиқилиб-эгилишга ҳисоблаш.** Сиқилиб-эгилишдаги таркибли элементларни ҳисоблаш методи, яхлит кесимли элементларни ҳисоблаш услуби қандай бўлса шундайлигича қолади, фақат формулаларда қўшимча боўловчиларни силжишга мойиллиги эътиборга олинади.

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

1. Худди кўндаланг эгилишдаги каби  $K_w$  коэффициент киритилади.

2. Келтирилган эгилувчанликни ҳисобга олган ҳолда  $\xi$  -коэффициенти ҳисобланади.

Нормал кучланишлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{um}} + \frac{M_\delta}{W_{um} \cdot K_w} \leq R_c, \quad (115)$$

бу ерда:

$$M_\delta = \frac{Mg}{\xi} \quad \text{ва} \quad \xi = 1 - \frac{\lambda_n^2 \cdot N}{3000 \cdot A_{\sigma p} \cdot R_c}, \quad (116)$$

$$\lambda_i \quad \mu \quad \lambda_\delta$$

Эгилиш умумий ҳолда:

$$f = \frac{K(P_n \cdot l^3)}{E \cdot I \cdot K_{ж} \cdot \xi} \quad (117)$$

Таянчдан энг катта максимал момент ҳосил бўладиган кесимгача бўлган масофадаги боўловчилар сони аниқлашда кўндаланг кучнинг ошиб бориши эътиборга олинади:

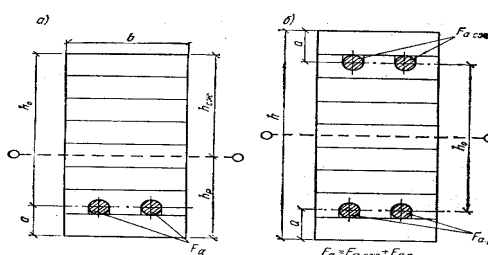
$$n_c = \frac{1,5 \cdot M_{\max} \cdot S}{I \cdot T_c \cdot \xi}, \quad (118)$$



Такрорлаш учун саволлар:

1. Мойил боўланиш деганда нимани тушунаси?
2. Таркибий кесимли элементлар кўндаланг эгилишга қандай ҳисобланади?
3. Бўйлама эгилишга қандай ҳисобланади?
4. Номарказий сиқилишга қандай ҳисобланади?
5. Таркибий кесимли ёғоч конструкциялар қаерларда ишлатилади?
6. Боўловчилар сони қандай формула ёрдамида аниқланади?

## 5.2. Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш



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

$$F_a \text{ қ } F_c \text{ қ } F_u, \quad (119)$$

Тажрибалардан маълумки, арматура сифатида даврий кесимли, оқувчанлик чегараси  $4000 \text{ кг/см}^2$  дан кичик бўлмаган арматураларни ишлатиш тавсия этилади.

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

$$\text{Арматуралаш фоизи: } \mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} \cdot 100\% \leq 3 \div 4\% \quad (120)$$

Бу тўсинларда эгилишдаги ҳисобий қаршиликни  $13 \text{ МПа}$  эмас, балки  $15 \text{ МПа}$  олинади, яъни  $15\%$  га кўп.

қўш симметрик арматуралашда (22-расм):

$$I_{\text{келт}} \text{ қ } I_{\text{ёғоч}} (I \text{ қ } 3 \cdot n \cdot \mu) \quad (115)$$

Якка арматуралашда (22-расм):

$$I_{\text{келт}} = I_{\text{келт}} \cdot \frac{1 + 4 \cdot n \cdot \mu}{1 + n \cdot \mu} \quad (121)$$

бу ерда:  $I_{\text{ёғоч}} \text{ қ } (b \cdot h_0^3) / 12$  - ёғочнинг ҳисобий инерция моменти;  
 $\mu$  - арматуралаш фоизи;

$n$  - эластиклик модуллари нисбати.  $n$  қ ( $E_a / E_{\text{ёғоч}}$ ) қ 20 га тенг.

кўш симметрик арматуралашда:

$$W_{\text{келт}} \text{ қ } W_{\text{ёғоч}} (1 \text{ қ } 3 \cdot n \cdot \mu), \quad (122)$$

Якка арматуралашда:

$$W_{\text{ркин}} = \frac{I_{\text{ёғоч}} (1 + 4 \cdot n \cdot \mu)}{h_c (1 + n \cdot \mu)}, \quad (123)$$

бу ерда: тўсин ўқидан энг чет юкори толасигача бўлган масофа.

Нормал кучланишлар:

$$\sigma_n = \frac{M}{W_{\text{келт}}} \leq R_c; \quad (124)$$

Уринма кучланишлар:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{\text{келт}}}{I_{\text{келт}} \cdot b \cdot m_{\text{ёрил}}} \leq R_{\text{ёрил max}}; \quad (120)$$

бу ерда:  $S_{\text{келт}}$  - кесимнинг келтирилган статик моменти

$$S_{\text{кел}} = \frac{b \cdot h^2}{8} (1 + 2 \cdot n \cdot \mu), \quad (125)$$

$m_{\text{ёрил}}$  - елимланган элементни ишлаш шароитини ҳисобга оладиган коэффициент,  $m_{\text{ёрил}}$  қ 0,6;  $b$  - кесим кенглиги.

Солқилик - эгилиш :

$$f_{\text{кел}} = K \frac{P_m \cdot l^3}{I_{\text{кел}} \cdot E_{\text{ёғоч}}} \leq [f]; \quad (126)$$

бу ерда:  $K$  - юкни турига боўлиқ бўлган коэффициент.  
 $P_m$  қ  $q_m l$  - меъёрий юклама.

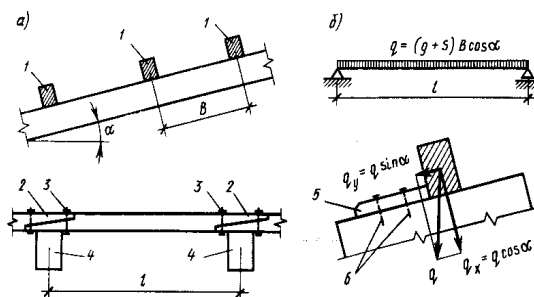
### 5.3. Яхлит кесимли ёғоч тўсинлар

Бутун ёғоч тўсинларга брус, қалин тахта, ён томонлари кантланган доирасимон кесимли ёғоч тўсинлар киради. Улар яхлит бўлганлиги учун 6 метргача бўлган ораликларда ишлатилади холос. Ёғоч тўсинлар том ёпма тўшамалари учун асосий юк кўтарувчи конструкциялар ҳисобланади. Тўсинлар 3 метргача бўлган кадамларда қўйилади.

Тўсинлар эгилишга ишлайди ва улар биринчи, ҳамда иккинчи чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Тўсинларга тенг ва текис тарқалган юклар таъсир қилади (23-расм).

$$q_2(gKS) \cdot B \cdot \cos \alpha \quad (127)$$

Бу ерда:  $g$ - тўсин ва тўсин устидаги элементларнинг хусусий оғирликларидан тушадиган юклама,  $\text{кН/м}^2$ ;  $S$  - қор юклар маси,  $\text{кН/м}^2$ ;  $B$ - тўсин қадами, метр;  $\alpha$  - қиялик бурчаги;  $q$  - умумий йиғинди юклама.



23- расм. Том ёпма чорқирра тўсинлар: а - тўсинлар; б - ҳисобий схемалар; 1 - рейкалар; 2 - чоклар; 3 - болтлар; 4 - асосий юк кўтарувчи конструкциялар; 5 - тиргак; 6 - миҳлар.

Биринчи чегаравий ҳолат бўйича эгилишга қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma}, \quad (128)$$

Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича эса:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right], \quad (129)$$

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

мустваҳкамлик бўйича: 
$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\sigma}, \quad (130)$$

деформация бўйича: 
$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f], \quad (131)$$

бу ерда:  $M_x$  қМ ·  $\cos \alpha$ ;  $M_y$  қМ ·  $\sin \alpha$ ;  $M$  қ $q_1 \cdot l^2 / 8$ ;  
 $M$ - тўғри эгилишдаги эгувчи момент;  $M_x$ ,  $M_y$  - эгувчи моментнинг  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари;  $\alpha$  - қиялик бурчаги.

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_2 \cos \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_x}, \quad (132); \quad f_y = \frac{5}{384} \frac{q_2 \sin \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_y}, \quad (133);$$

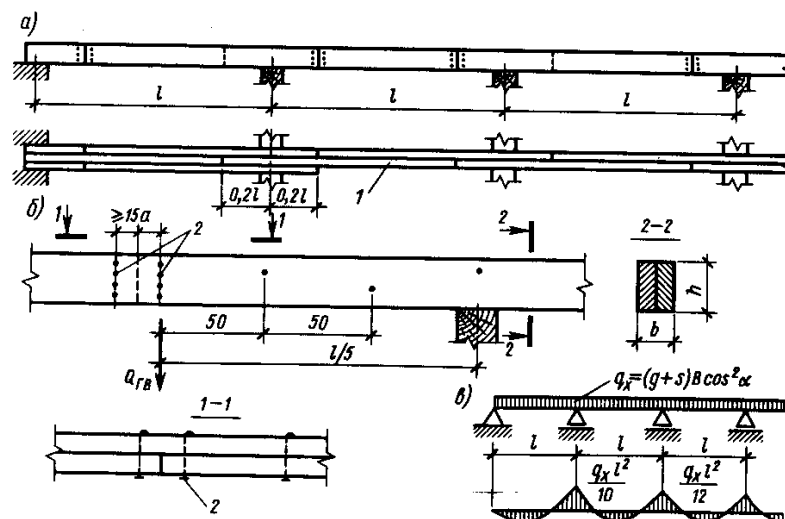
$$q_2(gKS) \cdot B \cdot \cos \alpha$$

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}; J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}; W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}; W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}; \quad (134).$$

$M_x, M_y, W_x, W_y, J_x, J_y, f_x, f_y$  - эгувчи моменти, қаршилик моменти, инерция моменти, эгилишларнинг х ва у ўқлари бўйича ташкил этувчилари;  $b$  - кесим эни;  $h$  - кесим баландлиги;  $\alpha$  - қиялик бурчаги  $q_1$  - ҳисобий юклама;  $q_2$  - меъёрий юклама;  $q_1 \leq q_2 \cdot \gamma$ , бу ерда:  $\gamma$  - ишончлилик коэффициенти;  $\gamma \leq 1,1 \div 1,3$  - доимий юкламалар учун;  $\gamma \leq 1,4 \div 1,6$  - вақтинчалик юкламалар учун олинади.

Яхлит кесимли тўсинларни узунлиги кичкина  $b$  м гача бўлганлиги учун асосан қирқимли - узлукли тўсин сифатида ишлатилади.

Амалиётда эса кўпроқ узлуксиз тўсинлар ишлатилади. Улар иқтисодий жиҳатдан арзон тушади. Ёғоч михли сарровлар шулар тоифасига киради (24-расм).



24 - расм. Ёғоч-михли том ёпма тўсинлар: а - умумий кўриниш; б - чоклар; в - ҳисобий схема; 1 - тахталар; 2 - михлар.

Мустақамликка нормал кучланишлар бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{ЭГ}}, \quad (135)$$

бу ерда:  $M$  қ  $M_{\text{max}}$  қ  $(q_x \cdot l^2) / 8$  га тенг.

$$\text{Деформация бўйича эса: } \frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_M l^4}{EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} \quad (136)$$

бу ерда:  $q_x, q_M$  - ҳисобий ва меъёрий ташқи юкламалар;  $M$  - эгувчи момент;  $W$  - кўндаланг кесимнинг қаршилик 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 ораликларда самарали ҳисобланади.

Консол тўсинларда икки хил улаш натижасида тенг моментли, ёки тенг солқили ечимларни олиш мумкин бўлади. Тенг моментли тўсин - сарров чоки таянчдан  $0,15l$  масофада жойлаштирилади. Бунда эгувчи момент таянч ва ораликларда  $M = ql^2/16$  га тенг бўлади.

Солқиликни эса қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\frac{f}{l} = \frac{2}{384} \frac{ql^4}{EJ}, \quad (137)$$

Тенг солқили сарровларда чок таянчдан  $0,21l$  масофада жойлаштирилади, ҳамда иккита чекка ораликлар  $0,79l$  га қисқартирилади. Бу ҳолда биринчи оралик таянчдаги моментнинг қиймати  $M = ql^2/12$  га тенг бўлади, нисбий солқиликлар барча ораликларда

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{384} \frac{q_M l^4}{EJ}, \quad (138) \quad \text{га тенг бўлади.}$$

#### 5.4. Елимланган ёғоч тўсинлар

Елимланган ёғоч тўсинлар - сувга чидамли синтетик елим билан тахталарни елимлаш орқали завод шароитида тайёрланади (25-расм). Хорижий мамлакатларда 30 метргача бўлган ораликларда ҳам елимланган ёғоч тўсинлар қўлланилган.

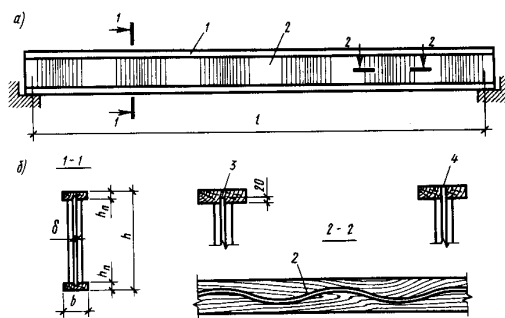
$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{эГ}}$$

25- 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 эни -  $(1/6) \cdot h$ , кўндаланг кесим баландлиги- $h \cdot (1/10 \div 1/15)l$  олинади ( $l$  - тўсин узунлиги). Елимланган ёғоч тўсинлар кўндаланг кесими қўштавр, рельссимон ҳам бўлиши мумкин.

Елимланган фанер тўсинлар - фанера девор, ёғоч белбоў ва қобирўалардан ташкил топади. Елимланган фанерли тўсинлар икки турга бўлинади: қобирўали ва тўлқинсимон деворли (26-расм).

Елимланган фанерли тўсинлар устиворлигини таъминлаш икки йўл билан амалга оширилади; деворларига қобирўалар қўйилади, ёки девори тўлқинсимон қилиб тайёрланади.



26- 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 кам қўлланилади.

### 5.5. Ёғоч устунлар

Ёғоч устунлар қуйидаги турларга бўлинади: яхлит ёғочли, таркибли, елимланган ёғочли ва панжарасимон.

**Яхлит ёғочли устунлар** - чорқирра ўўла, қалин тахта, ёки думалоқ ўўла, ёки кантланган кесимли бўлиши мумкин. Улар том ёпмаларда, айвонларда, ишчи майдонларда, платформаларда, ёғоч тўсиқ девор синч элементларида таркибли конструкцияларни вертикал қозиқларида, электр узатиш таянчларида ва алоқа конструкцияларида ишлатилади.

Яхлит ёғочли устунларнинг 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 чизиўи таянчлари учун буюртмага асосан келтирилади.

**Таркибли устунлар** - чорқирра ўўлаларни, ёки қалин тахталарни мих ва болт ёрдамида бириктириш натижасида ҳосил қилинади. Бу турдаги устунлар яхлит устуннинг юк кўтариш қобилияти камлик қилган ҳолатларда қўлланилади. Уларнинг эгилишга мойиллиги, яхлит устунларга нисбатан каттадир. Таркибли устуннинг эгилишга мойиллик коэффициенти-  $\lambda$  қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_{кел} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda_1^2} \quad , \quad (139)$$

бу ерда:  $\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_{III} / (l \cdot n_c)}$  - эгилувчанликни келтириш коэффициенти,  $K_c$  - бирикмани мойиллик коэффициенти,  $y$   $d/h_1$  нисбатга боўлиқдир ( $d$  - болт диаметри,  $h_1$  - чорқирра ўўла қалинлиги)

$$d/h_1 \leq 1/7 \rightarrow K_c \approx 0,2/d^2 \quad , \quad d/h_1 \geq 1/7 \rightarrow K_c \approx 1,5/h_1 d; \quad (140)$$

Михли бирикмаларда  $\rightarrow K_c$  қ 0,1  $d^2$ ;  $n_{ш}$  - силжиш чоклари сони; иккита чорқирра ўўладан тайёрланган устун учун  $n_{ш}$  қ 1 га тенг (*қирқимсиз*); қистирмали иккита чорқирра ўўладан тайёрланган устун учун  $n_{ш}$  қ 2 га тенг (*қирқимсиз*);  $l$  - устун узунлиги;  $n_c$  - боўловчилар сони (*болт, ёки мих*);

$\lambda_y$  қ  $l / i$  (*бу ерда  $i = \sqrt{I/A}$* ) - мойил боўловчиларсиз устуннинг эгилувчанлиги;  $\lambda_l$  - битти чорқирра ўўланинг эгилувчанлиги.

Устиворлик коэффиценти -  $\varphi_y$  қуйидаги формуладан аниқланади:

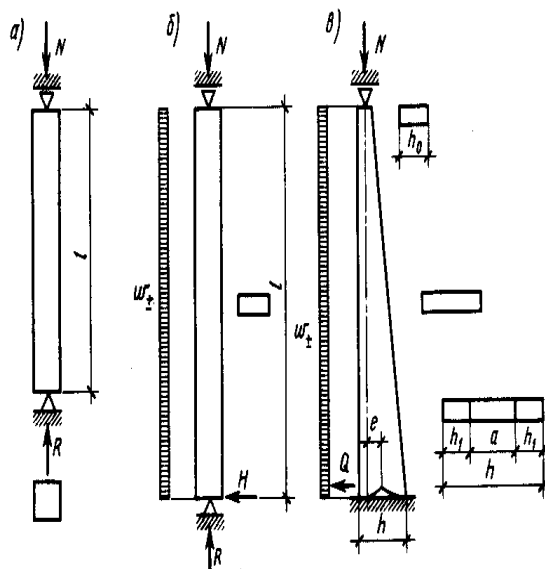
$$\varphi_y \text{ қ } 3000 / \lambda^2 \text{ ёки } \varphi_y \text{ қ } 1 - 0,8 (\lambda / 100)^2 ; [\lambda] \leq 120 , (141)$$

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

Бу турдаги устунларнинг кўндаланг кесимлари қуйидагича топилади:

$$h_{т.к} \text{ қ } l / (0,29 \cdot \lambda) , (142).$$

**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 (*27-расм*).



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

Уларнинг кўндаланг кесимлари *1 метрдан* ҳам катта бўлиши мумкин, узунлиги эса *10 метрдан* ошади. ўзгармас кўндаланг квадрат кесимли елимланган ёғоч устунлар бўйлама сиқувчи кучга ҳисобланади ва ишлатилади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_c \cdot m_\sigma \cdot m_{\text{қатлам}}, \quad (143)$$

бу ерда:  $m_\sigma$ - кўндаланг кесимнинг баландлиги қийматини ўзгариши ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

5-жадвал.  $m_\sigma$ - қийматлари

h, см	50 ва ундан кичик	60	70	80	100	120 ва ундан катта
$m_\sigma$	1	0,96	0,93	0,9	0,85	0,8

$m_{\text{қатлам}}$  - елимланадиган қатлам ёғочларнинг қалинлигини ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

6-жадвал.  $m_{\text{қатлам}}$  - қийматлари

S, мм	19	26	39	42
$m_{\text{қатлам}}$	1,1	1,05	1	0,95

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

Мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_D}{W} \leq R_c, \quad (144) \quad \text{бу ерда}$$

$$M_D = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot d^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad M = N \cdot f. \quad (145)$$

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

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_c, \quad (146)$$

Устун баландлиги бўйича ўзгарувчан тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли устунлар таянчга бикр, юқори уч қисми эса том ёппа конструкциясига шарнирли бириктирилади (28-расм).



28- 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 шarti бўйича, қуйи учи кўндаланг кесими ўлчамлари эса устуннинг рухсат этилган чегаравий эгилювчанлиги бўйича аниқланади. қуйи учининг ўрта қисмида учбурчаксимон керттиш 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:

$$M = N \cdot e + \frac{\omega_{\perp} \cdot l^2}{2} + H \cdot l, \quad (147)$$

бу ерда:  $e$  ( $(h-h_0)/2$ ) га тенг эксцентриситет;  $N$  - бўйлама вертикал куч;  $\omega_{\perp}$ -шамол таъсирида ҳосил бўладиган сурувчи куч;  $l$  -устун узунлиги ;  $H$ - таянчдаги ташқи кучлардан ҳосил бўладиган горизонтал таянч реакцияси (*таянчдаги максимал қирқувчи куч қиймати  $Q_{\perp} \omega_{\perp} l$ ;  $Q$  - қирқувчи куч;  $\omega_{\perp}$  - шамол босим кучи ;  $l$ - устун узунлиги*).

Бундай устунлар сиқилиш - эгилиш бўйича мустаҳкамликка текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\perp}}{W} \leq R_c, \quad (148)$$

Таянчдаги устун кесимининг инерция радиуси  $i = \sqrt{J/A}$  га тенг. Келтирилган таянчдаги инерция моменти-  $J = b(h^3 - a^3)/12$ . Бу ерда  $a$ -келтирилган уйиқ баландлиги. Кўндаланг кесимнинг ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент -  $K_{\text{жп}}$

$$K_{\text{жп}} = 0,07 + 0,93 h_0/h, \quad (149)$$

Устиворлик коэффициенти- $\varphi$

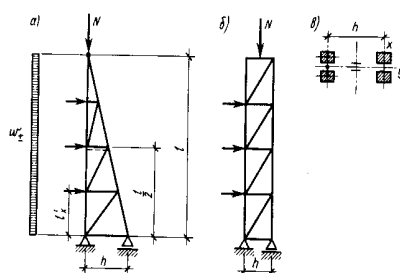
$$\varphi = \frac{3000 \cdot K_{\text{жп}}}{\lambda^2}, \quad (150) \text{ га тенг}$$

Устунни эгилишидаги деформацияни ҳисобга оладиган коэффициент- $\xi$  ни қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$M_D = \frac{M}{\xi}; \quad \text{бу ерда} \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot d^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad (151)$$

$A$ - 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 ишлатилади. Уларнинг баландлиги *10 метр* ва ундан юқори ҳам бўлиши мумкин. Тўўри бурчакли устун кўндаланг кесим юзаси баландлиги  $(1/6)l$  дан кичик бўлмаслиги керак (29-расм).

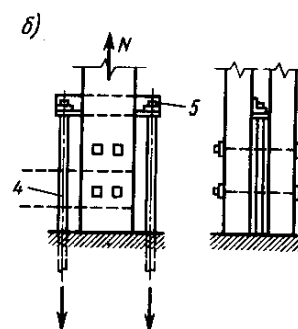


29-расм. Панжарасимон устунлар: а-учбурчакли; б-тўғри бурчакли; турлари.

в - кесим

Панжарасимон устун белбоўлари бир ёки, икки элементли бўлиши мумкин. Устун тугунлари болтли маҳкамланади. Панжарасимон устунлар вертикал ташқи юклама, горизонтал шамол босими, устуннинг хусусий оғирлигини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади.

30- расм Панжарасимон устун тугунлари: а - юқори қисми; б - таянч қисми; в - оралиқ қисми; 1 - камарлар; 2 - болтлар; 3 - пўлат тўсин; 4 - анкерлар; 5 - пўлат бурчак; 6 - панжара қозиклар; 7 - пўлат қоплама



Бу турдаги устунлар худди консол фермалар каби ишлайди. Устун стерженларидаги зўриқишларни назарий - курилиш механикаси услублари ёрдамида, ёки график - Максвелл - Крмон диаграммаси

ёрдамида аниқлаш мумкин. Зўриқишлар қийматларига қараб стержен кўндаланг кесим ўлчамлари аниқланади.

*30-расмда панжарасимон устуннинг характерли тугунлари кўрсатилган.*

Такрорлаш учун саволлар:

1. Нима учун конструкцияларни таркибли қилиб тайёрланади?
2. Мойил боўланишлардаги таркибий кесимли ёғоч конструкциялари кўндаланг ва бўйлама эгилишларга қандай ҳисобланади?
3. Боўловчилар 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

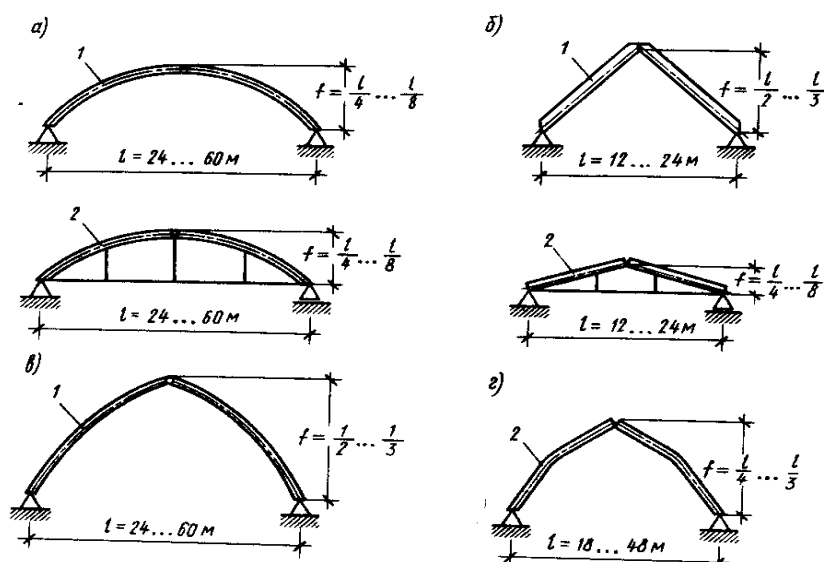
### Ёғоч аркалар

#### 6.1. Арка конструкциялари

Аркалар  $12 \frac{1}{4}$  60 м гача бўлган оралиқларда қўлланилади. Амалиётда 100 м гача ва ундан катта оралиқларда ҳам қўлланган ҳоллари маълум.

Статик схемаси бўйича аркаларни икки шарнирли ва уч шарнирли аркаларга бўлинади. Уларни таяниш схемасига қараб тортқичли ва тортқичсиз аркаларга бўлинади. Конструкциясига қараб улар яхлит, елимланган ва фермали аркаларга бўлинади. Арка ўқининг шакли бўйича эса сегментли, учбурчакли, кўрсаткичсимон аркаларга бўлинади.

**Елимёғочли аркалар** (31-расм). Бу турдаги аркалар тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли бўлади. Улар 12 м дан 60 м гача бўлган оралиқларда 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.



31- расм. Елимёғоч аркалар : а - сегментли; б - учбурчакли; в- кўрсаткичсимон; 1 - тортқичсиз; 2 - тортқичли.

Шунинг учун ҳам улар кичик ораликларда қўлланилади. Сегментли аркалар таянчга таянишига қараб икки турга бўлинади: тортқичли ва тортқичсиз. Улар  $12 \div 24$  метргача бўлган ораликларда муваффақиятли қўлланилади. Аркаларнинг 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. Сениқ чизиқ ўқли аркалар ҳам худди кўрсаткичсимон аркаларга ўхшайди, фақат унинг конструкцияси тўғри чизиқли қисмлардан иборат ва унга тўшама, ҳамда сарровларни ўрнатиш қулайлиги мавжуд.

Учбурчакли елимланган аркалар  $12 \div 24$  метргача бўлган ораликларда қўлланилади.

Баландлиги  $f = \frac{l}{2} \div \frac{l}{3}$  - тортқичсиз аркаларда,  $f = \frac{l}{4} \div \frac{l}{8}$  - тортқичли аркаларда бўлади.

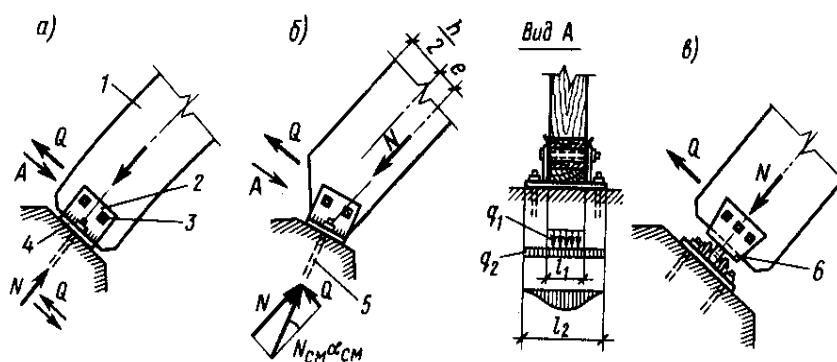
Уларни қўлланишининг афзаллиги, том ёпмада текис нишабли том ҳосил бўлишидадир. Лекин учбурчакли аркалар кўндаланг кесимида ташки юклардан катта микдордаги эгувчи момент ҳосил бўлади, шунинг учун бу тоифадаги аркалар кичик ораликларда қўлланилади.

Бутун ёғоч элементли аркалар сегментли ва учбурчакли бўлиши мумкин. Улар  $12$  м гача

бўлган ораликларда қўлланилади. Баландлиги эса  $f = \frac{l}{6} \div \frac{l}{2}$  бўлиши мумкин. Бу турдаги

аркалар, томи икки нишабли вақтинчалик биноларда қўлланилади.

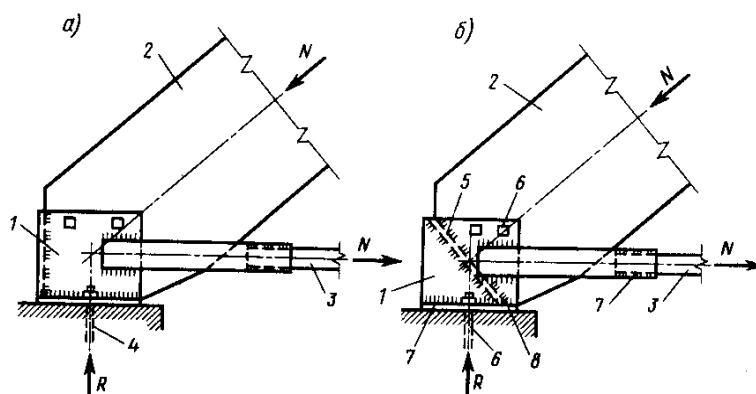
Ёғоч аркаларни тугун бирикмалари таянчдан ва уч тугунлардан ташкил топади. Тортқичсиз елимланган ёғоч аркаларни таянч тугунлари кўпинча пайвандланган пўлат таглик ёрдамида бажарилади (32-расм). Кичик ва катта ораликларда қўлланиладиган аркаларнинг таянч вараўида анкер болтлари учун тешиklar ва икита вертикал вараўда ярим аркани таянч қисмини маҳкамлаш учун тешиklar ҳам бўлади. Вертикал вараўлар 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.



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

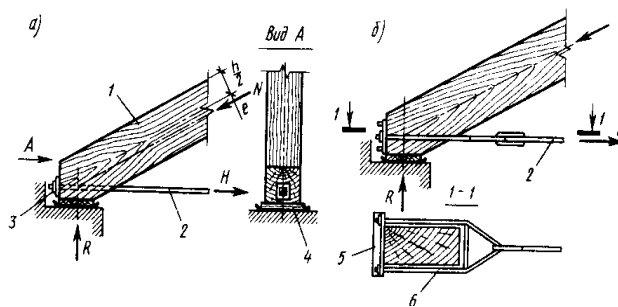
Тортқичли елимланган ёғоч арка таянч тугуни ҳам пўлат таглик ёрдамида бажарилади. Бунда арка горизонтал пойдевор текислигига маҳкамланади (33-расм).

Уч шарнирли елимланган аркаларни уч қисмларини пўлат ёки ёғоч қопламалар ёрдамида болтли бирикма ёрдамида шарнирли қилиб маҳкамланади.



33-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 вараўи.

Яхлит брус ёки доирасимон кўндаланг кесимли аркаларни таянч тугуни уйик бирикма ёрдамида бажарилади. Агар арка тортқичли бўлса, унинг таянч тугуни соддарок кўринишда бўлади (34-расм).



34- 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 - балдоқ.

## 6.2. Ёғоч аркаларни ҳисоблаш

Аркани статик ҳисоблаш учун унинг барча ўлчамларини аниқланади, яъни биринчи геометрик ҳисоблаш ишлари бажарилади. Арка симметрик конструкция бўлганлиги учун, унинг асосий ўлчамлари:

$l$ - оралиғи;  $f$  - арка баландлиги. Кўрсатқичсимон аркаларда эса, яна ярим арканинг эгрилик радиуси -  $r$  олдиндан аниқланади.

Учбурчакли аркаларда  $\alpha$ -қиялик бурчаги,  $S$ - ярим арка ёйининг узунлиги ва  $n$ -та кесимнинг координаталари қуйидагича аниқланади.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad S = \frac{f}{\sin \alpha}; \quad x = \frac{l}{2n-2}; \quad \text{уқх} \operatorname{tg} \alpha, \quad (152).$$

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

$$r = (l^2 + 4f^2)/(8f), \quad (153); \quad \sin \alpha = \frac{l}{2r}, \quad (154); \quad S = r \cdot \varphi_p, \quad (155);$$

$$x = l/(2n-2), \quad (156); \quad y = \sqrt{r^2 - (l/2 - x)^2} - r \cdot x \cdot f, \quad (157); \quad \sin \alpha_n = (l/2 - x)/r, \quad (158).$$

Кўрсатқичсимон аркаларда қуйидаги ўлчамлар аниқланади:

$\alpha$  - ватарнинг қиялик бурчаги;  $S$  - ўқ узунлиги;  $\varphi$  - ўқнинг марказий бурчаги;  $\varphi_0$  - биринчи радиус чизигининг қиялик бурчаги;  $b$  ва  $c$  - марказий координаталар;  $z$  - ватар бўйича

координаталар;  $\alpha_n$ - уринма ўққа нисбатан қиялик бурчаги;  $e$  - ўрта радиусдан ўнг таянч марказигача бўлган масофа.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad l_x = f / \sin \alpha; \quad \sin \varphi / 2 = l_x / (2l); \quad S_{\kappa} r \cdot \varphi_0; \quad (159)$$

$$\varphi_0 \approx 90 - \alpha - \varphi / 2; \quad b_{\kappa} r \cdot \sin \varphi_0; \quad c_{\kappa} r \cdot \cos \varphi_0; \quad y = \sqrt{r^2 - (c - x)^2} - b; \quad (160) \quad z = \sqrt{x^2 + y^2};$$

$$\sin \alpha_n \kappa (c - x) / r; \quad e \kappa l \cdot \cos \alpha - l_x / 2. \quad (161)$$

35- расм. Ярим арканинг геометрик схемалари.

Аркани ҳисоблаш тартиби:

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

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

$$\text{тенг: } R = \frac{ql}{2}; \text{ ва } H = \frac{ql^2}{8f};$$

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

$$M_x = R \cdot x - H \cdot y - \frac{qx^2}{2}; N_x = (R - qx) \sin \alpha + H \cos \alpha; Q_x = (R - qx) \cos \alpha - H \sin \alpha; (162).$$

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 белбоўи эгилиш билан сиқилиш ва ёрилишга, қуйи белбоўи эса чўзилишга ишлайди. Юқори белбоўини кўндаланг кесимнинг ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$W_{Т.К.} = \frac{M}{0.8R_{\text{э}}}; \quad h_{Т.К.} = \sqrt{6 \cdot W_{Т.К.}/b}, \quad (163)$$

бу ерда:  $W_{Т.К.}$ ,  $h_{Т.К.}$ - талаб қилинадиган арка кўндаланг кесимнинг қаршилик моменти ва баландлиги;  $M$ - максимал эгувчи момент;  $b$  - кўндаланг кесимнинг кенглиги;

$R_{\text{э}}$ - ёғочнинг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги;  $0,8$ - эгилишга бўйлама кучни таъсирини ҳисобга оладиган коэффициент.

ҳисоблашларда арка кўндаланг кесимнинг кенглиги -  $b$  га олдиндан қиймат берилади ва кейин  $h_{Т.К.}$  ни қийматини аниқланади.

Арка кесимлари мустаҳкамлигини нормал кучланишлар бўйича текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_D}{W} \leq R_c, \quad (164) \quad \text{бу ерда: } M_D = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \rho^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}; \quad (165)$$

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

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

Сегментли аркаларни ҳисоблашда  $l_0 \leq 0,58 \cdot 2 \cdot S \leq 1,16 \cdot S$  олинади. Учбурчакли ва кўрсаткичсимон аркаларни ҳисоблашда  $l_0 \leq S$  (бу ерда  $S$ -ярим арка узунлиги) олинади.

Бундан ташқари арканинг юқори белбоўи устиворлик-ка 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 қўндаланг кесим ўлчамлари қайси формулалар ёрдамида аниқланади?

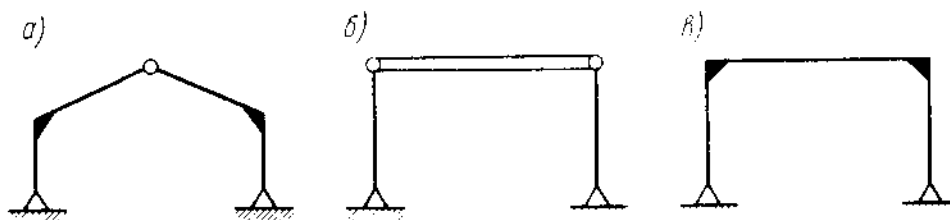
## 7-БОБ

### 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 сарровлари том ёпма ва девор конструкциялари учун асос бўлиб хизмат қилади. Аммо 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 икки турга бўлинади (*36-расм*): статик аниқ ва статик ноаниқ рамалар. Уларнинг афзаллиги шундаки, рама кесимларидаги зўриқишлар пойдеворни чўкишига боўлиқ эмас ва уларнинг тугун ечимлари соддароқ ечилган. Камчилиги тугунларида катта зўриқишлар ҳосил бўлишидадир.



36-расм. Ёғоч рамаларни статик схемалари: а-уч шарнирли; б-икки шарнирли, шарнирли таянган; в-икки шарнирли бикр маҳкамланган.

Икки шарнирли бикр таянч тугунли схема бир марта статик ноаниқ ҳисобланади. Бу схеманинг афзаллиги, рама сарровининг устуни билан

бирикиши жойида эгувчи моментнинг қиймати нолга тенг бўлади. Камчилиги фермада 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 (37-расм):

37-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.

Бу рамаларнинг елимланган ёғоч кесимлари кенглиги доимий, кесим баландлиги эса ўзгарувчан бўлади.

Эгри елимланган уч шарнирли рамалар, иккита Г-симон шаклдаги бешбурчакли ярим рамалардан ташкил топган. Рама кўндаланг кесими энининг ўлчами ўзгармас, кесим баландлиги эса ўзгарувчандир. Бу раманинг афзаллиги, йирик ярим рамалардан ташкил топган рамаларни йиўишнинг осонлиги ва йиўиш вақтини камлигидадир; 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 қилишига олиб келади).

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

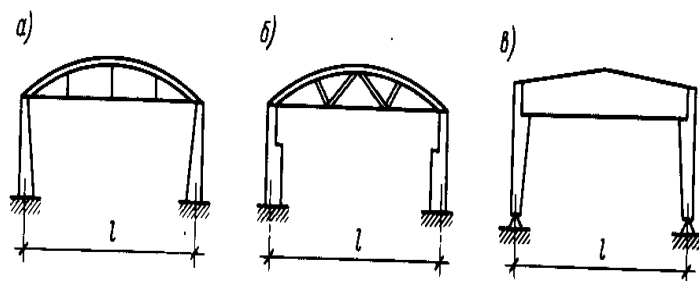
Тўғри чизикли рама - устун ва сарровлардан ташкил топади. Битта рама Г-симон иккита ярим рамадан иборат. Рамадаги энг катта эгувчи момент, раманинг ўстирма тугунида ҳосил бўлади. Бу раманинг саррови тўғри чизикли текис бўлганлиги учун тўсин ва тўшамаларни

ўрнатиш, ҳамда томда нишабликни қилиш осон бўлади. ўстирмани тишли чок жойида максимал эгувчи момент ҳосил бўлади.

Елимланган уч шарнирли тўрт ҳавонли рама - иккита устундан, иккита ўзгарувчан кесимли ярим сарровлардан ва ўзгармас кесимли тўртта ҳовонлардан ташкил топади. Ҳовонлар сарровларга қушимча 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 (38-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 юқори бўлади. Горизонтал сарровни устунга маҳкамлаш жуда ҳам енгил бажарилади.



38- 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. Бу 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 боскичдан иборат:

1- геометрик ҳисоблаш; 2 - статик ҳисоблаш.

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 асбестоцементли бўлса том қиялиғи  $i \geq 25\%$  олинади, рубероидли том ёпмаларда эса  $i \leq 25\%$  олинади.

Эгри чизикли рамаларни ўстирма қисмидаги эгри чизикли ёй қисмини эгрилик радиусини рухсат этилган энг кичик қийматидан келиб чиққан холда олиншига тавсия берилади:

$$r \geq 150 \cdot S$$

бу ерда:  $r$ -эгрилик радиуси,  $S$ - елимланган битта тахтанинг қалинлиғи.

Рамани статик ҳисоблашда қуйидаги тартибга риоя қилинади:

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

Талаб қилинадиган кўндаланг кесимнинг баландликлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$h_{т.к.} = \frac{1,5 \cdot Q}{b \cdot R_{\text{эп}}}; \quad W_{т.к.} = \frac{M}{0,8 \cdot R}; \quad h_{т.к.} = \sqrt{6 \cdot W/b}, \quad (166).$$

Такрорлаш учун саволлар:

1. Рамаларнинг қайси турлари курилишда 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 ўз ўрнини топгандир. Улар 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 шифтларнинг ва енгил ишлаб - чиқариш жихозларини уларга осиш мумкин. Фермаларда метал ва ёғоч материалларидан самарали фойдаланилади. Фермани чўзулувчи стерженлари ёғочдан тайёрланади.

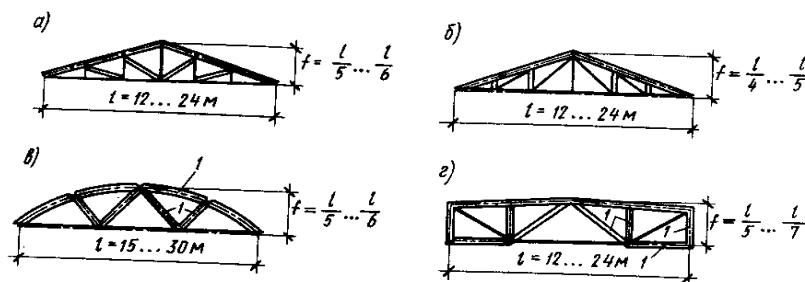
Фермаларнинг энг асосий камчилиги, улардаги тугунларнинг кўплигидир. Шунинг учун уларни тайёрлаш ва йиғиш мураккабдир. Ферма стерженли система бўлгани учун унинг умумий баландлиги каттадир. Бу ўз ўрнида иншоотнинг умумий баландлигига таъсир кўрсатади.

Фермалар иккита асосий синфларга бўлинади:

1. Елимланган ёғоч фермалар.
2. Бутун ёғочли фермалар.

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

Фермалар геометрик схемалари бўйича сегментсимон, кўпбурчаксимон, трапециясимон ва учбурчаксимон турларга бўлинади (39-расм).



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

Фермалар тайёрланиши бўйича ҳам икки турга бўлинади:

1. Завод шароитида тайёрланадиган фермалар (*елимланган ёғочли фермалар*).
2. Қурилиш майдонини ўзида тайёрланадиган фермалар (*бутун ёғочли фермалар*).

Фермалар, стерженлар материаллари турлари қараб қуйидаги турларда бўлиши мумкин: бутунёғочли, металлёғочли, елимланган ёғочли.

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

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

Учбурчакли, ҳавонлари юқорига йўналган елимланган ёғочли фермалар ҳам учбурчакли, ҳавонлари пастга йўналган фермалар сингари юқори белбоў ва қуйи белбоўларга эгадирлар. Бу фермаларнинг ҳавонлари чўзилишга ишлайди ва ҳавонлар пўлат арматура стерженларидан тайёрланади, устун стерженлари эса сиқилишга ишлайди ва устунлар ёғочдан кенглиги юқори белбоў кенглиги билан тенг қилиб тайёрланади. Бу фермаларнинг ҳавонлари металл бўлганлиги учун, уларнинг тугунларда маҳкамланиши масаласи бироз мураккаброкдир. Ундан ташқари ҳавонлар ферма хусусий оғирлиги натижасида сезиларли эгилиш олиши мумкин.

Сегментли елимланган ёғоч фермалар ўрама материалли том ёпмалар учун мўлжалланган. Улар асосан учбурчак панжара схемали бўлади. Юқори белбоўи стерженлари сони тўртта ёки, учта бир хил узунликда бўлади. қуйи белбоўи иккита пўлат бурчакликдан ташкил топган.

Панжара ҳавонларида унча катта бўлмаган зўриқишлар ҳосил бўлиб, улар ёғочдан тайёрланади.

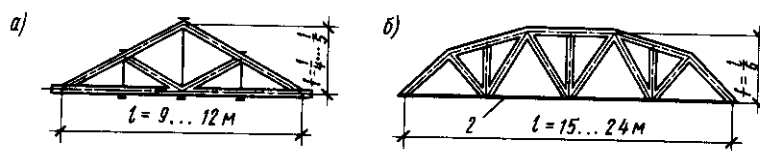
Агар осилиб турувчи шифт қилинадиган бўлса, бу турдаги фермаларда ҳам устун пўлат арматура стерженларидан тайёрланади ва улар чўзилишга ишлайди. Юқори белбоўини эгилиши ҳисобига унинг кесимларида тугун оралиғидаги юкламалардан унча катта бўлмаган ўзгарувчан ишорали эғувчи моментлар ва ҳисобий кесимларда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

Бешбурчакли елимланган ёғоч фермаларнинг юқори белбоўи кичик қияликка эга бўлади. У ўрама том ёпмаларни асоси бўлиб ва уч ораликли том ёпмаларни ўрта оралиғи учун хизмат қилади, ҳамда ферма устуни билан учбурчак панжара схемали кўринишда бўлади. Юқори белбоўи тўртта елимланган ёғочли тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли стерженлардан иборат бўлиб, улар тугунларда ўз ўқларига нисбатан эксцентриситет билан бириктирилади. Катта чўзилиш зўриқишлари таъсиридаги белбоўининг ўрта панеллари ва ўрта ҳавонларида ўзгарувчан ишорали зўриқишлар ҳосил бўлади, ҳамда уларни елимланган ёғочдан тайёрланади. Бундай фермаларнинг қўлланиши иқтисодий жihatдан самарасиздир.

Бутун ёғочли фермаларнинг юқори белбоўи ёғочдан, қуйи белбоўи 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 белбоўи ёғоч, қуйи белбоўи ёғоч ёки пўлат, устунлари эса пўлат стерженлардан иборат бўлади. Бу турдаги фермалар соддалиги билан ажралиб туради. Улар *12 метргача* бўлган ораликларда муваффақиятли қўлланилади (*40а-расм*).

Кўпбурчакли тўрт қиррали ёғоч стерженли фермалар учбурчак панжара схемали, қуйи белбоўи пўлат стерженлардан, қолган стерженлари эса ёғоч стерженлардан ташкил топган бўлади. Бу турдаги фермалар ҳавон ва устунларида кичик қийматли зўриқишларни ҳосил бўлиши, уларни ёғочдан тайёрланишига имконият яратади. Ферма юқори белбоўи қиялик даражасининг кичиклиги, ўрама том ёпмаларда муваффақиятли асос бўлиб хизмат қилишига имконият яратади (*40б - расм*).



40 - расм. Тўрт қирра ўўлалли фермалар: *a* - учбурчакли кам ораликли; *b* - кўпбурчакли

Ёғоч ферма конструкцияларининг тугунлари турли хилдир. Улар конструкциянинг асосий қисми ҳисобланади. Тугун бирикмаларининг турлари ферма панжара схемаларига узвий боўлиқдир. Ёғоч элементлари бирикмалари ичида энг ишончлиси пеш таянчдир. Аммо лекин бу турдаги бирикма чўзилиш зўриқишини қабул қила олмайди.

Болтли бирикмалар сиқилиш ва чўзилиш зўриқишларини қабул қила олади. Улар асосан ферма стерженларини бириктиришда қўлланилади.

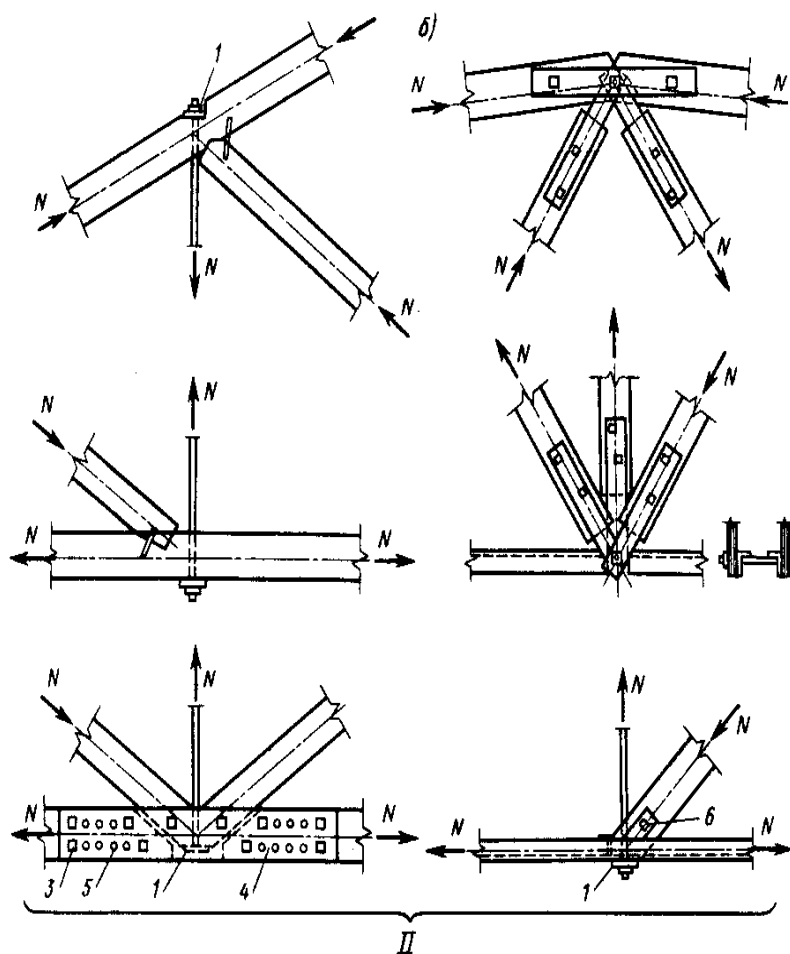
Елимланган ёғочли ва бутун ёғочли ферма тугун конструкциялари ўзларининг алоҳида хусусиятларига эгадирлар.

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 боўлиқдир. Зўриқишларнинг қийматларига қараб боўловчиларни тури ва ўлчамлари аниқланади.

Учбурчакли тўрт қирра ёғочли фермаларнинг тугунлари куйидагича бўлади. Таянч тугуни ўйиқ бирикма кўринишида қилинади. куйи белбоўининг таянч қисмида учбурчаксимон уя очилади ва бу уяга юқори белбоўи стерженини зич қилиб болтли маҳкамланади. ўйиқ чуқурлиги  $1/3 \cdot h_{күйи}$  дан катта бўлмаслиги керак.  $l_{ёрилиши}$  - ёрилиш узунлиги эса  $1,5 \cdot h_{күйи}$  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 куйи белбоў 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 (*41 - расм*).





41-расм. Тўрт қирра кўпбурчакли ферманинг оралиқ тугунлари.

## 8.2. Фермаларни ҳисоблаш

Фермага доимий ва вақтинчалик ҳисобий юклар таъсир қилади. Доимий юклар - том ёпма элементлари хусусий оғирликлари, ферманинг хусусий оғирлиги. Вақтинчалик юклар - қор юклар ҳисобланади. Шамол юклар қўшимча ҳисоблашларда эътиборга олинмайди, чунки бу юклар ферма стерженларидаги зўриқишларни камайтиради. Доимий ва вақтинчалик юклар ферма оралиғи бўйича тенг текис тарқалган ҳолатда бўлади. Сегментли фермаларни ҳисоблашда текис тарқалган вақтинчалик қор юклар таъсирлари эътиборга олинади. Агар осма жиҳозлар, ёки шифт бўлса, ферманинг қуйи белбоғи тугунларига улардан тушадиган юклар йиғиб қўйилади ва ҳисобланади. Фермаларни геометрик ва статик ҳисобланади. Фермалардаги стерженларни, зўриқишларни турларига қараб махсус бириктирилади.

Фермани геометрик ҳисоблашда ферма стерженлари узунликлари, қиялиги, эгрилик радиуслари аниқланади.

Фермани статик ҳисоблашда барча ҳисобий юкламалардан ферма стерженларида ҳосил бўладиган ички зўриқишлар аниқланади.

Ферма стерженларидаги бўйлама  $N$  - кучлар икки йўл билан аниқланади:

- а) назарий - қурилиш механикаси услублари билан;
- б) график - Максвелл - Крмон диаграммасини қуриш йўли билан.

Стерженларни кўндаланг кесими, эгилувчанликни ҳисобга олган ҳолда аниқланади: юқори белбоў стерженлари учун  $\lambda$  қ 120; сиқилувчи панжара стерженлари учун  $\lambda$  қ 150; қуйи белбоў чўзилувчи стерженлари учун  $\lambda$  қ 400 га тенгдир. Бунда стержен узунлиги сифатида тугунлар орасидаги масофа олинади. Юқори белбоўни кўндаланг кесимини ички зўриқишлар  $M$ -эгувчи момент ва  $N$  - бўйлама куч қийматларидан фойдаланиб аниқлаш ҳам мумкин.

$$A_{T.K} = \frac{0,7 \cdot N}{R_c}, \quad (167) \quad h_{T.K} = \frac{A}{b}, \quad (168)$$

$$W_{T.K} = \frac{M}{0,8 \cdot R_{\text{э}}}, \quad (169) \quad h_{T.K} = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}}, \quad (170)$$

бу ерда:  $A_{T.K}$ ,  $W_{T.K}$ ,  $h_{T.K}$  - талаб қилинадиган кўндаланг кесим юзаси, қаршилик моменти, кўндаланг кесим баландлиги;  $M$  - эгувчи момент,  $R_c$ ,  $R_{\text{э}}$  - сиқилишдаги, эгилишдаги ҳисобий қаршиликлар;  $b$  - кўндаланг кесимнинг эни.

Амалиётда  $9 \div 36$  м гача бўлган фермалар қўлланилган. Фермаларни ҳисоблашда, уларнинг хусусий оғирлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$g_{x.o}^{\phi} = \frac{q^M + P^M}{(1000/K_{x.o} l) - 1}, \quad (171)$$

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

Фермалар индустриал конструкция ҳисобланади. Уларда елимланган ёғоч ишлатилиши - ўтга чидамликни оширади.

Агар елимланган ёғочни ишлатиш имконияти бўлмаса, тўрт қирра ёғоч қўринишидаги 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.

Умуман олганда тармоқли конструкциялар икки хил бўлади:

- а) фермалар;
- б) аркалар ва рамалар.

Фермалар ўзларининг геометрик схемалари бўйича сегментли, кўпбурчакли, трапеция ва учбурчак кўринишларида бўлишини юқорида кўрсатиб ўтилган эди.

**Учбурчакли фермалар.** Том ёпмаларида катта қиялик талаб қилинганда ва асосан кичик ораликларда ишлатилади. Буларда  $h/l$  ёғоч ферма бўлса -  $1/5$ , остки камари металл бўлса -  $1/6$ , ва остки камари металл, юқори камари елимланган ёғоч бўлса -  $1/7$  гача олинади. Том қиялиги эса  $1:2,5$  дан,  $1:4$  гача ораликларда олинади.

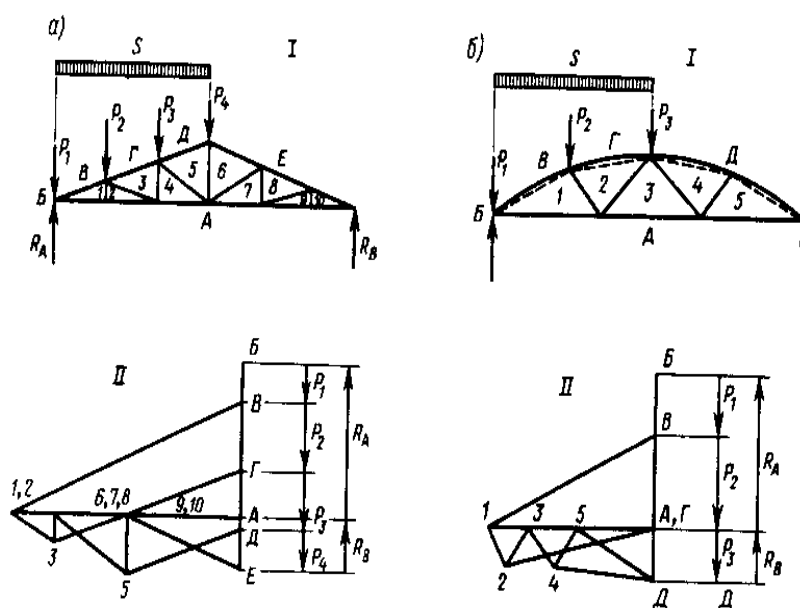
**Учбурчакли фермаларни ҳисоблаш (42а - расм)** . ҳисобий зўриқишлар одатдаги йўллар билан ҳисобланади. Фарқ қиладиган томони шундаки, агар вақтинчалик юк билан фермани ярми юкланса, ферманинг иккинчи ярмидаги хавондаги зўриқиш нолга тенг бўлиб қолади. Шунинг учун вақтинчалик юкламадан ҳосил бўлган ҳисобий зўриқишлар, оралик бўйича тенг тарқалган деб қараб ҳисобланади.

Ферманинг юқори камари, сиқилиб - эгилувчи элемент сифатида ҳисобланади. Бўйлама куч бунда,  $e$  - эксцентриситет билан таъсир этади.

Агар юқори белбоўи қирқимли бўлса,

$$M_{\kappa} M_o - N \cdot l, \quad (172)$$

бу ерда:  $M_o$  - панель ўртасидаги максимал моментнинг қиймати;  
 $N \cdot l$  - карама-қарши момент.



42- расм. Ферма стерженларидаги зўриқиш ва юкламалар: *a* - учбурчакли; *б* - сегментли; *I* - схемалар ва юкламалар; *II* - Максвелл - Крмон зўриқиш диаграммалари.

Ферма юқори камари қирқимсиз бўлса, кўпбурчакли ферма ҳисобидаги ҳисоблашлар қайтарилади (*бир хил бўлгани учун*).

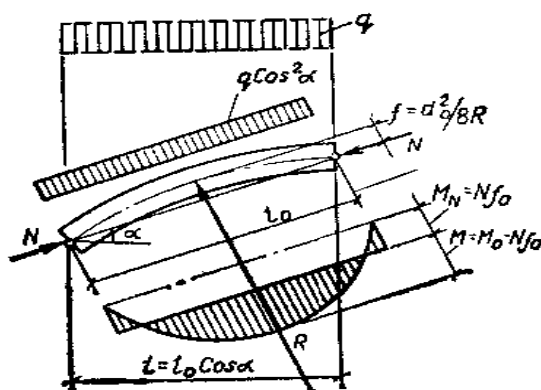
Остки металл белбоў эса чўзилишга кучсизланган кесимларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Ферма ҳавонларини - сиқилишга ишлаганини бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлаганини эса чўзилишга текширилади.

**Сегментли фермаларни ҳисоблаш** (*42б - расм*). ҳозирги вақтда қурилишда *36 метргача* бўлган оралиқларда елимланган сегментли фермалар ишлатилмоқда. Агар остки камари (*белбоўи*) ёғоч бўлса  $h/l \geq 1/6$  дан кам бўлмаслиги, металл бўлса  $h/l \geq 1/7$  дан кам бўлмаслиги керак.

Сегментли ферманинг юқори белбоўи қирқимсиз қилиб тайёрланади (*елимланган ёғочли*). Айрим ҳолдагина қирқимли - ярим блокли қилиб тайёрланади.

Ферманинг юқори камари сиқилиб - эгилишга ишлагани учун, унинг кўндаланг кесими қўйидагича текширилади.

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_\partial}{W} \leq R_c, \quad (173) \quad \text{бу ерда: } M_\partial \text{ қ } M / \xi$$



43-расм. Юқори белбоўи қирқимли елимланган сегментли фермаларнинг ҳисобий схемаси

Максимал моментнинг қиймати:  $M_0 = q \cdot l^2 / 8, \quad (174)$

ҳисобий моментнинг қиймати қуйидагига тенгдир:

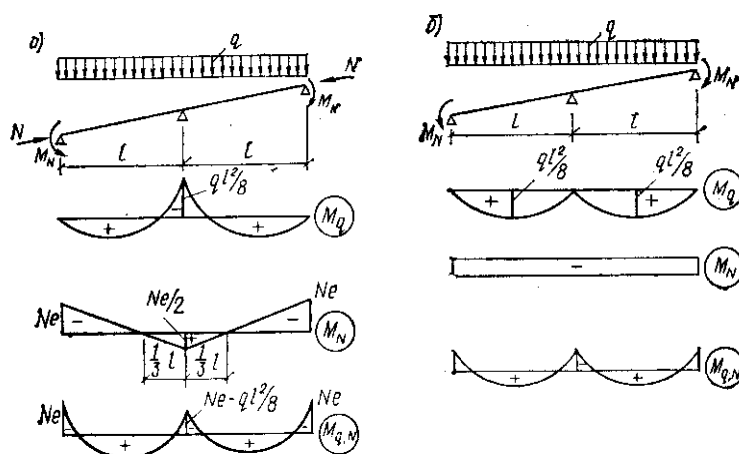
$$M = M_0 + M_\partial, \quad (175)$$

Агар юқори камари қирқимли бўлса ва тенг текис тарқалган юк таъсир этаётган бўлса, умумий момент қуйидагига тенг бўлади (43 - расм).

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f, \quad (176)$$

**Кўпбурчакли фермаларни ҳисоблаш (полигонал).** Бу турдаги фермалар металл ёғочли йиўма, заводда тайёрланадиган конструкциялар қаторига киради. Ферманинг юқори камари айланага ташқи, ёки ички чизилган кўпбурчакдан иборат. Унинг баландлигини, оралиғига нисбатан  $1/6$  ч  $1/7$  деб қабул қилинади. Остки камари металлдан (*пўлат*), панжараси учбурчакли - устунли қилиб тайёрланади. Бу фермаларда юқори панелининг узунлиги сегментли фермаларнинг юқори панелига нисбатан кичикроқ бўлади. Сабаби ёғоч брус ўлчамларининг чекланганлиги ҳисобланади.

Икки хил ҳолат бўйича ҳисоблаш ишлари бажарилади:



44-расм. Кўпбурчакли қиррали ёғоч ферманинг юқори белбоғи ҳисобига доир. қирқимсиз ; б) икки ораликли қирқимли .

а) икки ораликли

а) ўрта таянчда тенг тарқалган юкдан ҳосил бўлган момент (44а - расм):

$$M_q = -q \cdot l^2 / 8, \quad (177)$$

бу ерда:  $l$  - панел узунлигининг проекцияси.

Нормал куч -  $N$  четки таянчга  $e$  - эксцентриситет билан қўйилган.

$$M_N = N \cdot e, \quad (178)$$

ўртача таянчдаги моментнинг қиймати:

$$M_N = 0,5 \cdot N \cdot e, \quad (179)$$

чунки момент эпюраси, ўрта таянчдан  $1/3 \cdot e$  масофада, яъни фокус нуктасидан ўтади.

ўрта таянчдаги ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q + M_N = -q \cdot l^2 / 8 + 0,5 \cdot N \cdot e, \quad (180)$$

ҳисоблашларда асосий момент сифатида ўрта таянчдаги момент олинади.

Кўндаланг кесими куйидаги формула ёрдамида текширилади.

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{xuc}} + \frac{M_\delta}{W_{xuc}} \leq R_c, \quad M_\delta = \frac{M}{\xi}, \quad (181)$$

бу ерда:  $\xi$  - коэффициент юқори камарни эгилишга мойиллиги орқали аниқланади. Бунда  $l$  - сифатида панелнинг умумий узунлиги олинади, яъни мустаҳкамликка захира сифатида шундай қилинади.

б) икки ораликли қирқимлида оралик ўртасидаги моментнинг қиймати куйидагига тенг (44б - расм):

$$Mq = q \cdot l^2 / 8 ;$$

$l$  - панель узунлигининг проекцияси

$N$  - нормал кучдан ҳосил бўлган моментнинг қиймати:

$$M_\delta = N \cdot e$$

ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q - M_N = q \cdot l^2 / 8 - N \cdot e$$

Кўндаланг кесимини юқоридаги а) - пунктдаги сингари текширилади.

Остки камарининг кўндаланг кесими, чўзилишга - болт учун очилган тешикларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади.

хавонлар эса - сиқилишга ишлаётгани бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлаётгани - чўзилишга бўйича 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 ораликларда қўлланилади?
5. Фермаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда қандай юкламалар эътиборга олинади?.

## 9 - БОБ

### Фазовий конструкциялар

#### 9.1. Фазовий конструкциялар

Қуббаларнинг конструктив шакллари. Айланма - тўрсимон қуббалар. Йиўма конструкциялар. Фазовий конструкциялар - икки ва ундан ортиқ текисликлар бўйича таъсир этаётган ташқи кучларга қаршилик кўрсата оладиган конструкциялардир (45 - расм).

Улар кичик ораликларда  $3 \div 4$  метргача, ўрта ораликларда  $36$  метргача, катта ораликларда  $100$  метргача, кубба туридагиларда  $140$  метргача, гумбаз туридагиларда  $257$  метргача бўлган ораликларда қўлланилади.

Геометрик кўринишлари бўйича уларни қуйидаги турларга бўламиз:

- 1) призма кўринишидаги (*йиўмалар, қуббалар*);
- 2) цилиндр кўринишидаги;
- 3) эллипс кўринишидаги;
- 4) гипербола кўринишидаги.

Конструктив нуқтаи назардан уларни икки турга бўлиш мумкин: қуббалар ва гумбазлар.

Умумий конструктив бажариш бўйича юпка деворли, қобирўали, панжарали, кўндаланг кесими тури бўйича эса бир қатламли, икки қатламли ва уч қатламли турларга бўлинади.

Тайёрланадиган материалга қараб қуббалар қуйидаги турларга бўлинади: пластмассали, ёғочли, елимланган фанерли ва аралашган конструкцияли. Конструктив бажариш бўйича эса қуйидаги турларга бўлинади: текис сиртли, қобирўали, тўлқинсимон, йиғилган, тўрсимон, структурали, яхлит, икки қатламли ва уч қатламли.

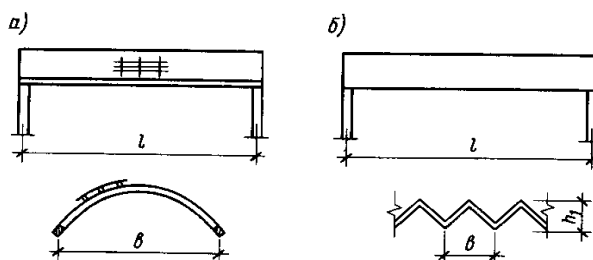
Горизонтал кучни узатиш бўйича ҳам уни қуйидаги турларга бўлиш мумкин: пойдеворга, мадад берувчи конструкцияга ва тортиб турувчи элементга.

Статик схемаси бўйича икки ва уч шарнирли турларга бўлинади.

Конструктив шакллар ичидан энг кўп тарқалгани гумбазлардир, иккинчи ўринда эса қуббалар туради.

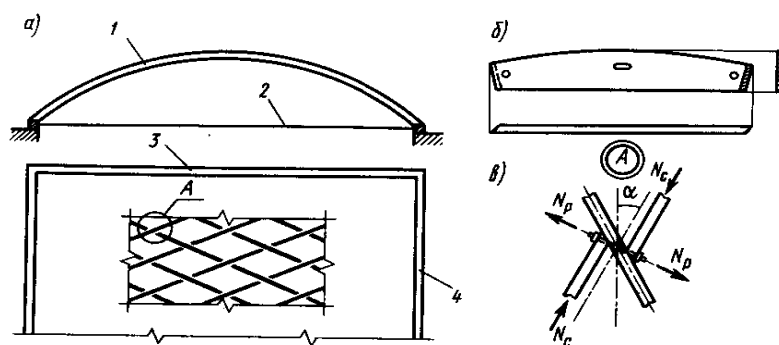
**Текис сиртли пластмассали қуббалар** (*яхлит, бир қатламли ва икки қатламли*) кичик  $4$  метргача бўлган ораликларда қўлланилади (*ёпиқ пиёдалар ўтиши жойларида, ёниш фонарларида*). Улар олдиндан зўриктирилган, ёруўлик ўтказадиган ва ўтказмайдиган қилиб тайёрланади. Асосий хом - ашё бу полиэфирли стеклопластикадир.

Фазовий конструкциялар қуйидаги асосий шаклларда кўпроқ учрайдилар: текис, цилиндрсимон - қуббасимон, сферасимон - гумбазсимон ва икки марта эгри сиртли.



45-расм. Ёғоч фазовий конструкцияларининг схемалари: а-кубба; б-ийўма.  
1-кубба; 2-торткич; 3- фронтон; 4-мауэрлат.

Кесишувчи тўсиндан ташкил топган панжара - ёғоч тўсинлардан тайёрланадиган фазовий конструкциядир. Бу тўсинлар тугунлари металл ёрдамида маҳкамланади. Бу тўсинли панжаранинг ҳисобий схемаси статик ноаниқ даражали бўлиб, у тугунлар сонига боўлиқдир. Бу конструкциянинг афзаллиги шундаки, ундаги тўсинларнинг кўндаланг кесимлари кичикдир. Аммо, лекин тугунлар ва улардаги боўланишларни мураккаблиги жуда юқоридир. Айланма-тўрли кубба (46 - расм) - панжара, алоҳида стерженлардан ташкил топган тўрдан иборат. Стерженлар бутун ёғочли, елимланган ёғочли, ёки елимланган фанера қути кесимли - доимий ёки ўзгарувчан, тўғри ёки эгри бўлиши мумкин. Бу стерженлар тугунларда болтли, ўйиқли, пўлат қопламалар ёрдамида бириктирилиши мумкин. кубба торткичли, ёки торткичсиз бўлиши мумкин. куббанинг чеккаси эгри шакли 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.



46-расм. Айланма-тўрсимон кубба: а-схемаси; б-элементи; в-тугуни;

**Айланма-тўрли кубба ҳисоби.** Айланма - тўрли кубба мураккаб фазовий стерженлар системасидан иборат бўлиб, уни катта аниқлик билан ҳисоблаш жуда қийин. Амалиётдаги ҳисоблашда яқинлашувчи усулдан фойдаланилади. Бу усулни қуйидагича тушунтириш мумкин.



Ёуббани ўкига перпендикуляр йўналишда, тўр қадами катталиги бўйича ҳисоблаш кенглиги 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 йиўндисига тенгдир, инерция моменти эса битта стержень инерция моментига тенг қилиб олинади (*шарнирсиз тугунли айланма елимланган фанерли турли қуббаларда арка инерция моменти икки стержен инерция моментига тенг қилиб олинади*).

Асосий стержендаги эгувчи моментнинг қиймати:

$$M_1 = M_{арка} / \sin \alpha, \quad (182)$$

бу ерда:  $M_a$ -аркадаги ҳисобий момент;

$\alpha$  - ҳосил килувчи ўқ билан асосий стержен орасидаги бурчак.

Тиралувчи стерженлардан буровчи момент ҳосил бўлади, лекин бу моментни том тўшамаси қабул қилади. Шунинг учун буровчи момент стерженлари ҳисоблашларда эътиборга олинмайди.

Елимланган фанерли шарнирсиз тугунли айланма - тўрли қуббаларда ҳар икки йўналишларда эгувчи моментни қабул қилинади:

$$M_1 = M_{арка} / 2 \sin \alpha$$

Фазовий конструкция бўлганлиги учун фронтонлар айланма-тўр эгилишини ва эгувчи моментни камайтиради, бикрлигини эса оширади. Бикр фронтонларни таъсири  $K_\phi$  - фронтон коэффиценти орқали ҳисоблашларда эътиборга олинади ва у  $B / S_{ёй}$  нисбатига боўлиқдир:

$B/S_{ёй}$	1 ва ундан кичик	1,5	2	2,5 ва ундан катта
$K_\phi$	2	1,4	1,1	1

бу ерда:  $B$  - бикр фронтонлар орасидаги масофа;

$S_{ёй}$  - қубба кўндаланг кесимининг ёй узунлиги.

Шундай қилиб ҳисобий эгувчи моментнинг қиймати:

$$M_{хис} = M_{арка} / \xi \cdot K_\phi \cdot \sin \alpha, \quad (183)$$

Елимфанерли шарнирсиз вариантда эса

$$M_{хис} = M_{арка} / \xi \cdot K_\phi \cdot 2 \cdot \sin \alpha, \quad (184)$$

Бўйлама куч иккала йўналишдаги стерженлар томонидан бир хилда қабул қилинади:

$$N_1 = N_{арка} / 2 \cdot \sin \alpha.$$

Стерженлардаги кучланиш қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\frac{N_a}{2 \cdot A_c \cdot \sin \alpha} + \frac{M_a}{\xi \cdot K_\phi \cdot W_c \cdot \sin \alpha} \leq R_c, \quad (185)$$

бу ерда:  $A_c, W_c$  - стерженнинг соф кўндаланг кесим юзаси ва қаршилиқ momenti;

$\alpha$  - стержен бўйлама ўқи билан ҳосил қилувчи ўқ орасидаги бурчак;

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N_a}{3000 \cdot 2 \cdot A_{ym} \cdot R_c \cdot \sin \alpha}, \quad (186)$$

$\lambda$  - куббани эгилувчанлиги ва болтли маҳкамланган тугунли айланма-тўрли куббаларда

қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / 2A_{ym}}} \approx \frac{3l_0}{\sin \alpha \cdot h_{стержен}},$$

бу ерда:  $0,6$  - кубба турини фазовий ишлашини эътиборга оладиган эмпирик коэффициент.

Кўрсаткичсимон кўринишдаги куббалар учун бу коэффициент  $0,7$  га тенгдир.

куббани эркин ҳисобий бир томонлама юкламадаги узунлиги  $l_0 \leq 0,58 \cdot S_a$  га тенг бўлади.

Елимланган фанера стерженли шарнирсиз тугунли кубба учун:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / A_{ym}}} = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \cdot r_{стержен}}, \quad (187)$$

бу ерда:  $0,6$  - эмпирик коэффициент.

ўйиқ бирикма тугунли куббалар учун:

$$\lambda = \frac{0,75l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / A_{ym}}}, \quad (188)$$

бу ерда:  $0,75$  - эмпирик коэффициент.

Агар кубба кўрсаткичсимон бўлса эмпирик коэффициентни  $0,85$  олиш керак. Асосий стержень тиралувчи стерженлар томондан эзилади. Эзилиш кучи қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N_c = \frac{N_a}{2 \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha}.$$

Болтли маҳкамланган тугунли айланма-тўрли куббаларда болтда ҳосил бўладиган зўриқиш:

$$N_\sigma = \frac{N_a \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha}{2 \sin \alpha}.$$

Стерженлардаги сиқилиш зўриқишининг куббани ҳосил қилувчи йўналишидаги тенг таъсир этувчиси:

$$N_{m.э} = N_a \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

Тенг таъсир этувчини аркага маҳкамландиган тўшаманинг бўйлама тахтаси қабул қилади. ҳар бир  $b$  - кенгликдаги тахтани аркага маҳкамлаш учун зарур бўладиган михлар сони қуйидагича аниқланади:

$$N_{мих} = N_{м.м.э} b / \Delta S \cdot T_{мих}, \quad (189)$$

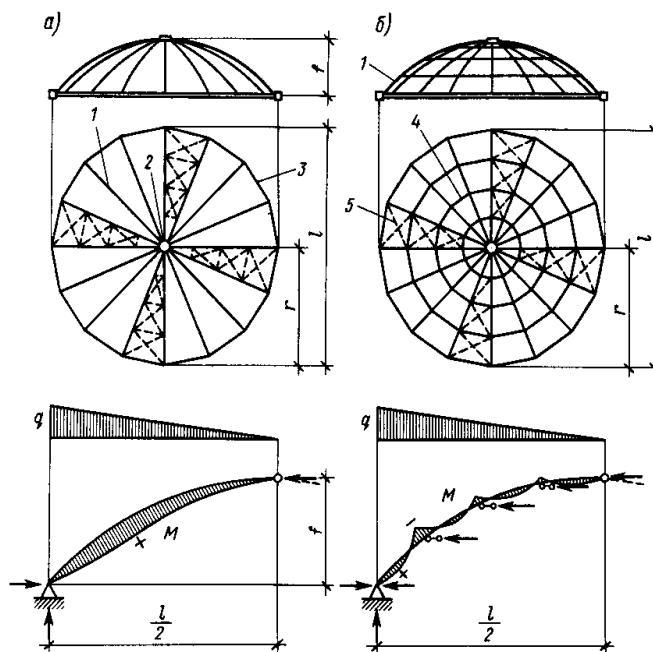
бу ерда:  $N_{мих}$  - михлар сони;  $b$  - тахта эни;  $N_{м.м.э}$  - тенг таъсир этувчи бўйлама куч;  $T_{мих}$  - михни юк кўтариш қобилияти;  $\Delta S$  - битта асосий стерженни оралиқ бўйича горизонтал проекцияси.

Уч қатламли қубба - алюминий қопламали ва ўртасида пенопласт қатламли плиталардан эгрилиги билан фарқланади. Шакли бўйича сегментли, кўрсаткичсимон торткичли, ёки торткичсиз бўлиши ва зўриқишларни деворга ёки пойдеворга узатиши мумкин. Бу қуббаларни елимланган ёғоч сегментли аркалар ҳисобий схемаларидан фойдаланиб ҳисобланади.

Елимланган ёғоч гумбазлар қатта оралиқли жамоат бинолари 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 қобирўали, қобирўа - ҳалқали, тўрли ва қобирўа - тўрли бўлади.

қобирўа гумбаз - ёй бўйича эгилган елимланган ёғоч қобирўадан, меридиан бўйича бир - биридан бир хил масофада қўйилган қобирўалардан ташкил топган (47а - расм).



47-расм. Елимланган ёғоч гумбаз: а - қобирўали; б - қобирўа-ҳалқали; 1 - қобирўа ; 2 - юқори учидаги ҳалқа; 3 - пойдевордаги таянч ҳалқаси; 4 - оралиқ ҳалқаси; 5 - боўловчилар; 6 - қобирўали гумбаз қобирўасининг ҳисобий схемаси; 7 - худди шундай, ҳалқасимон гумбазнинг.

Иккита тепа учида ва таг учида таянч ҳалқалари бўлади. Тепа учида ёғоч ёки металл таянч ҳалқа, таг учида эса кўпинча темирбетон таянч ҳалқа бўлиши мумкин. қобирўаларга ёғоч тўшама ва сарровлар, ёки елимфанерли тўшамалар маҳкамланади. Аркасимон қобирўалар бир неча жойларидан қия том боўловчилари ёрдамида бир - бирига боўланади.

қобирўа-ҳалқали гумбаз (47б - расм) қобирўали гумбаз кабидир. Фақат бу турдаги гумбазларда оралик горизонтал ҳалқалар мавжуддир.

ҳалқа вазифасини тўғри чизикли бутун ёғоч, ёки елимланган ёғоч тўсинлар бажаради ва улар кўпбурчакларни ҳосил қилади. ҳалқа тўсинлар қобирўа -ҳалқали гумбазни фазовий бир бутун бўлиб ишлашини таъминлайди. қобирўа - ҳалқали гумбазни юк кўтариш қобиляти, ҳалқасиз қобирўали гумбазнинг юк кўтариш қобилятидан каттадир.

қобирўали гумбаз фазовий стерженли конструкция сифатида асосан хусусий оғирлиги ва қор юкламаси таъсирларига ҳисобланади. Аркасимон қобирўалар шартли равишда уч шарнирли аркаларнинг битта текисликдаги икки ярим арка сифатида қаралади. Ташқи юкламалар учбурчак эпюраси бўлиб тегишли юк майдонлари билан таянчда максимал, учида эса нолга тенг бўлади. Статика ҳисоби натижасида қобирўа кўндаланг кесим ўлчамларини аниқланади ва сиқилиш - эгилишга ишловчи ёғоч элементларини ҳисоблаш формулалари ёрдамида мустаҳкамлиги текширилади.

қобирўа - ҳалқали гумбазлар фазовий статик ноаниқ стерженли конструкциялар каби ишлайди ва улар ҳам қобирўали гумбазлардаги юкламалар таъсирига ҳисобланади. Статикага ҳисоблашда қобирўаларни шартли уч шарнирли аркаларнинг ярим аркаси сифатида қаралади, фақат ҳалқалар бириккан жойларида қўшимча горизонтал таянчларни сиқилиш - эгилишга текшириш орқали аниқланади. Ҳалқа стерженларини устиворлигини ҳисобга олган ҳолда сиқилишга текшириш орқали кўндаланг кесим ўлчамларини танланади. Агар том тўшамаси уларга маҳкамландиган бўлса, улар сиқилиш - эгилиш ҳолатига ҳисобланади. Таянч тагидаги ва учидаги ҳалқалар сиқилишга ёки чўзилишга ишлайди ва ҳисобланади.

Тўрли елимланган ёғоч гумбазлар сферасимон сирт устида тўр ҳосил қилган кўринишида бўлади. Бу тўрлар учбурчакли, ёки бешбурчакли ячейкалардан ташкил топган бўлиши мумкин. Бу гумбазларда қобирўалар ва энг юқоридаги таянч ҳалқа бўлмайди. Тўрли гумбаз конструкцияси таянч пойдевордаги ҳалқага 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 ҳалқа 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 ҳисобланади.

қобирўа - тўрли елимланган ёғочли гумбаз, қобирўали гумбазга ўхшайди. Бунда қобирўалар орасида айланма - тўрли, ёки тўрли гумбазлардаги каби тўр бўлади. Бу гумбаз худди қобирўалилардаги каби ҳолатларга ишлайди ва ҳисобланади.

Уч қатламли йиўмалар, йиўма шакл конструкцияли том ёпмаларда қўлланилади. Улар текис ёқлардан ташкил топган бўлади ва бу ёқлар бир -бири билан бурчак остида бириктирилгандир. Йиўмалар қатлами таркиби: қуйи ва юқори алюминийли қопламалар, орасида иссиқлик сақлагич вазифасини ўтайдиган пенопласт.

Бу йиўмалар фазовий конструкциялар турига киради ва *30 метргача* бўлган ораликларда қўлланиши мумкин.

Йиўма конструкциялар енгиллиги билан ажралиб туради, аммо лекин қиш мавсумида йиўма конструкцияларида қор тўшамалари ҳосил бўлиб қолиши хавфлидир.

Тиниқ пластик ойнадан ва органик ойнадан тайёрланадиган гумбаз ва куббаларни *6 метргача* бўлган кичик ораликларда қўлланишининг асосий сабаби, бу материаллар қалинлигининг кичиклиги ва мустаҳкамлигининг пастлигидир. Бу турдаги конструкцияларга мисол қилиб ишлаб - чиқариш ва жамоат биноларидаги зенит фонар ёриткичларини келтириш мумкин.

Органик ойнанинг ультрабинафша нурларини ўтказиш қобилияти хоналарда микроклим соўлом 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 ораликларни ёпиши мумкин.

#### Такрорлаш учун саволлар

1. Гумбазлар қандай ораликларда қўлланилади?
2. куббаларни қандай турлари мавжуд ?
3. Фазовий конструкциялар қандай ҳисобланади ?
4. Ривожланган қайси чет мамлакатларда енгил ёғоч ва пластмасса фазовий конструкцияларидан фойдаланиб иншоотлар қўплаб қурилган ?
5. Фазовий конструкция деганда нимани тушунасиз ?
6. Фазовий конструкциялар қайси ораликларда қўлланилади ?
7. Фазовий конструкцияларни қандай турлари мавжуд ?

## 9.2. Пневматик қурилиш конструкциялари

Пневматик конструкциялар ишлаш характеристикаси бўйича осма ва тент мембрана фазовий конструкцияларига жуда яқиндирлар. Бу конструкцияларнинг қобирўалари материаллардан тайёрланган. 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 босим, ёки вакуум*).

1940 - йилларда кимёнинг ривожланиши, юксалиши билан пневматик конструкциялар қўлланила бошланди.

Пневматик конструкциялар икки мустақил гуруҳга бўлинади:

### 1. Ҳаво таянчли. 2. Ҳаво каркасли.

Учинчи тури ҳаво вантли (*48a - расм*) конструкциялар ҳам мавжуд, лекин нимагадир улар кам қўлланилади.

Ҳаво каркасли - бу ҳаво тўлдирилган стержень ёки панель, унинг юк кўтариш қобилияти стержень, 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 ташкил қилади. ҳаво каркасли конструкцияларнинг нархи *3 - 5* баробар ҳаво таянчли конструкцияларникидан каттадир. Унинг мана шу камчилиги дунё бўйича уларнинг қўлланишини камайтириб келмоқда. ҳаво каркасли конструкцияларнинг энг афзаллиги ички муҳитда ички ҳаво босимининг йўқлигидир.

Ноординар ҳаво каркасли конструкцияларнинг қўлланишига мисоллар келтирайлик: Фудзи павильони ва ЭКСПО - 70 Осакадаги сузиб юрувчи пневматик театр том ёпмаси (*Япония*).

Фудзи павильони *16* та диаметри *4 метр* ва узунлиги *78 метр* бўлган пневмоаркалардан ташкил топган (*унинг диаметри 50 метр*). Унинг иккита ён томонида очиклик *10 метр* кенгликда мавжуд. Унинг материали, чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги *400 кН/м* ва массаси *3,5 кг/м<sup>2</sup>* бўлган поливинилспирт толасидан ташкил топган. Материални ташқи томони хайпалон, ички қисми поливинилхлорид билан қопланган. Арка ичидаги оддий босим *10 кПа*, у *25 кПа* гача кўтарилиши мумкин (*агар шамол кучайса*). Умуман олганда аркалар диаметри *1 м* дан ошмайди, лекин Фудзи павильонида *4 м* ни ташкил

килади. Диаметрининг оширилиши ички босимни камайишига ва чўзувчи зўриқишнинг камайишига олиб келган.

хаво таянчли конструкциялар хавога таянади (49 - расм). Улар лойиҳадаги ҳолатни кўтариб туришлари учун, ташқи ва ички хаво босимлари фарқи бўлади.

Ташқи таъсирга чидамли бўлиши учун ички босим  $10-40$  кПа оралиғида бўлиши мумкин. Бу турдаги конструкциялар дунё бўйича кўп фоизда қўлланилади. Бу турдаги том ёпмалар соддалиги, арзонлиги ва катта оралиқларни ёпиш имконияти борлиги билан фарқ қиладилар. Энг кўп тарқалган шакли - цилиндрсимон ва сфера шаклидагилардир.

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 арўамчидир. Ишлаш муддати -  $100$  йилга кафолатланган, қобиў остидаги босим бор йуўи  $250$  Па ни ташкил қилади.

Пневматик сфера кўринишидаги гумбазлар қуйидаги диаметрларда:  $12, 24, 36, 42, 60$  метр тайёрланади.

Цилиндр кўринишидаги пневматик куббалар  $12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60$  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, сунъий, ёки синтетик толалардан тайёрланади. Табиийларига каноп, пахта, зиўир толалари, сунъийларига эса вискоза, ойна толаси киради.

**Синтетик толалар икки гуруҳга бўлинади:**

полиамидли (*капрон, нейлон, дедерон, перлон, силон, стилон ва бошқалар*), полиэфирли (*лавсан, дакрон, гризутен, диолен, тревира, теторон, терилен ва бошқалар*).

Хаво ва сув ўтказмаслиги учун газлама асоси бир томонидан, ёки икки томонидан синтетик каучук, ёки пластмасса билан қопланади.

**Пневматик конструкцияларни ҳисоблаш тизимлари.** Пневматик конструкцияларни лойиҳалаш қуйидаги масалаларни ечишни ўз ичига олади:

1. Куббани мақбул шаклини топиш.
2. Куч таъсири характери ва миқдорини аниқлаш.

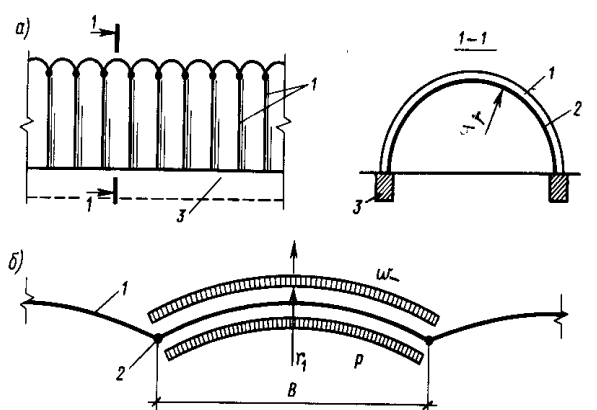
3. Қубба материални физик - механик хоссаларини ва ҳисобий қаршилигини аниқлаш.
4. Юклама таъсирида қуббани кўчишини аниқлаш.
5. Қуббани кучланганлик - деформацияланувчанлик ҳолатини аниқлаш.

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 қубба остидаги ички босим кичик бўлган тақдирда хусусий оғирлик етарли таъсир кўрсатиши ҳам мумкин.

қубба сферани  $3/4$  қисми шаклини олса,  $\varphi \leq 1,1$ ; ярим сфера учун  $\varphi \leq 0,8$ ; ярим цилиндр, ёки сфера кўриниши учун  $\varphi \leq 0,7$ . Бунда  $\varphi \leq P/g$  тенгсизликка асосланилади ( $P$  - ички босим;  $g$  - конструкциянинг хусусий оғирлиги). қор таъсирини қуббаларда

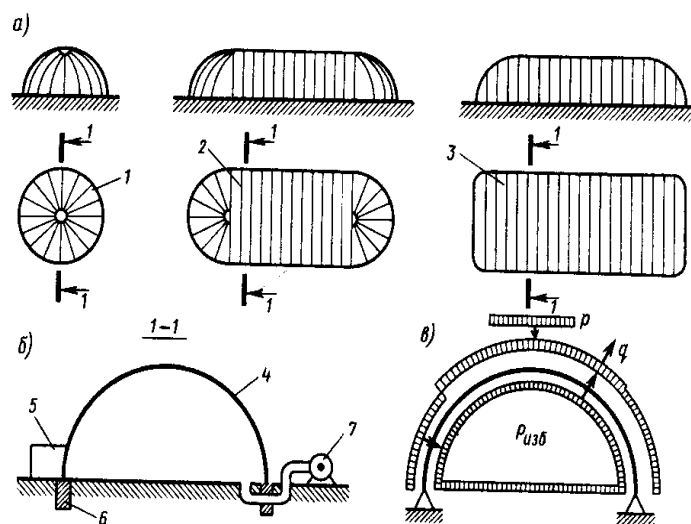
$$P(\varphi) \leq P \cdot \cos \varphi \quad \text{ёки} \quad P(\varphi) \leq P \cdot \cos \varphi, \quad (190)$$

бу ерда:  $\varphi$  - қубба нуқтасига ўтказилган уринма қиялик бурчаги ( $\varphi \geq 45^\circ$  бўлган ҳолда қубба устида қор турмайди);  $P$  - қорнинг меъёрий қиймати.



48-расм. а)-ҳавовантли қубба ва б)-Қуббани ишлаш схемаси:  
 1 - қобик; 2 - пўлат винтлар; 3 - пойдевор.





49- расм. ҳавотаянчли конструкциялар - ҳаво қобик:

*a* - умумий кўринишлар; *б* - қирқим схемаси; *в* - ҳисобий схема; *1* - ҳавогумбаз; 2- сферасимон ёнли ҳавоқубба; *3* - ҳавоқубба; *4* - қобик; *5* - шлюз; *б* - таянч чизиғи; 7 - ҳаво берувчи қурилма.

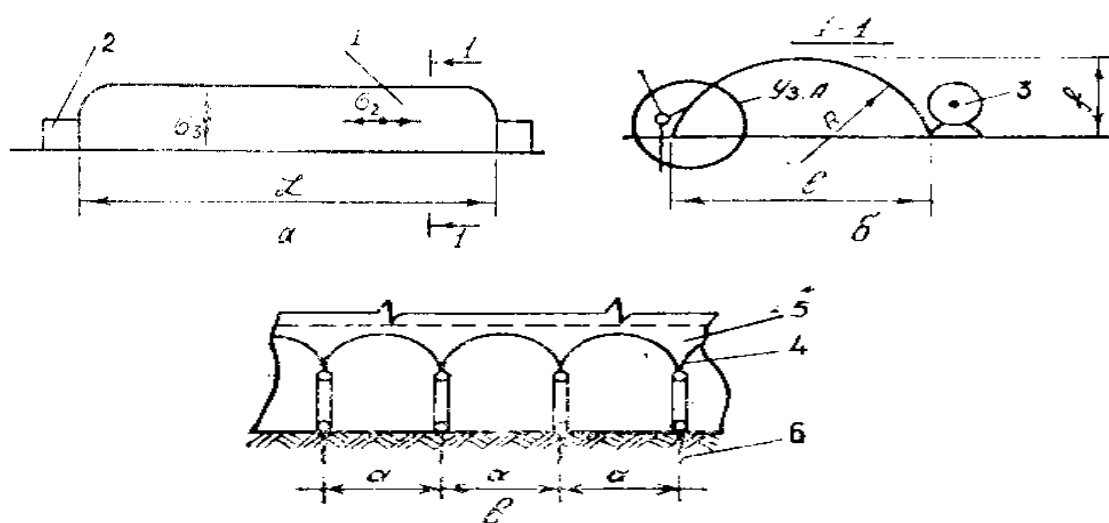
Ҳаво таянчли конструкцияларни ҳисоблаш (49в - расм ва 50 - расмлар)

, (191) бу ерда:  $P_g$  - ички босим;  $P_e$  - шамол босими.

$$\frac{2,25 \kappa H}{1 \text{ м}^2} = 2,25 \kappa H / \text{м}^2, \quad (192)$$

$$\sigma_2 = (0,5 \cdot P_g + P_e \cdot K \cdot n + 0,33 \cdot P_c) \cdot R, \quad (193)$$

$$\sigma_3 = (P_g + 1,15 \cdot P_e \cdot K \cdot n) \cdot R, \quad (194)$$



50 - расм. Пневматик ҳавотаянчли бинолар:  $a$  - умумий кўриниш;  $b$  - қирқим;  $c$  - анкерлаш тугуни; 1- қубба; 2- дарвоза билан тамбур; 3 - компрессор; 4 - қадалувчи анкер; 5 - белбоў; 6 - тросс-вант.

$$\sigma_3 = (P_g + 1,15 \cdot P_e \cdot K \cdot n) \cdot R, \quad (195)$$

$$\sigma_2 = (0,5 \cdot P_g + P_e \cdot K \cdot n + 0,33 \cdot P_c) \cdot R, \quad (196)$$

$R$  - қуббани эгрилик радиуси:

$$R = \frac{l^2}{8 \cdot f} + \frac{f}{2}, \quad \text{бу ерда: } P_g - \text{ички хаво босими; } P_e - \text{шамол юки.}$$

ҳаво каркасли конструкцияларни ҳисоблаш (51 - расм)

51-расм. ҳаво тўсин: 1-куч қуббаси; 2-резина камераси; 3-таянч беркитмаси

$$\sigma_1 = P_g \cdot R \leq R_0; \quad R_y, \quad \sigma_1 = (P_g \cdot \pi \cdot R) / 2 \leq R_0; \quad R_y, \quad (197)$$

йиўма ҳосил бўлиши бўйича:

$$M \leq (P_g \cdot \pi \cdot R^3) / 2, \quad (198)$$

Пневмотўсинни қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

1) параллел ташкил этувчи бўйича ички босим таъсиридан эгилишга:

$$\sigma_3 = P_g \cdot R \leq R_0; \quad R_y, \quad (199)$$

2) кўндаланг (ҳалқа) кесим бўйича мустаҳкамлиги:

$$\sigma_1 = (P_g \cdot \pi \cdot R) / 2 \leq R_0; \quad R_y, \quad (200)$$

3) йиўма ҳосил бўлиши бўйича:  $M \leq (P_g \cdot \pi \cdot R^3) / 2, \quad (201)$

4) ҳисобий юклардан ҳосил бўлган эгувчи моментга устиворлиги бўйича:

$$M \leq (P_g \cdot \pi \cdot R^3) / 2, \quad (202)$$

5) ҳисобий сиқувчи - бўйлама кучга устиворлиги бўйича:

$$N \leq P_g \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \varphi, \quad (203) \quad \text{бу ерда: } \varphi - \text{устиворлик коэффициенти.}$$

Сиқилиш - эгилишга ишловчи элементлар ҳисобланади:

$$1) \text{ устиворлик бўйича: } M + \frac{N \cdot \pi \cdot R}{4} \leq \frac{P_g \cdot \pi \cdot R}{4}, \quad (204)$$

$$2) \text{ йиўма ҳосил бўлиши бўйича: } M + \frac{N \cdot R}{2} \leq \frac{P_g \cdot \pi \cdot R^3}{2}, \quad (205)$$

**Такрорлаш учун саволлар:**

1. Пневматик конструкциялар деганда нимани тушунаси?
2. Хаво таянчли конструкцияларни тушунтириб беринг?
3. хаво 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 кучайтириш

#### 10.1. Ёғоч конструкцияларини кучайтириш

Ёғоч конструкциялари қурилиш меъёрлари ва қоидалари (*ҚМҚ*) бўйича энг камида капитал иншоотларда - *50 йил*, қишлоқ хўжалиги қурилишлари иншоотларида - *20* ва вақтинчалик биноларда - *10 йил* ишончли хизмат қилиши керак. Агарда конструкциялар ишлаш меъёри бузилса, олдинроқ ҳам улар юк кўтариш қобилятини йўқотишлари 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.

Айрим ҳолларда ёғоч конструкцияларини кучайтириш ва таъмирлаш зарур бўлиб қолади.

Ёғоч конструкцияларини махсус лойиҳа ишлаб чиқилгандан кейин, албатта 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 курилиш меъёрларини қаноатлантириши керак.
- ёғоч конструкциясини кучайтириш кераклиги ва танланган вариант иқтисодий жиҳатдан асосланган бўлиши керак.
- бир турдаги ёғоч конструкцияларини бир хил кучайтириш керак.

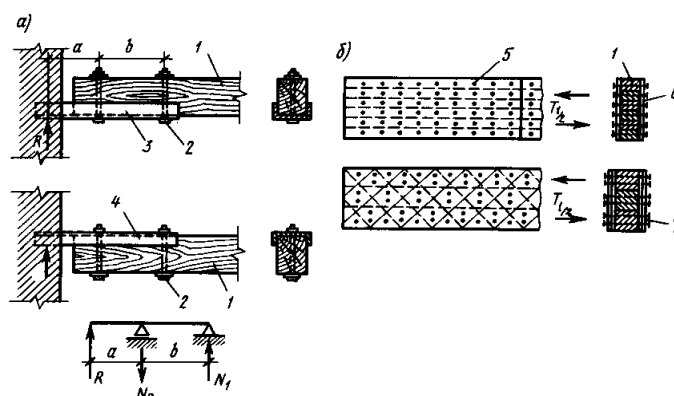
Ёғоч конструкцияларини тўлалигича, ёки алоҳида элементларини кучайтириш мумкин. Аниқ бир усулни танлаш қатор омилларга боғлиқ: кучайтириш масаласи бинони тўлалигича ва ёғоч конструкцияларини қисман; кучайтириш элементларини жойлаштириш учун етарли жой борлиги ва эксплуатация шароити ва бошқалар. Ёғоч конструкцияларини кучайтиришни турли белгиларига қараб турларга бўлиш мумкин.

Ишлатиш соҳаси бўйича кучайтиришни икки гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Вақтинчалик кучайтириш.
2. Доимий кучайтириш.

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 юкларни камайтириш, 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 (53а - расм).



52 - расм. Ёғоч тўсинни кучайтириш:

*a* - Тўрт қирра ўўла тўсин учини кучайтириш; *б* - тўсинларни икки томондан ёғоч фанера қопламаларини маҳкамлаш орқали кучайтириш; 1 - тўсин; 2 - болтлар; 3 - куйи протез; 4 - юқори протез

Тўсин ва сарровларни деворга таянган таянч қисми чириган, ёки кучайтириш зарур бўлиб қолган ҳолатларда уларни кучайтириш мумкин (52 - 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.

Металл элемент эгилишга ишлайди ва ҳисобланади. Бунда эгувчи моментнинг қиймати қуйидаги қийматга тенг бўлади:

$$M \leq R \cdot a, \quad (205)$$

бу ерда:  $a$  - таянч деворга яқин биринчи болтдан металл элементни деворга таянган қисми марказигача бўлган масофа;  $R$  - тўсин деворга таянганда ҳосил бўладиган эгувчи момент.

Болтларда ҳосил бўладиган бўйлама кучларнинг қийматлари қуйидагига тенг бўлади:

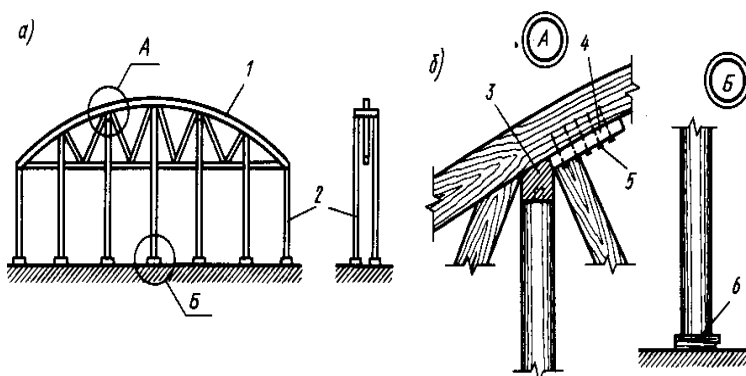
$$N_1 = Ra / b; \quad N_2 = R(a + b) / b, \quad (207)$$

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 ҳисобланган бўлиши керак:

$$T_{1/2} = \frac{1,5 \cdot M \cdot S}{I}, \quad (208)$$

бу ерда:  $T_{1/2}$  - силжиш зўриқиши;  $M$  - эгувчи момент;  $S$  - статик момент;  $I$  - инерция моменти.



53 - расм. Ёғоч конструкцияларни осиб қуйиш:  $a$  - осиб қуйиш;  $б$  - маҳкамлаш тугунлари; 1- конструкция; 2- устунлар; 3- кўндаланг таглик; 4- қуйи таглик; 5- михлар; 6- қозик.

## 10.2. ҳисоблаш схемаларини ўзгартирмасдан ва ўзгартриб кучайтириш усуллари

Кучайтириш элементларини ишлаш схемасига таъсир қилиши бўйича кучайтириш усули икки гуруҳга бўлинади:

**1. Ёғоч конструкциясини олдинги ишлаш схемасини ўзгартирмасдан кучайтириш.**

**2. Ёғоч конструкциясини 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 хужалиги ишлаб - чиқариш 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, қўшимча боўловчилар 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?.

## 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 тугатилганлиги тенг даражада бўлган ҳолатда ва ёғоч, 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 туўилади, вариантлаштиришда нима асос қилиб олинади ?.

Элементларнинг массасими, ҳажмими, материаллар ҳаражатими, меъморчилик меъёрларими, конструктив схемаларими ва хоказолар.

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  $1 \text{ м}^2$  га тушаётган кўрсаткичларини аниқлашни тавсия этилади.

Конструкцияларни, техник-иқтисодий кўрсаткичлари бўйича таққослашга тавсия этилади.

- лойиҳадаги нархи, сўм;
- таннархи сўм;
- келтирилган сарф-ҳаражатлар, сўм;
- конструкцияларнинг массаси, кг;

Лойиҳадаги асосий материаллар сарфи:

- ёғоч,  $\text{м}^3$ ;
- пўлат, кг;
- пластмасса, кг ;
- асбестоцемент,  $\text{м}^3$ .

Лойиҳадаги асосий материалларнинг чиқинди чиқишини ҳисобга олган ҳолдаги сарфи:

- арра материаллари,  $\text{м}^3$ ;
- фанера,  $\text{м}^3$  ;
- смола, пластмасса, кг;
- ёғочнинг келтирилган сарфи,  $\text{м}^3$  ;

- тайёрлаш меҳнат сарфи, *одам - соат* ;
- тиклаш, ёки кўтариш меҳнат сарфи, *одам - соат* ;
- тиклаш муддати, *кунлар*.

Кўрсаткич сифатида энг кам келтирилган сарф ҳаражатни олинади. Энг кам сарф - ҳаражатли 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:

, (209)

бу ерда:

$V_l$  - лойиҳадаги ёғоч ҳажми;

$K_э$  - эскиз тайёрлашда чиқадиган чиқиндини ҳисобга оладиган коэффицент;

$K_{э.к}$  - эни бўйича кенгайтиришни ҳисобга олувчи коэффицент;

$K_{т.б}$  - тишли бирикмаларни ҳосил қилиш учун, яъни бўйламаси бўйлаб узайтиришни ҳисобга олувчи коэффицент ;

$K_{ранд}$  - текислаш, рандалаш пласт бўйича чиқадиган чиқиндини ҳисобга оладиган коэффицент;

$K_{тек}$  - тайёр бўлган маҳсулотни текислашни эътиборга оладиган коэффицент ;

$V_{ёғоч}$  - ҳақиқий керак бўладиган ажратиладиган ёғоч ҳажми.

б) қиррали ёғоч ва тахта конструкциялари учун:

$$V_э = K_э \cdot V_э, \quad (210)$$

бу ерда :  $V_э$  - эскиз тайёрлашга керак бўладиган ёғоч ҳажми,  $K_э$  - қора тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффицент.

Фанера сарфи:

$$V_ф = K_э \cdot V_э, \quad (211)$$

бу ерда :  $V_э$  - эскиз тайёрлашга керак бўладиган фанера ҳажми,  $K_э$  - қора тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффицент;  $V_ф$  - ҳақиқий керак бўладиган ажратиладиган фанера ҳажми.

Доирасимон кўндаланг кесимли ёғоч сарфи:

$$V_{д.э} = K_э \cdot V_э \left( \frac{d_{хак}}{d_{лоў}} \right)^2, \quad (212), \quad \text{бу ерда:}$$

$V_{д.э}$  - думалоқ кўндаланг кесимли ёғоч ҳажми ;  $K_э$  - қора тайёрловга ёйишда чиқадиган чиқиндиларни ҳисобга оладиган коэффицент;  $d_{хак} = d_{лоў} + 1$ ,

$d_l$  - ёғочнинг лойиҳадаги диаметри,  $d_l$  - ёғочнинг ҳақиқий диаметри,

Доирасимон кўндаланг кесимли ёғочнинг келтирилган сарфи:



$$V_{\text{кел.э}} = V_{\text{д.э}} + 1,61 \cdot V_{\text{э}} + 2,5 \cdot V_{\text{ф}}, \quad (213)$$

Елим сарфи:  $P_{\text{ел}} = \rho_{\text{ел}} \cdot V_{\text{т.б}}, \quad (214)$

бу ерда:  $P$  - умумий елим сарфи;  $\rho_{\text{ел}}$  -  $1 \text{ м}^3$ даги елим сарфи;  $V_{\text{т.б}}$  - тайёрлов блоки ҳажми.

Конструкцияларни тайёрлаш нархи:

$$C_{\text{т.н.}} = \left[ C_{\text{а.с.х}} \cdot K_{\text{т.х}} + C_{\text{куп}} \cdot V_{\text{э}} + C_{\text{и.х}} \cdot T_{\text{м.с}} \left( 1 + \frac{H_y}{100} \right) \right] \cdot K_{\text{н.т}} \cdot K_{\text{ф}}, \quad (215)$$

бу ерда:  $C_{\text{а.с.х}}$  - асосий материалларни сарф ҳаражати;  $K_{\text{т.х}}$  - ташкилотни транспорт тайёрлаш сарф ҳаражатларини эътиборга оладиган коэффицент;  $C_{\text{куп}}$  - арраланган материалларни қуришиш таннари, сўм /  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{э}}$  - арраланган ёғоч материаллари ҳажми,  $\text{м}^3$ ;  $C_{\text{и.х}}$  - ишчининг ўртача соат иш ҳақи;  $T_{\text{м.с}}$  - тайёрлаш, меҳнат сарфи;  $H_y$  - ташкилотни ҳар хил жиҳозларни ишлашини таъминлаш, эксплуатация қилиш учун сарфланадиган ҳаражат;  $K_{\text{н.т}}$ ,  $K_{\text{ф}}$  - назарда тутилмаган ва режадаги фойдани эътиборга оладиган коэффицент.

Конструкциянинг таннари:

$$C^1_{\text{танн}} = C_{\text{т.х}} + C_y, \quad (216)$$

бу ерда:  $C_{\text{т.х}}$  - тўғри ҳаражат-сарфлар;  $C_y$  - устама ҳаражатлар

$$C_y = 0,7(C_{\text{и.х}} + C_{\text{м.э}}), \quad (217)$$

бу ерда:  $C_{\text{и.х}}$  - иш ҳақи;  $C_{\text{м.э}}$  - машина ва механизмларни ишлатиш ҳақи:

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч ва пластмасса иқтисоди деганда нимани тушунаси ?
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

### Ёғоч конструкцияларини ҳисоблашга доир мисоллар

**1-мисол.** Тошкент вилоятидаги икки нишабли бино том ёпмасидаги қор юкласининг меъерий ва ҳисобий қийматларини аниқлансин. Том ёпма қиялиги  $\alpha = 14^\circ$  ва том ёпмага таъсир қилаётган доимий меъерий юкламанинг қиймати  $g^m = 0,8 \text{ кН} / \text{м}^2$ .

*Ечилиши:*

Бино ҚМҚ харитаси бўйича  $I$  қор районида жойлашган ва  $S^m = 0,5кН / м^2$  га тенг.

Том ёпманинг қиялиги  $\alpha = 14^0$  да  $25^0$  дан кичик бўлганлиги учун  $\mu = 1$  га тенг ( $\mu$  - том ёлма шаклини ҳисобга оладиган коэффициент).

Доимий меъерий юкломани вақтинчалик меъерий қор юкломасига нисбатини ҳисоблаймиз:

$$\frac{g^m}{S^m} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6 \text{ га тенг.}$$

Демак, қор юкломаси бўйича ишончлилик коэффициенти  $\gamma = 1,4$  га тенгдир.

У ҳолда  $1м^2$  га тушадиган ҳисобий қор юкломасининг қиймати:

$$S = S^m \cdot \gamma = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7кН / м^2$$

**2-мисол.** Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган тўрт қиррали ёғоч устуннинг кўндаланг кесими танлансин. Устун узунлиги  $l = 4,5м$  ва учлари шарнирли маҳкамланган. Устунда заиф кесим йўқ ва унга  $N = 300кН = 0,3МН$  сиқувчи бўйлама куч таъсир қилади.

*Ечилиши:*

Олдиндан устун эгилувчанлигини  $\lambda = 80$  деб қабул қиламиз. Устиворлик коэффициенти -  $\varphi$  ни аниқлаймиз:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80^2} = 0,47 \text{ (} \lambda > 70 \text{ бўлганлиги учун).}$$

Ёғочни сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги кўндаланг кесим ўлчами  $13см$  дан катта бўлган ҳолатда  $R_c = 15МПа$  га тенгдир.

Устуннинг талаб қилинган кўндаланг кесим юзаси

$$A_{т.к} \varphi \frac{N}{R_c} = \frac{0,3}{0,47 \cdot 15} = 0,04м^2 = 400см^2.$$

Агар кўндаланг кесимини квадрат шаклида деб олсак,  $b_{т.к} = h_{т.к} = \sqrt{A_{т.к}} = \sqrt{400} = 20см$

қабул қиламиз  $b = h = 20см$  га тенг

*Текшириши.* Кўндаланг кесим юзаси  $b \times h = 20 \times 20 = 400см^2 = 0,04м^2$ .

Кесимнинг инерция радиуси:  $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8см$ .

Эгилувчанлиги:  $\lambda \text{ қ } \frac{l}{i} = \frac{450}{5,8} = 78 > 70$

Устиворлик коэффициенти -  $\varphi \text{ қ } \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78^2} = 0,49$

Кучланиш: 
$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,04} = 15,3 > 15 \text{ МПа}$$

мустахкамлик шarti бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштирамиз.  $b \times h = 20 \times 22 = 440 \text{ см}^2$ .

Кўндаланг кесимни кичик томони бўйича инерция радиуси:

$$i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см}. \quad (\lambda = 78 \text{ га тенг бўлади}).$$

Кучланганликни текшираамиз:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,044} = 13,91 < 15 \text{ МПа}$$

мустахкамлик шarti бажарилди.

**3- мисол.** Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган бир оралиқли 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 мустахкамлик бўйича танлаймиз. Эгилишдаги ҳисобий қаршилиги  $R_{\text{э}} = 13 \text{ МПа}$  га тенг. ҳисобий юкламадан ҳосил бўладиган эғувчи 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 қаршилик моменти.

$$W_{T.K} = \frac{M}{R_{\text{э}}} = \frac{0,00417}{13} = 321 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 321 \text{ см}^3$$

Агар кўндаланг кесимни энини  $b = 10 \text{ см}$  га тенг деб олсак, у ҳолда кўндаланг кесимнинг баландлиги

$$h_{T.K} = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 321}{10}} = 13,88 \text{ см}$$

Кўндаланг кесим ўлчамларини  $b \times h = 10 \times 15 \text{ см}$  қабул қиламиз.

қабул қилинган ўлчамлар орқали кўндаланг кесимнинг қаршилик 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 текшираимиз:  $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00417}{375 \cdot 10^{-6}} = 11,12 \text{ МПа} < R_{\text{э}}$

Эгилишни текшириб кўраимиз. 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:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^m \cdot l^3}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 2821 \cdot 10^{-8}} = 0,0063 < \left[ \frac{f}{l} \right]$$

Рухсат этиладиган нисбий эгилиш

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ га тенг.}$$

$0,0063 > 0,005$  бу тенгсизликдан кўриниб турибдики, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича мустаҳкамлик шarti бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштираимиз:  $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$  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 устуворлик коэффициентлари қуйидагига тенг:

$$l_0 = l = 400 \text{ см};$$

$$i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{5,82} = 76,63 > 70$$

Коэффициент -  $\xi$  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 -  $\sigma$ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} = \frac{0,1}{0,0216} + \frac{0,013}{648 \cdot 10^{-6}} = 4,63 + 20,06 = 24,69 \text{ МПа} > R_c = 13 \text{ МПа}.$$

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 коэффициенти -  $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{114,94^2} = 0,23;$

Кучланиш -  $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,1}{0,23 \cdot 0,0216} = 20,13 \text{ МПа} > R_c.$

Хулоса: Демак сиқилиб-эгилувчи 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  $b \times h = 12 \times 15\text{ см}$ . Стерженни чўзувчи кучнинг қиймати  $N = 60\text{ кН} = 0,06\text{ МН}$  ва эгувчи моментнинг қиймати  $M = 3\text{ кН} \cdot \text{м} = 0,003\text{ МН} \cdot \text{м}$ . ўлчами текислигида таъсир қилади ва кўндаланг кесимда заиф кесимлар йўқ.

*Ечилиши:*

Чўзилишда ва эгилишда ёғочнинг ҳисобий қаршилигини аниқлаймиз,

$$R_q = 10\text{ МПа}; \quad R_q = 10\text{ МПа};$$

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 -  $\sigma$ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R_q}{W \cdot R_{q2}} = \frac{0,06}{0,018} + \frac{0,003 \cdot 10}{450 \cdot 10^{-6} \cdot 14} = 3,33 + 4,76 = 8,09\text{ МПа} < R_q = 10\text{ МПа}.$$

демак мустаҳкамлиги таъминланган.

**6-мисол.** Эгилувчи иккинчи нав ёғочдан тайёрланган элементни мустаҳкамлигини ёрилишга текширилсин. Максимал таъсир қилаётган қирқувчи 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  $R_{\text{ёр}} = 1,6\text{ МПа}$  га тенг.

Кесимнинг статик ва инерция моментларини аниқлаймиз:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 20 \cdot}{8} = 500\text{ см}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6667 \text{ см}^4 = 6667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4.$$

Ёрилишдаги кучланиш:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{0,02 \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{6667 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1} = 1,5 \text{ МПа} < R_{\text{ep}} = 1,6 \text{ МПа}.$$

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  $l_{\text{э}} = 10 \text{ см}$ . толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги ҳисобий қаршилиги,

$$R_{\text{э}90} = R_{\text{с}90} \left[ 1 + \frac{8}{l_{\text{э}} + 1,2} \right] = 1,8 \left[ 1 + \frac{8}{10 + 1,2} \right] = 3,086 \text{ МПа}$$

Эзилиш юзаси -  $A$

$$A = b \times h = 14 \times 14 = 196 \text{ см}^2 = 0,0196 \text{ м}^2.$$

Кучланиш -  $\sigma$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,05}{0,0196} = 2,55 \text{ МПа} < R_{\text{э}90} = 3 \text{ МПа}$$

**8-мисол.** Стропил фермага чўзилишга ишловчи болт ёрдамида осилган сарров ҳисоблансин. ҳар бир бириктирилган жойида чўзувчи  $\left( \frac{M_{\text{д}}}{\sim \sim} \right)$  куч таъсир қилади. Пўлатни ҳисобий қаршилиги -  $R = 235 \text{ МПа}$  га тенг.

*Ечилиши:*

қирқилиш бўйича талаб қилинган болтнинг юзаси:

$$A_{\text{Т.К}} = \frac{N}{0,8R} = \frac{0,04 \text{ МН}}{0,8 \cdot 235 \text{ МПа}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 2,13 \text{ см}^2$$

Болтни диаметрини  $d = 2 \text{ см}$  қабул қиламиз. қирқилиш бўйича болтнинг кесим юзаси -  $A$ ,  $A = 3,14 \text{ см}^2 > A_{\text{Т.К}} = 2,13 \text{ см}^2$  дан катта.

Толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги шайба остидаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги  $R_{\text{э}90} = 4 \text{ МПа}$  га тенг.

**Шайба тагидаги эзиладиган юзани талаб қилинган қиймати:**

$$A_{Т.К} = \frac{N}{R_{\sigma 390}} = \frac{0,04}{4} = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2$$

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 -  $\sigma$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,009686} = 4,13 \text{ МПа} > R_{\sigma 390} = 4 \text{ МПа}$$

мустваккамлик шарти бажарилмади, шунинг учун шайба ўлчамини катталаштирамиз.  $b = 11 \text{ см}$  қилиб оламиз.

У холда

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 11^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 118 \text{ см}^2 = 0,0118 \text{ м}^2.$$

кучланиш: 
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,0118} = 3,39 \text{ МПа} < R_{\sigma 390} = 4 \text{ МПа}$$

мустваккамлик шарти бажарилди.

Шайба кесимидаги максимал эгувчи момент:

$$M = \frac{Nb}{16} = \frac{0,04 \cdot 0,11}{16} = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

қаршилиқ моменти:

$$W_{Т.К} = \frac{M}{R} = \frac{2,75 \cdot 10^{-4}}{235} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,17 \text{ см}^3$$

Шайбани талаб қилинадиган қалинлиги:

$$S_{ТК} = \sqrt{\frac{6W}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,17}{11-2}} = 0,883 \text{ см}.$$

Шайбани қалинлигини  $S$  қ 9 мм қабул қиламиз.

**9-мисол.** Кўндаланг кесими  $b_1 \times h_1 = 8 \times 20 \text{ см}$  бўлган икки томонлама ёғоч қопламали, ўлчами  $b \times h = 15 \times 20 \text{ см}$  ли иккита тўрт қиррали ёғочнинг чокидаги талаб қилинадиган эгилишга ишловчи болтларининг 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  $сқбқ15\text{ см}$ , чеккадагиники  $a = b_1 = 8\text{см}$ .. Болтни эгилишга ишлашидан битта чокдаги болтнинг юк кўтариш қобилияти

$$T_{\text{э}} = 1,8d^2 + 0,02a^2 = 1,8 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 8^2 = 8,5\text{кН}.$$

*Элементларни эзилиш шартидан*

$$T_c = 0,5dc = 0,5 \cdot 15 \cdot 2 = 15\text{кН}.$$

копламаларни эзилиш шартидан

$$T_a = 0,5da = 0,8 \cdot 2 \cdot 8 = 12,8\text{кН}.$$

ҳисобий минимал юк кўтариш қобилияти  $T = 8,5\text{кН}$ . га тенг бўлади.

Талаб қилинадиган болтларнинг сони -  $n$ ,

$$n_{T.K} = \frac{N}{T \cdot n_q} = \frac{160}{8,5 \cdot 2} = 9,4 \text{ га.}$$

Чокнинг бир томонидаги болтларнинг умумий сони  $10\text{ та}$  ва диаметри  $d = 20\text{мм}$  га тенг олинади.

**10-мисол.** курук 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:*

курук ёғочга қоқилган михнинг ҳисобий қаршилиги  $R_{c.m} = 0,3\text{МПа}$  га тенг.

Михнинг ичидаги ўткир қисмини чиқариб ташлагандаги ҳисобий узунлиги

$$l_1 = l - 1,5d = 8 - 1,5 \cdot 0,005 = 7,25\text{см} = 0,0725\text{м}.$$

Суўуришдаги михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти

$$T_{c.m} = R_{c.m} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1 = 3,14 \cdot 0,005 \cdot 0,0725 \cdot 0,3 = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{МН} = 0,34\text{кН}.$$

**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  $45^\circ$  бурчак остида михланган. Ишчи тўшама тахтасининг кесими ва қадамини аниқлаш керак. Тўшамага чизиқли тарқалган ва

йиғилган юклар таъсир қилади. Уларнинг меъёрий ва ҳисобий қийматлари куйидагига тенг:

хусусий оғирликдан -  $g^m = 0,7кН/м$ ;  $g = 0,8кН/м$ ;

қор юкларидан -  $S^m = 1,5кН/м$ ;  $S = 2,4кН/м$ .

Одамни оғирлигидан -  $p = 1,2кН$ .

*Ечилиши:*

Ишчи тўшаманинг ҳисобий юзасининг эни  $B$  қ  $l$  м.

Тўшаманинг ҳисобий схемаси - икки ораликли қирқимсиз шарнирли таянган, ораликларини горизонтал проекцияси  $l = a \cdot \cos \alpha = 1,5 \cdot 0,97 = 1,45м$  га тенгдир. Биринчи йиўма ҳисобий юклар сифатида хусусий оғирлик ва қор юклар олинади. Бу йиўма юклар тўшама узунлиги бўйича тенг тарқалган ва унинг қиймати куйидагига тенг:

$$q = g + S = 0,8 + 2,4 = 3,2кН/м.$$

Эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги  $R_{э} = 13МПа$  га тенг.

ўрта таянч кесимидаги ҳисобий эгувчи моментнинг қиймати,

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 1,45^2}{8} = 0,84кН \cdot м = 0,00084МН \cdot м.$$

Талаб қилинадиган кесимнинг қаршилик моменти,

$$W_{Т.К} = \frac{M}{R_{э}} = \frac{0,00084}{13} = 65 \cdot 10^{-6} м^3 = 65см^3.$$

Тахта кесимини  $b \times h = 10 \times 2,5см$  қабул қиламиз. Талаб қилинадиган  $l$  метр кенглик юзадаги тахта эни куйидагига тенг,

$$B_{Т.К} = \frac{6 \cdot W}{h^2} = \frac{6 \cdot 65}{2,5^2} = 62,5см.$$

Тахтани қўйиш қадами,

$$a = \frac{100 \cdot b}{B_{Т.К}} = \frac{100 \cdot 10}{62,5} = 16см.$$

Тўшамани юк кўтариш қобилиятини иккинчи йиўма ҳисобий юкларда (хусусий оғирлик -  $q = g = 0,8кН/м$  ва иккита одам оғирликлари -  $P = 1,2 \cdot 2 = 2,4кН$ ) текшираамиз.

Одамлардан тушадиган йиўма юк четки таянчдан  $a = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625м$ . масофада қўйилган. Максимал эгувчи момент йиўма юк қўйилган кесимда ҳосил бўлади:

$$M = 0,07ql^2 + 0,21Pl = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86кН \cdot м = 0,00086МН \cdot м$$

Йиўма юкни қисқа вақт таъсир қилишини ҳисобга олган ҳолда эгилишдаги ҳисобий қаршилик,

$$R_{э} = R \cdot m_H = 13 \cdot 1,2 = 15,6МПа.$$

Кучланиш -  $\sigma$ ,

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0.00086}{65 \cdot 10^{-6}} = 14,9 \text{ МПа} < R_{\text{э}} = 15,6 \text{ МПа}.$$

Биринчи йиўма меъерий юкламаларда эгилишни текшираимиз,

$$q^m = g^m + S^m = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ кН/м} = 0,0022 \text{ МН/м}$$

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. кутисимон елим фанерли иссик том тўшама плитаси кесимини танлансин ва текширилсин. Плита узунлиги  $L = 6 \text{ м}$ , кенглиги  $B = 1,5 \text{ м}$ , иккита фанера қопламали, тўртта бўйлама ва бешта кўндаланг қобирўалари бор. Плитани чеккалари елимланган ёғоч тўсинларга таянади ва текис тенг тарқалган, ҳамда йиўма юкламаларни кўтаради:

Хусусий оғирлик ва қор юкламаларидан,  $q^m = 2,5 \text{ кН/м}$ ,  $q = 3,2 \text{ кН/м}$ ;

Одамдан тушадиган юклама,  $P^m = 1,0 \text{ кН}$ ,  $P^m = 1,2 \text{ кН}$ .

*Ечилиши:*

Бўйлама қобирўаларни 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,  $M = \frac{Pl^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 5,95^2}{8} = 14,16 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,01416 \text{ МН} \cdot \text{м}.$

қирқувчи куч,  $Q = \frac{Pl}{2} = \frac{3,2 \cdot 5,95}{2} = 9,52 \text{ кН} = 0,00952 \text{ МН}.$

Юқори қопламадаги маҳаллий эгувчи момент:

$$M_1 = \frac{Pl_1}{8} = \frac{1,2 \cdot 0,45}{8} = 0,0675 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,0675 \cdot 10^3 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Фанера қопламасининг талаб қилинадиган қалинлиги

$$S_{T.K.} = \frac{M}{0,6 \cdot B \cdot h_0 \cdot R_{\phi.c}} = \frac{0,01416}{0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 \cdot 12} = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ см}$$

бу ерда:  $h_0 = h_1 + S = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}$ .

Фанера қопламаларини бир хил  $S = 1 \text{ см}$  қалинликда олинади.

Плита кесимининг геометрик характеристикалари:

қопламанинг ҳисобий кенглиги  $b = 0,9 \cdot 150 = 135 \text{ см}$ . га тенгдир;

бўйлама қобирўаларини умумий кесими:  $b_k \cdot h_k = 4 \cdot b \cdot h = 4 \cdot 4 \cdot 18 = 288 \text{ см}^2$ ;

кесимнинг умумий баландлиги  $h_0 = h_1 + S = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}$ ;

кесим нейтрал ўқининг ҳолати:  $Z = h/2 = 20/2 = 10 \text{ см}$ ;

кесимнинг инерция моменти:  $J = J_{\phi} + J_{\varepsilon} = b \cdot S \cdot (Z - S/2)^2 \cdot 2 + b_k \cdot h_k^3 / 12 =$   
 $= 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2)^2 + 16 \cdot 18^3 / 12 = 3214,4 \text{ см}^4 = 0,0032144 \text{ м}^2$ ;

кесимнинг қаршилик моменти:  $W = J/0,5 \cdot h = 0,00032144/0,5 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ м}$ .

Нейтрал ўққа нисбатан қопламанинг статик моменти:

$$S = b \cdot S \cdot (Z - S/2) = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2) = 1282,5 \text{ см}^3 = 0,001282 \text{ м}^3.$$

$B \times l$  м ҳисобий кенгликдаги қоплама кесимининг қаршилик моменти:

$$W_{\phi} = \frac{b \cdot S^2}{8} = \frac{100 \cdot 1^2}{8} = 12,5 \text{ см}^3 = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$R_{\phi.c} = 12 \text{ МПа}$  - фанеранинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.k} = 14 \text{ МПа}$  - фанеранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.\varepsilon} = 6,5 \text{ МПа}$  - фанеранинг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.\varepsilon p}$  - фанерани ёрилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Плитани юқори қопламасини юк кўтариш қобилиятини эгилишда, сиқилишда ва устиворликка текширилади (*нисбат*  $a/S = 18/1 = 18$  га тенг бўлади).

Устиворлик коэффициенти -  $\varphi \leq 1 - \left[ \frac{(a/S)^2}{5000} \right] = 1 - \left[ \frac{18^2}{5000} \right] = 0,94$

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 қобилиятини текширамиз:  $b = b_k = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м}$ ;

$$\tau = Q \cdot S / (J \cdot b) = 0,00952 \cdot 0,001282 / (0,00032144 \cdot 0,16) = 0,24 \text{ МПа} < R_{\phi.\varepsilon p}.$$

**13-мисол.** Иккинчи нав ёғочдан тайёрланган бир ораликли тўрт қирра ёғоч сарровни 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 -  $g^m = 1кН / м$ ;

ҳисобий юклама -  $g^m = 1,5кН / м$ .

Сарров оралиғи -  $l = 3м$ .

*Ечилиши:*

Сарровни ҳисобий схемаси - бир ораликли шарнирли таянган, қия эгиладиган тўсиндир. қиялик бурчаги -  $\alpha = 14^\circ$

У ҳолда,  $\sin \alpha = \sin 14^\circ = 0,24$ ;  $\cos \alpha = \cos 14^\circ = 0,97$ ;  $tg \alpha = tg 14^\circ = 0,25$ .

Максимал эгувчи моментнинг қиймати,

$$M_{max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{1,5 \cdot 3^2}{8} = 1,6875кН \cdot м.$$

Эгилувчи моментнинг  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчиларини аниқлаймиз:

$$M_x = M_{max} \cdot \cos \alpha = 1,6875 \cdot 0,97 = 1,64кН \cdot м = 1,64 \cdot 10^{-3} МН \cdot м.$$

$$M_y = M_{max} \cdot \sin \alpha = 1,6875 \cdot 0,24 = 0,405кН \cdot м = 0,405 \cdot 10^{-3} МН \cdot м.$$

Сарров кўндаланг кесимини олдиндан  $b \times h = 10 \times 15см$  қабул қилайлик. У ҳолда кесим қаршилик моменти  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 15^2}{6} = 375см^3 = 375 \cdot 10^{-6} м^3;$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{15 \cdot 10^2}{6} = 250см^3 = 250 \cdot 10^{-6} м^3.$$

Эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги -  $R_{\sigma} = 13МПа$  га тенг.

Кучланиш -  $\sigma$ , 
$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,64 \cdot 10^{-3}}{375 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,405 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 6МПа < R_{\sigma}.$$

Сарров эгилишини текшираимиз:

меъёрий юклама -  $q^m$  ни  $x$  ва  $y$  ўқлари бўйича ташкил этувчилари.

$$q_x^m = q' \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 0,97 = 0,97кН / м = 0,97 \cdot 10^{-3} МН / м;$$

$$q_y^m = q' \cdot \sin \alpha = 1,0 \cdot 0,24 = 0,24кН / м = 0,24 \cdot 10^{-3} МН / м;$$

Ёғочнинг эластиклик модули -  $E = 10^4 МПа$  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 кўндаланг кесими танлансин. Тўсин оралиғи -  $l = 12 \text{ м}$ , том қиялиги -  $i = 1 : 12$ . Тўсинга тушадиган меъёрий юклама -  $q^m = 10 \text{ кН/м}$ ;  
ҳисобий юклама -  $q = 15 \text{ кН/м}$ .

*Ечилиши:*

Ёғочнинг ҳисобий қаршиликлари:  $R_{\text{эз}} = 15 \text{ МПа}$ ;  $R_{\text{эп}} = 1,5 \text{ МПа}$

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

$$h_{\text{т.т.к}} = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot b \cdot R_{\text{эп}}} = \frac{3 \cdot 0,078}{2 \cdot 0,17 \cdot 1,5} = 0,5$$

$b$  - тўсин эни,  $b = 17 \text{ см}$ ;

$R_{\text{эп}} = 1,5 \text{ МПа}$ ;

$Q$  - қирқувчи куч,  $Q = 0,078 \text{ кН}$ .

Ораликни ўртасидаги баландлиги:

$$h = h_{\text{т.т.к}} + \frac{l}{2 \cdot 12} = 0,5 + \frac{12}{24} = 1 \text{ м}.$$

Энг ҳавфли кесим таянчдан  $x$  масофада жойлашган,

$$x = \frac{l \cdot h_{T.T.K}}{2 \cdot h} = \frac{12 \cdot 0,5}{2 \cdot 1} = 3 \text{ м.}$$

ҳавfli кесимдаги эгувчи моментнинг қиймати,

$$M = q \cdot x \cdot (1 - x) / 2 = 15 \cdot 3(12 - 3) : 2 = 202,5 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,2025 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

ҳавfli кесимдаги баландлик,

$$h_x = h_{T.T.K} + (h - h_{T.T.K})2 \cdot x / l = 0,5 + (1 - 0,5)2 \cdot 3 / 12 = 0,75 \text{ м.}$$

ҳавfli 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 -  $m_{\bar{o}} = 0,915$  ва  $m_{\kappa} = 1,05$ .*

ҳисобий қаршилик:

$$R = R_{\text{э}} \cdot m_{\bar{o}} \cdot m_{\kappa} = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 = 14,4 \text{ МПа}.$$

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 текшираимиз:

$$q^m = 10 \text{ кН} / \text{м}; \quad b \times h = 17 \times 100 \text{ см}^2;$$

$h_T = 0,5 \text{ м}$  - 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,

$$f_0 = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,01 \cdot 12^4}{10^4 \cdot 0,014} = 0,019 = 1,9 \text{ см.}$$

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 текшираимиз. Тўсин устига маҳкамланадиган сарровнинг қадами -  $l_k = 12 \text{ м.}$  га тенг.

$$l_k < \frac{70 \cdot b^2}{l} = \frac{70 \cdot 0,17^2}{1} = 2,023 \text{ м.}$$

Тўсин кўндаланг кесими елимланган ёғочни ёрилишдаги шартидан келиб чиққан ҳолда аниқланади ва у нормал кучланишлар бўйича, ҳамда бикрлик бўйича қўшимча мустаҳкамликка эгадир.

**15-мисол.** Узунлиги  $l = 3,5 \text{ м}$  бўлган таркибли, учлари шарнирли маҳкамланган устуннинг кесими танлансин ва текширилсин.

Берилган:  $N = 200 \text{ кН} = 0,2 \text{ МН}$  - бўйлама сиқувчи куч;

$l = 3,5 \text{ м}$  - устун баландлиги;

$R_c = 13 \text{ МПа}$  - сиқилишдаги ҳисобий қаршилик.

*Ечилиши:*

Устун эгилувчанлигини олдиндан берайлик,

$$\lambda = 90 \text{ бўлсин, яъни } \lambda < 120.$$

Устиворлик коэффициенти,

$$\varphi_y = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{90^2} = 0,37.$$

Устун эни -  $b = 20 \text{ см}$  бўлсин. У ҳолда қилинадиган устун кесими баландлиги,

$$h_{m.k} = \frac{l}{0,29 \cdot \lambda} = \frac{350}{0,29 \cdot 90} = 13,4 \text{ см.}$$



Кўндаланг кесимини иккита кесимлари  $b \times h = 20 \times 7 \text{ см}$ . бўлган тўрт қиррали ёғочдан қабул қилимиз.

$$A = 2 \cdot b \cdot h_1 = 2 \cdot 20 \cdot 7 = 280 \text{ см}^2 - \text{кўндаланг кесимининг юзаси};$$

$\text{см}$  - инерция радиуси;

$$\lambda_x = \frac{l}{r_x} = \frac{350}{5,8} = 60,3 < 70 - \text{эгиловчанлик};$$

$$W_u = \frac{b \cdot h^2}{6} - \text{устиворлик коэффициенти.}$$

Кучланиш -  $\sigma$ ,

$$M_D = \frac{M}{\xi} = \frac{0,004}{0,3} = 0,013 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$У$  - ўқига нисбатан устуннинг бирикмадаги мойиллигини ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамлиги ва устиворлигини текшираимиз.

Битта тўрт қирра ёғочнинг кўндаланг кесими ва инерция моменти,

$$A_1 = b \cdot h_1 = 20 \cdot 7 = 140 \text{ см}^2;$$

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 эгиловчанлиги,

$$\lambda_y = \frac{l}{r_y} = \frac{350}{5,72} = 61,2;$$

Иккита тўрт қирра ёғочни бир-бирига диаметри -  $d = 2 \text{ см}$  бўлган болтлар ёрдамида бириктираимиз,

$$\frac{d}{h_1} = \frac{1}{3,5} < \frac{1}{2}, \quad K_c = \frac{1,5}{d \cdot h_1} = \frac{1,5}{2 \cdot 7} = 0,107.$$

Боўловчилар сони - 1 метрда 2 та,  $n_6 = 2$ .

Чоклар сони - 1 та,  $n_q = 1$ .

Эгиловчанлика келтириш коэффициенти -  $\mu_y$

$$\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_q / l^2 \cdot n_\sigma} = \sqrt{1 + 0,107 \cdot 20 \cdot 14 / 350^2 \cdot 2} = 0,00006.$$

Битта тўрт қирра ёғочнинг инерция радиуси, болтлар орасидаги масофа ва эгилувчанлиги,

$$i = 0,29 \cdot h_1 = 0,29 \cdot 7 = 2,03 \text{ см}; \quad l_1 = 50 \text{ см};$$

$$\lambda_y = l_1 / i = 50 / 2,03 = 24,6, \quad \text{бу ҳолда } \lambda = 0 \text{ деб олинади.}$$

Келтирилган эгилувчанлик -  $\lambda_{кел}$ ,

$$\lambda_{кел} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda^2} = \mu_y \cdot \lambda_y = 1,00006 \cdot 61,2 = 61,2 < 70.$$

устиворлик коэффициенти -  $\varphi_y$ ,

$$\varphi_y = 1 - 0,8 \left( \frac{\lambda_{кел}}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left( \frac{61,2}{100} \right)^2 = 0,7$$

Кучланиш -  $\sigma$ ,

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{0,2}{0,7 \cdot 0,0280} = 10,2 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа.}$$

## 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	Белги ла ниши	номи	Белгила ниши	
Куч (юклама, оғирлик, бўйлама ва кўндаланг кучлар)	Ньютон	<i>N</i>	Килограмм - куч Тонна - куч	кгк  тк	$1 N \text{ қ } 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ см} / \text{с}^2$ ; $1 \text{ МН} \text{ қ } 10^3 \text{ КН} \text{ қ } 10^6 \text{ Н}$ ; $1 \text{ кгк} \text{ қ } 9,81 \text{ Н} \sim 10 \text{ Н}$ ; $1 \text{ тк} \sim 10^4 \text{ Н} \text{ қ } 10 \text{ кН}$ ;
	Килоньютон Меганьютон	<i>кН</i> <i>МН</i>			
Куч моменти (эгувчи момент)	Ньютон-метр	<i>Н·м</i>	Килограмм-куч- сантиметр	кгк·м	$1 \text{ кгк} \cdot \text{см} \sim 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;
	Килоньютон- метр Меганьютон- метр	<i>кН·м</i> <i>МН·м</i>	Килограмм -куч - метр <b>Тонна - куч - метр</b>	кгк·м  тк·м	$1 \text{ кгк} \cdot \text{м} \sim 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ; $1 \text{ тк} \cdot \text{м} \sim 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} \text{ қ } 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;
Босим (кучланиш, меъерий ва ҳисобий қаршилик- лар, эластиклик ва силжиш модуллари)	Паскаль	<i>Па</i>	Килограмм -куч - сантиметр квадрат	кгк/см <sup>2</sup>	$1 \text{ МПа} \text{ қ } 10^3 \text{ кПа} \text{ қ } 10^6 \text{ Па}$ ; $1 \text{ Па} \text{ қ } 1 \text{ Н} / \text{м}^2$ ;
	Килопаскаль	<i>кПа</i>			
	Мегапаскаль	<i>МПа</i>			
					$1 \text{ МПа} \sim 10 \text{ кгк} / \text{см}^2$ ; $1 \text{ кгк} / \text{см}^2 \sim 0,1 \text{ МПа}$ ;

Эслатма:

1. Қурилиш конструкцияларини ҳисоблашда юклама ньютонда ҳисобланади.
2. Кесимларни геометрик характеристикаларини  $\text{см}^2$ ,  $\text{см}^3$  ёки  $\text{см}^4$  ларда ҳисоблаш қулай, кейин  $\text{м}^2$ ,  $\text{м}^3$ ,  $\text{м}^4$  ларга ўтказиб олинади.
3. Статик ҳисоблашда зўриқишлар СИ бирлигида ҳисобланади: бўйлама ва кўндаланг кучлар - *N* да; эгувчи ва буровчи моментлар-*Н·м* да, ёки *МН·м* да. Агар кучланишни

ҳисобланадиган ва кейин ҳисобий қаршилик билан таққосланадиган бўлса, у ҳолда ҳисоблаш ҳисобий қаршилик бирлигида бажарилиши мақсадга мувофиқдир. ҳисобий қаршилик  $MПа$  да берилган бўлса: зўриқиш -  $MН$  да; эгувчи момент-  $MН\cdot м$  да; геометрик характеристикалар  $м^2$ ,  $м^3$  ва  $м^4$  ларда ҳисобланади.

4. Эгилиш ҳисобланганда: юклама -  $MН/м$  да; оралик-  $м$  да; эластиклик модули-  $MПа$  да; инерция моменти -  $м^4$  да birlikларида олинади.

### Ёғоч материаллари кўндаланг кесим ўлчамлари

2-илова

қалин лиги	Кенглиги, мм								
	Тавсия этиладиган				Рухсат берилладиган				
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: Тилоўоч қарағай, қора қарағай, кедр, оқ қарағай	650	800
		500	600
2	қаттиқ баргли: Эман (дуб), оқ қайин (берёза), қора қайин (бук), шумтол (ясень), граб (қайинлар оиласига мансуб), заранг (клен), акас (оқ ва сариқ гулли дуккакли бўта), қайраўоч (вяз) ва элма (ильм-қайраўочнинг бир тури)	700	800
3	Юмшоқ баргли: Тоўтерак (осина), терак, ольха (дарахт, ёки бўта), жўка (липа)	500	600

Эслатма:

1. Янги кесилган игна баргли ва юмшоқ баргли ёғочлар зичлиги -  $850 \text{ кг/м}^3$ ; қаттиқ барглиларники эса -  $1000 \text{ кг/м}^3$ .
2. Елимланган ёғочнинг зичлиги сифатида яхлит бутун ёғоч зичлиги олинади.
3. Оддий фанеранинг зичлиги сифатида ёғоч шпон зичлиги олинади; шимдирилган фанераники эса -  $1000 \text{ кг/м}^3$  га тенгдир.

Асосий конструкцияларнинг пластмассаларнинг физик-механик хоссалари

4- илова

Кўрсаткич	Стеклопластикалар	
	Полиэфирли варақли	АГС - 4С
Зичлиги, $\text{кг/м}^3$	1400...1500	1700...1900
Вақтинчалик қаршилик, МПа:		
Чўзилиш	60...110	500
Сиқилиш	100...200	-
Эгилиш	130...160	250
Эластиклик модули, МПа		0
Ёруўлик ўтказувчанлик, %	85 гача	0,2
Сув шимувчанлик, %	0,3...1	70
Ойна толаси миқдори, %	20...29	Ойна ити
Ойна толаси	майдаланган	Фенол- формаль-
Боўловчи	полиэфирли	дегид Р-2

Кўрсаткич	Органик ойна	Винипласт
Зичлиги, $\text{кг/м}^3$	1180	1400
Вақтинчалик қаршилик, МПа:		
Чўзилиш	55	550
Сиқилиш	80	750
Эгилиш	110	850
Эластиклик модули, МПа	2800	28000
Ёруўлик 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, $\text{кг/м}^3$						
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
Эгилиш	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

## карағай ва қора карағайнинг ҳисобий қаршиликлари - R

5- илова

Элементлар характеристикаси ва кучланганлик ҳолати	Боўланиши	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	$R_q$	10 <sub>q</sub>	7	-
б) елимланган элементлар	$R_q$	12 <sub>q</sub>	9	-
3. Бутун юза бўйлаб толаларига кўндаланг сиқилиш ва эзилиш	$R_c, R_{эз90}$		1,8	
4. Маҳаллий толаларига кўндаланг эзилиш: а) Конструкцияларни таянч қисмларида, ўйик бирикмаларда ва элементларни тугун туташувларида	$R_{эз90}$		3	
б) Эзилиш бурчаги $60 \div 90^\circ$ да шайба тагидаги	$R_{эз90}$		4	
5. Толалари бўйлаб ёрилиш: а) елимланмаган элементларни эгилишидаги	$R_{ёр}$	1,8	1,6	1,6
б) елимланган элементларни эгилишидаги	$R_{ёр}$	1,6	1,5	1,5
в) пеш ўйик бирикмаларида максимал кучланиш учун	$R_{ёр}$	2,4	2,1	2,1
г) елимли бирикмаларда максимал кучланиш учун	$R_{ёр}$		2,1	
6. Толаларига кўндаланг ёрилиш: а) елимланмаган элементлар бирикмаларида	$R_{ёр90}$	1	0,8	0,6
б) елимланган элементлар бирикмаларида	$R_{ёр90}$	0,7	0,7	0,6
7. Елимланган ёғоч элементларини толаларига кўндалангги бўйича чўзилиш	$R_{q90}$	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)

-  $m_H$  қ 1,2 га тенг;

б) толаларига кўндаланг эзилишда -  $m_{Hк}1,4$  га тенг.

### **Асосий ва қўшимча адабиётлар**

1. Г. Н. Зубарев. Конструкции из дерева и пластмасс. Москва: Вўсшая школа, 1990 . - 287с.
2. Ю. В. Слицкоухов, В. Д. Буданов, М. М. Гаппоев и др. Конструкции из дерева пластмасс. Москва: Стройиздат, 1986. - 543с.
3. К. И. Рузиев. Прочность конструкций из древесинў и пластмасс. Ташкент. «Ўқитувчи»: -1993. - 175 с.
4. КМК 2.01.03 - 96. Зилзилавий худудларда қурилиш. Тошкент: 1997. -65 б.

5. КМК 2.03.08-98. Ёғоч конструкциялари. Тошкент: 1998. - 65 б.
6. Mathias Raschke. Probleme des erdbebengerechten Bauens mit traditionellen Bauweisen in Zentralasien // Diplomarbeit. – Weimar, 1996. -152 s.
7. Mc Henry, P.G.: Adobe and rammed earth buildings. Design and construction. UNM Zimmerman. Originally published by John Wiley & Sons, New York, 1984. -217 p.
8. Miller. T., Grigutsch. E., Schulze. K.W. LEHMBAUFIBEL: Herausgegeben durch die Forschungsgemeinschaften Hochschule. – Weimar, 1947. – 103 s.
9. Minke, G.:Lehmbau-Hanbuch. Ökobuchverlag Staufen 1994
10. New Mexico Adobe and Rammed Earth Building-Code. CID-GCB-NMBC-91-1. Regulation & Licensing Department. Construction Industries Division. NM, USA, - 1991. –11 p.
11. NZS 4297:1998 «Engineering Design of Earth Buildings», Standards New Zealand.
12. Pollack E., Richter E. Technik des Lehmbaues, Verlag Technik Berlin, Berlin. –1952.
13. Proctor R.R. Fundamental Principles of Soil Compraction, Engineering News Record, 31. VIII, 7,21 и 27 / IX 1933.
14. Schroeder H., Schwarz I. Wohnbauten aus Lehm in seismisch aktiven Regiones Zentralasiens // LEHM 94. Internationales Forum fur Kunst und Bauen mit Lehm. Aachen, 1994 – S. 44-45.
15. Schroeder H. Bauen mit Erdstoffen – Fachbibliographie der Arbeiten an der HAB Weimar. HAB Weimar, Arbeitsmaterialien Lehstuhl Planen und Bauen in Entwicklungsladem, Heft 7, Weimar., 1993 – S/ 17.
16. Webster F. Research and CODE improvement // Dea. Tech. Research Inc. USA,- 1999.- 15 p.
16. Zegarra, L., D. Quiun, A.S. Bartolome and A.Giesecke. Reforzamiento de viviendas existentes de adobe. Proyecto CERESIS-GTZ-PUCP. Report presented at the XII National Congress of Civil Engineering. Huanuco, Peru. 1999.
17. Khadjiev I, Rosiev K. Fibres make clay stronger for building // Appropriate Technology. –United Kingdom-2000. –Vol 27, No 4-P.5-6.
17. Khadjiev I, Rosiev K. Improving traditional brick // The new magazine design and building «ARCHITECTUREWEEK». St. Eugene, OR 97402 USA, 2002.-N90.-P. B1-4.
18. Razzokov S. J. The earthquake-resistance and stability of buildings and structures built from clay.// Umweltforum Berlin Auferstehungskirche. Berlin, Germany,- 2003,-s. 62-71.

### Мундарижа

Кириш.....		4
1-БОБ	Ёғоч ва пластмасса.....	10
	1.1 Ёғоч .....	10
	1.2 Конструкциян пластмассалар.....	19
2-БОБ	Ёғоч элементлар.....	23



	2.1	Чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш.....	23
	2.2	Яхлит кесимли ёғоч ва пластмасса элементларини ҳисоблаш.....	27
3-БОБ		Ёғоч ва пластмасса элементларини улаш.....	42
	3.1	Ёғоч конструкцияларини улаш.....	42
	3.2	Пластмасса конструкцияларини улаш.....	49
4-БОБ		Ёғоч ва пластмасса тўшамалар.....	51
	4.1	Ёғоч тўшамалар.....	41
	4.2	Пластмасса тўшамалар.....	56
5-БОБ		Ёғоч тўсин ва устунлар.....	58
	5.1	Мойил боўланишдаги таркибий кесимли ёғоч тўсин конструкцияларини эгилишга ҳисоблаш.....	58
	5.2	Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойихалаш.....	62
	5.3	Яхлит кесимли ёғоч тўсинлар.....	64
	5.4	Елимланган ёғоч тўсинлар.....	66
	5.5	Ёғоч устунлар.....	67
6-БОБ		Ёғоч аркалар.....	73
	6.1	Арка конструкциялари.....	73
	6.2	Ёғоч аркаларни ҳисоблаш.....	76
7-БОБ		Ёғоч рамалар.....	79
	7.1	Ёғоч рама конструкциялари.....	79
	7.2	Ёғоч рамаларни ҳисоблаш.....	81
8-БОБ		Ёғоч фермалар.....	83
	8.1	Ёғоч ферма конструкциялари.....	83
	8.2	Ёғоч фермаларни ҳисоблаш.....	88
9-БОБ		Ёғоч ва пластмасса фазовий конструкциялари.....	94
	9.1	Фазовий конструкциялар.....	94
	9.2	Пневматик қурилиш конструкциялари.....	102
10-БОБ		Ёғоч конструкцияларини таъмирлаш ва кучайтириш.....	108
	10.1	Ёғоч конструкцияларини кучайтириш....	108
	10.2	ҳисоблаш схемаларини ўзгартирмасдан ва ўзгартириб кучайтириш усуллари	111
11-БОБ		Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти.....	112
	11.1	Ёғоч ва пластмасса конструкцияларининг иқтисодиёти	112
	11.2	Материаллар сарфини аниқлаш	113
12-БОБ		Ёғоч конструкцияларини ҳисоблашга доир мисоллар	115
		Иловалар.....	133
		Асосий ва қўшимча адабиётлар.....	138

