

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА – ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

**ХАСАНОВА Н.Т., ДЖАЛОЛОВА Д. Н.,
УСМАНХОДЖАЕВА Л.А., АЛИМОВ Х.Т.**

Ёғоч конструкциялари

дарслик

ТОШКЕНТ – 2018

УДК: 694.141

Муаллифлар: Хасанова Н.Т., Джалолова Д.Н., Усманходжаева Л.А.,
Алимов Х. Т.

“Ёғоч конструкциялари” дарслик.

Ушбу “Ёғоч конструкциялари” дарслигида, ёғочдан тайёрланадиган юк кўтарувчи ва тўсиқ конструкцияларни ҳисоблаш ҳамда лойиҳалашга доир асосий маълумотлар баён қилинган. Унда ёғочнинг хоссалари ҳақида қисқача маълумотлар, конструкцияларни тайёрлашда кенг қўлланилувчи бирикмаларнинг турлари, ҳисоби, том ва ораёпма тўшамалари, панжаралари, вассатўсин (прогон)лар, тўсинлар, ёпма панеллари, фермалар, равоқлар ва рамаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир мисоллар ўрин олган.

Шунингдек, дарсликда ёғоч конструкцияларни ҳисоблашда қўлланилувчи маълумотлар амалдаги қурилиш меъёрлари, қоидалари ва бошқа меъёрий ҳужжатлар асосида келтирилган.

Дарслик олий таълим муассасаларининг 5340200 – “Бино ва иншоотлар қурилиши (саноат ва фуқаро бинолари)” йўналишлари бўйича таълим олаётган бакалаврлар ва қурилиш мутахассисликлари бўйича ихтисослашаётган магистрантлар учун мўлжалланган, ундан лойиҳачилар ва амалий фаолият олиб бораётган қурувчи-мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

Тақризчилар: т.ф.н. проф. П.Т.Мирзаев – ТАҚИ “Қурилиш конструкциялари” кафедраси.

т.ф.н. доц. Н.Б. Шоумаров – ТТЙМИ “Бино ва саноат иншоотлари қурилиши” кафедраси

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018 йил, 25-августдаги 744-сонли буйруғининг 9-иловасига асосан дарслик сифатида нашр этишига рухсат берилди.

©ТАҚИ

СЎЗ БОШИ

Маълумки, ёғоч - энг қадимий қурилиш материалларидан ҳисобланиб, ёғочдан тайёрланган конструкциялар қишлоқ хўжалик биноларида, ёғочни қайта ишлашга мўлжалланган ишлаб – чиқариш биноларида, химиявий агрессив муҳит мавжуд бўлган бино-иншоотларда, жамоат биноларида (спорт иншоотлари, кўргазма заллари, савдо павильонлари ва шунга ўхшаш), ёрдамчи саноат ва омбор биноларида, шунингдек, вақтинчалик бино ва иншоотларда муваффақиятли қўлланилиб келинмоқда. Халқимизнинг индивидуал турар-жой бинолари, маҳалла гузарлари, тўйхоналар, ошхона-чойхона биноларини барпо этишида ҳам ёғочдан кенг миқёсда, ўзига хос тарзда фойдаланишини таъкидлаб ўтиш эътиборга моликдир.

Ёғоч конструкциялар ўзининг индустриаллиги, массасининг кичиклиги, монтаж қилишнинг осонлиги, таннархининг пастлиги, юқори мустаҳкамлик ва пишиқликка эгалиги, меъморий-бадий талабларга жавоб бериши каби кўрсаткичлари билан ажралиб туради. Улар биноларни тиклашда бошқа материаллардан тайёрланган турдош конструкциялар билан бемалол рақобатлаша олади. Замонавий бино ва иншоотларни бунёд этишда ёғоч конструкциялар ўзига хос, алоҳида ўрин эгаллайди. Уларнинг ўрнини тўғри аниқлаш, ҳисоблаш ва лойиҳалаш усуллари билиш, амалдаги меъёрий ҳужжатлардан фойдалана олиш, энг мақбул ечимларни ишлаб чиқиш, лойиҳачидан юқори малака ва чуқур билимга эга бўлишни тақозо этади.

Ёғоч конструкциялари дарслиги 10 бобдан иборат бўлиб: Ёғоч конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг асосий тамойиллари; Ёғоч конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг асосий тамойиллари; Ёғоч конструкциялар элементларини ҳисоблаш; Стропилалар ва вассатўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Ёпма панеллар, тўшамаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Ёғоч тўсин, устунларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Ёғоч аркаларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш; Ёғоч рамаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Ёғоч фермаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Фазовий ёғоч конструкцияларни

ҳисоблаш ва лойиҳалаш; Ёғоч конструкцияларини таъмирлаш ва кучайтириш назарий ва амалий масалаларини ўз ичига олган бўлиб, унда конструкцияларини лойиҳалаш асослари, юклар ва таъсирлар, конструкцияларини чегаравий ҳолатлари бўйича ҳисоблаш усуллари ёритилган.

Ушбу дарслик бўлажак бакалавр ва магистр талабаларга ёғоч ҳақидаги асосий маълумотларни, конструкцияларда қўлланилувчи бирикмаларнинг асосий турлари ва уларни ҳисоблаш усуллари, бино ва иншоотларни тиклашда ишлатиладиган кенг тарқалган конструкциялар ҳақидаги асосий маълумотларни, уларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир мисолларни ўз ичига олган. Дарсликнинг асосий мақсади – ёғоч конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда ҳал этиладиган масалаларни фаннинг ўқув дастури асосида тизимли равишда тўлиқ ҳажмда аниқ мисолларда баён қилишдан иборатдир. Мисолларда зарурий график материаллар, схемалар, жадваллар келтирилган. Иловаларда ёғоч конструкцияларни ҳисоблашда ишлатиладиган маълумотлар ва кўрсатмалар берилган.

Назарий мавзулар янада тушунарли бўлиши учун дарсликда мисол ва масалалар ечишга кенг ўрин берилган ва шуларга тегишли бўлган расм, жадвал ва схемалар келтирилган.

Дарсликдан шунингдек, мустақил ечиш учун тузилган мисоллар ва машқлар ҳам жой олган.

Физик қиймат ва миқдорлар бирликлари халқаро (СИ) тизими асосида қабул қилинган.

Дарсликни яратишда адабиётлар рўйхатида келтирилган дарслик, ўқув қўлланмалари, меъёрий ҳужжатлардан, шунингдек, муаллифларнинг кўп йиллик фаолияти давомида тўпланган илмий-техник материаллардан фойдаланилган.

КИРИШ

Ўзбекистонда олиб борилаётган ислохотлардан асосий мақсад, юртимизда соғлом ва баркамол, билимли, юксак маънавий-ахлоқий фазилатларга эга бўлган авлодни шакллантиришдан иборат. Ўзбекистон Республикасида Мустақиллик йилларида Олий таълимни ислох қилиш борасида кенг кўламли, истиқболга мўлжалланган ишлар амалга оширилмоқда. «Кадрлар тайёрлаш Миллий Дастури», «Таълим тўғрисидаги» қонунлари ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарори қабул қилиниши Олий таълимнинг Давлат таълим стандартларининг ишлаб чиқилиши ва жорий этилиши ҳамда бошқа муҳим ҳужжатларнинг қабул қилиниши олий таълим муассасаларининг моддий базасини тубдан яхшилашни, юқори малакали кадрлар тайёрлашни, уларнинг ҳар томонлама чуқур билим, тажриба ва кўникмаларга эга бўлишини таъминлаш кўзда тутилади.

Ушбу вазифаларни рўёбга чиқаришда олий таълим соҳаларининг ўзбек тилидаги дарслик ва ўқув қўлланмалари билан таъминланганлиги ҳам муҳим аҳамият касб этади. Мазкур дарслик яратилиши қурилиш соҳаси учун тайёрланаётган бакалавр ва магистрлар учун шу пайтгача ёғоч конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш бўйича ўзбек тилида дарслик ва ўқув қўлланмаларининг кам миқдорда мавжудлигининг ўрнини тўлдиришга хизмат қилади.

Ёғоч - нисбатан енгил, мустаҳкам ўзи бунёдга келадиган, тайёр қурилиш материали ҳисобланади. Ёғоч айниқса кейинги йилларда қурилишга кескин кириб келаётган енгил қурилиш конструкциялари бўлиб, уларни қўллаш қурилишдаги энг муҳим йўналиш, қурилиш ишлаб-чиқаришини тезлаштириш ва самарадорлигини оширишга олиб келди.

Қуруқ қарағай ва қора қарағай ёғочининг зичлиги 500 кг/м^3 га тенгдир. Бу ўз навбатида ёғоч конструкциялари оралиғини 100 метргача ва ундан катта қилиб тиклаш имкониятини беради.

Ёғоч-яхшигина иссиқлик сақловчи материалдир, бу эса деворлар ва кам қаватли уйлар том ёпмалари учун жуда муҳимдир. Ёғоч-қаттиқлиги кам материал, шунинг учун унга енгил ишлов бериш мумкин. Бу хусусияти ёғоч конструкцияларини тайёрлашни осонлаштиради.

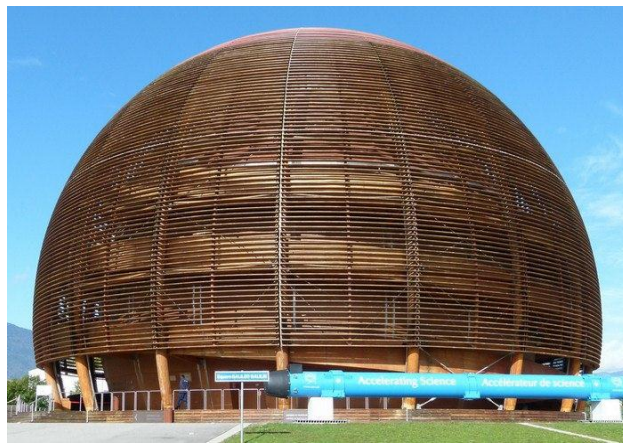


Metropol Parasol йирик ёғоч иншооти Испания давлати Севиля шаҳрида 2011 йил қурилган.

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



Big wood номли 34-қаватдан иборат HSB компаниясининг бош биноси. Швеция.



2014 йилда қурилган Global of Science and Innovation музейи. Ватикан.

Ёғоч конструкциялари ишончли, енгил ва етарли мустаҳкамликка эгадир. Яхлит-бутун кесимли ёғоч материаллари асосида турар-жой, умумий

ва ишлаб-чиқариш бинолари қурилади. Елимланган ёғоч конструкциялари асосида эса кичик ва катта оралиқли том ёпмалар тикланади.

Ёғоч сувга чидамли синтетик елимлар билан ишончли елимланади. Бунинг натижасида йирик кўндаланг кесимли, катта узунликдаги, турли шаклда эгилган, синиқли ҳамда бошқа турлардаги елимланган ёғоч конструкциялари тайёрланади. Елимланган ёғоч конструкцияларидан катта оралиқли конструкциялар ҳам тайёрланади. Ёғочдан сувга чидамли қурилиш фанераси олинади ва улардан енгил елимланган фанерли конструкциялар тайёрланади.



Villa San Valentino биноси. Италия.



540-метрлик ёғоч кўприк. Абхазия.

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

I БОБ. ЁҶОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШНИНГ АСОСИЙ ТАМОЙИЛЛАРИ

1.1. Ёғоч конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир умумий кўрсатмалар

Бино ва иншоотларни тиклашда заводларда тайёрланувчи йиғма конструкцияларни имтиёзли равишда қўллаш тавсия этилади. Улар ўлчамлари типлаштирилган турларининг кам сонли монтаж элементларидан тузилиши, ташиш ва ўрнатишда қулай бўлиши керак. Йиғма конструкциялар технологиябоп бўлиши, тайёрлашдаги меҳнат сарфи катта бўлмаслиги керак.

Конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда уларнинг ишлаш, тайёрланиш, ташиш ва монтаж қилиш шароитлари эътиборга олиниши керак. Шунингдек, уларнинг узокқа чидамлилиги, пишиқлиги ва мукамаллигини таъминлаш чоралари кўрилиши лозим.

Бевосита қурилиш майдонларида фақат чорқирра (брус)лар ва ходалардан конструкциялар тайёрланиши мақсадга мувофиқдир.

Тахталардан михлаб тайёрланувчи кўп қатламли конструкциялар ва пластинасимон (ясси) нагеллар билан бириктирилувчи чорқиррали (бруссимон) конструкциялар фақат вақтинчалик бино – иншоотларни тиклашда қўлланилиши мумкин.

Замонавий индустриал тўсиқ конструкциялар – плита ва панелларни тайёрлашда ёғоч ва пластмассалар билан бир қаторда юпқа пўлат листлар, алюминий қотишмаларидан тайёрланган материаллар, асбестцемент варақлар кабиларнинг қўлланилиши яхши самара беради. Иситгич қатлами сифатида енгил иссиқлик сақлагич материаллар ишлатилади.

Ёғоч конструкцияларни лойиҳалашда уларни биологик емирилишдан, ёнишдан ва химиявий агрессив муҳит таъсиридан ҳимоялашнинг конструктив тадбирлари кўзда тутилиши керак.

Ёғоч конструкциялари ишлатилишининг ҳарорат-намлик шароитларига кўра гуруҳларга бўлиниши 1-иловада келтирилган.

Зарур ҳолларда, юқори ҳарорат ва намлик, химиявий агрессив муҳитларда, узоқ муддат хизмат қилиши мўлжалланган конструкцияларнинг материалларига ҚМҚда келтирилган кўрсатмалар асосида химиявий ишлов берилади.

Ёғоч ва пластмасса конструкциялар чегаравий ҳолатларнинг икки гуруҳи бўйича ҳисобланади:

а) юк кўтариш қобилияти бўйича (мустаҳкамлиги, шакли ва ҳолатининг устиворлиги) – ҳисобий юклар таъсири;

б) нормаль ишлатишга яроқлилиги бўйича (деформациялари, кўчишлари) – меъёрий юклар таъсири.

Ёғоч конструкцияларни ҳисоблашда юкларнинг турлари ва уларнинг қийматлари, таъсир этиш муддатлари ва йиғиндиси бўйича бўлиниши ҚМҚ 2.01.07-96 талаблари асосида қабул қилинади.

Доимий юкларга конструкциядан фойдаланишнинг бутун даври муддатида таъсир этувчи юклар ва таъсирлар киради (хусусий оғирлик, стационар ускуна – жиҳозлар оғирлиги, шунингдек, пневматик конструкциялар қобиқлари ичидаги ҳавонинг ички босими).

Вақтинчалик юклар узоқ ва қисқа муддат давомида таъсир этувчи юкларга бўлинади.

Узоқ муддатли вақтинчалик юкларга конструкцияга таъсирининг ҳисобий даври бир неча суткадан бир неча ойгачани ташкил этувчи юклар киради (қор қатламининг оғирлиги, ташқи ҳаво ҳароратининг ойлик ўзгаришлари ва шу кабилар, пневматик конструкциялар учун шунингдек, шамол юки).

Қисқа муддатли вақтинчалик юкларга конструкцияга таъсирининг ҳисобий даври бир неча суткани ташкил этувчи юклар киради (шамол юки, ташқи ҳаво ҳароратининг суткалик ўзгаришлари, қуёш радиациясининг

иссиқлик таъсири, одамларнинг оғирлиги, монтаж ва таъмирлаш ишлари даврида - материал ва асбоб-анжомлар оғирлиги ва шу кабилар).

Меъёрий ва ҳисобий юклар, шунингдек, уларнинг йиғиндилари қийматларини ҚМҚ 2.01.07-96 га асосан қабул қилинади.

Панеллар элементларининг меъёрий ва ҳисобий ҳароратлари, шунингдек, намлик таъсирининг ҳисобий қийматлари 3-иловага асосан қабул қилинади.

Ораёпма ва ёпмаларнинг юк кўтарувчи ёғоч конструкциялари, одатда, бир ораликли, бўлинган қилиб лойиҳаланади.

Конструкциялар элементлари ва бирикмаларидаги зўриқишлар, материаллар эластиклик чегарасида ишлайди деб олиниб, қурилиш механикасининг умумий қоидалари бўйича аниқланади, зарур ҳолларда бирикмаларнинг мойиллиги ҳисобга олинади.

Ёғоч конструкциялар бирикмаларининг ҳисобий юк кўтариш қобилятидан тўлиқ фойдаланилган ҳолларда деформацияларининг қийматлари қуйидагича қабул қилинади: ўймали ва чети-четига турумли қилиб бириктирилганда – 1,5 мм, нагелли бирикмаларда – 2 мм, толаларга кўндаланг бириктирилганда – 3 мм. Ҳисобий юк кўтариш қобилятидан тўлиқ фойдаланилмаса - деформациялар бирикмаларга таъсир этувчи зўриқишга мутаносиб равишда қабул қилинади.

Статик ҳисобларда доимий юклар конструкциялар материалларининг зичлиги бўйича, вақтинчалик юклар эса амалдаги меъёрий ҳужжатлар бўйича аниқланади.

Юкларнинг дастлабки ҳисобида ораёпма ва ёпмаларнинг юк кўтарувчи конструкцияларининг хусусий оғирлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$g_{x.o}^n = \frac{g^n + P^n}{\frac{1000}{K_{x.o}} - \ell}, \quad (1.1)$$

$g_{x.o}^n$ - юк кўтарувчи конструкциянинг хусусий оғирлиги (Н/м^2 ёки Н/м ларда ўлчанади);

g^n ва P^n - доимий ва вақтинчалик меъёрий юклар (ҳисобланаётган конструкциянинг хусусий оғирлиги ҳисобга олинмаган ҳолда);

ℓ - конструкциянинг оралиғи, м;

$K_{x.o}$ - конструкциянинг хусусий оғирлик коэффициенти, конструкциянинг тури ва унга таъсир этаётган юкларнинг қийматига кўра маълумотнома жадвалларидан қабул қилинади.

(1.1) формулага юкларнинг ҳисобий қийматлари қўйилиб, конструкция хусусий оғирлигининг ҳисобий қиймати аниқланади.

Конструкциялардаги зўриқишлар вақтинчалик юк бутун оралик бўйича ёки унинг бир қисмида қўйилган ҳолатлар учун аниқланади.

Устки белбоғининг қиялиги 30° дан кичик бўлган фермалар ва $\frac{f}{\ell} \leq \frac{1}{7}$ нисбат ўринли бўлган равоқлар учун шамол юки ҳисобга олинмаслиги мумкин.

Чордоқсиз ёпмалар фермаларида хусусий оғирлигидан ҳосил бўлувчи юклар устки белбоғ тугунларига қўйилади. Осма ораёпмали биноларда хусусий оғирлигидан ҳосил бўлувчи юклар устки в остки белбоғ тугунларига тенг тақсимланади.

Статик ноаниқ ёғоч конструкцияларни юк кўтариш қобиляти бўйича ҳисобланганда ёғочнинг эластиклик модули икки марта камайтириб олинади.

Юк кўтарувчи текис конструкцияларнинг сиқилувчи белбоғлари ўз текислигидан чиқишида устиворлигини йўқотмаслиги учун, конструкциялар тугунларининг силжимаслигини таъминлайдиган қилиб, вассатўсинлар, панеллар, робиталар ва тўсиқ конструкцияларнинг бошқа элементлари воситасида маҳкамланади.

Пасайтирилган остки белбоғли фермаларнинг тугунларида остки белбоғни маҳкамловчи вертикаль робиталар кўзда тутилади. Устунлар ва

биноларнинг бўйлама қаторлари Рамаларининг вертикаль элементлари ҳам вертикаль робиталар билан маҳкамланади.

Қия ва вертикаль робиталар бинолар узунлиги бўйича 20-25 м масофада қўйилади. Аркали ва рамали конструкцияларни жуфтлаб маҳкамлаш мақсадга мувофиқдир. Оралиғи 30 м дан ортиқ бўлган тўсинсимон ва тортқили-тиргакли конструкцияларнинг битта таянчи силжувчан қилиб бажарилади.

1.2. Ёғоч 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, эҳромалар 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 рамалар 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.

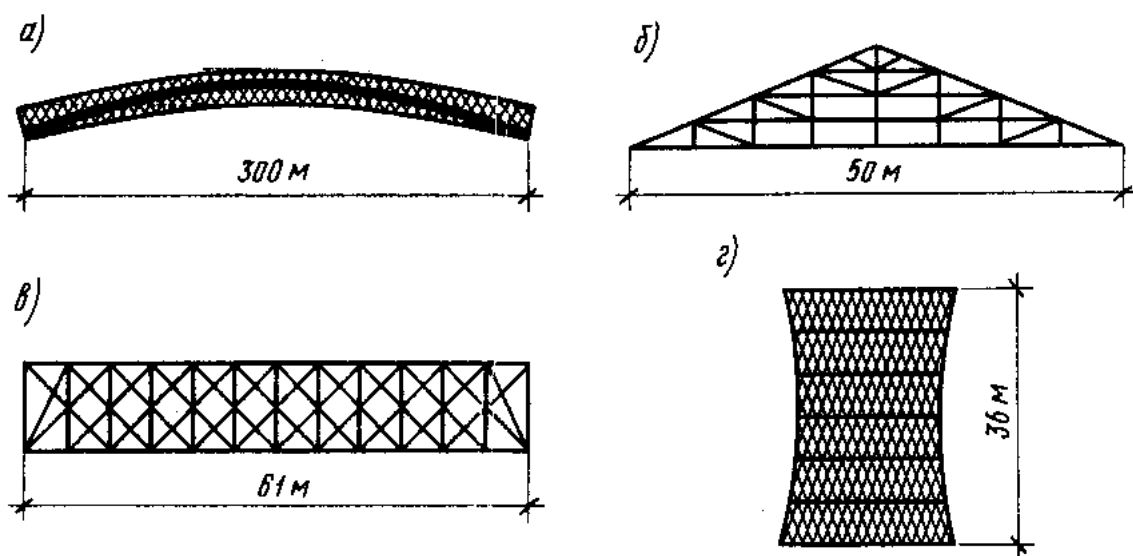
XIX асрнинг 70-чи йилларида янги Гвинея мамлакатига бориб қолган рус олими Миклухо - Маклай Н. Н. «папуас» қабилаларининг уйларида оддий ёғоч конструкцияларини ва тош болталарни кўрган. Папуаслар - ёғоч айрига устун қўйиб рамалар ҳосил қилиб уй ясаганлар. Бу усул уларга қадим замонлардан кириб келган.

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 ҳоказолар) 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 италян архитектори Палладио (1518 - 1580) стерженлар системасидан иборат ёғоч конструкцияларининг бир қатор схемаларини яратган.

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



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

- а - С.Петербургдаги Нева дарёси орқали кўприк лойиҳаси (муаллиф И. П. Кулибин);
- б - Москва Манежининг ёппа 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).

XVIII аср охирларида рус муҳандиси И.П.Кулибин Петербургда Нева дарёси орқали 300 метрли (1.1 а- расм) йирик ёғоч кўприкнинг ихчам лойиҳасини 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 лойиҳаси ўша даврларда йирик кўприк қурилишларини амалга ошириш учун зарур бўлган жиҳозларни етарли бўлмаганлиги сабабли амалда табиий ўлчамда қурилмай қолган.

XIX аср бошларида Россияда Москва манежини қуришда биринчи марта учбурчакли тўртқирра ёғочдан тайёрланган стропил 50 метр оралиқли фермалар яратилган ва қўлланилган (1.1 б - расм). XIX аср ўрталарида рус олими Д.И. Журавский Мсту дарёси орқали оралиғи 61 метр бўлган янги ёғоч ферма кўприк лойиҳасини яратган (1в - расм). Рус муҳандиси В.И. Шухов эса XIX аср бошларида биринчи марта ёғоч фазовий конструкцияларининг лойиҳаларини ишлаб чиққан. Орск шаҳрида у ишлаб чиққан лойиҳа асосида 36 м баландликдаги стерженлардан ташкил топган тўрсимон конструкцияли минора қурилган (1.1г - расм).

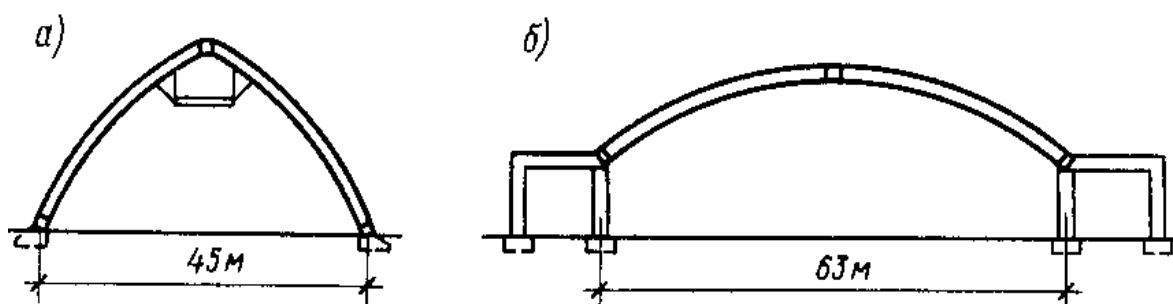
XX асрнинг 30-чи йилларида пўлат ва цементнинг танқислиги туфайли ёғоч конструкцияларига бўлган эътибор айниқса саноат қурилишида кучайган. Бу даврда тахта - михли тўсин ва рамалар, тўртқирра ва тахта - михли сегментли фермалар, рус олими В.С. Деревягин таклиф этган ёғоч пластинкали таркибли тўртқирра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

1950 йилларда елимланган ёғоч конструкциялари ишлаб чиқарила бошланган. Бу турдаги конструкцияларни ривожини рус олими Г. Г. Карлсен ҳаёти билан узвий боғлиқдир. 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 лойиҳаси яратилган ва қурилган (2а-

расм). Бу омборнинг асосий юк кўтарувчи конструкциялари тортқичсиз кўрсаткичсимон елимланган ёғочли аркалардир. Аркалар 45 м оралиқли ва кўндаланг кесимли ўлчамлари 30×105 см га тенгдир (1.2а-расм). 1980 йилларда Архангельскда асосий юк кўтарувчи конструкциялари оралиғи 63 м ли ва кўндаланг кесими 32×160 см ли бўлган елимланган ёғочли сегментли тортқичсиз аркалар спорт саройи қурилган (1.2 б-расм).

Елимланган ёғоч элементлар кам қаватли турар - жой уйлари конструкцияларида, кичик саноат ва жамоат биноларида, автойўл 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 оралиқли елимланган ёғоч аркасимон фазовий конструкциялар кенг қўлланила бошланган. Франциянинг Пуатье шаҳрида қурилган трибунали спортзал бунга мисол бўла олади. Бу иншоот режада овал кўринишида, том ёпмасининг асосий юк кўтарувчи конструкцияси-оралиғи 75 метр бўлган елимланган ёғоч аркадир.



1.2-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 ҳалкасига 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.

1980 йилларда ўзбек олими К.И.Рўзиев томонидан фазовий стерженли-структура ёғоч конструкцияларининг бир неча янги лойиҳалари 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 кимлар ёғоч конструкциялари билан шуғулланган?
4. Фазовий ёғоч структура конструкцияларининг янги турларини қайси ўзбек олими яратган?

1.3. Ёғоч конструкцияларининг турлари ва қўлланиш соҳалари

Ёғоч — қурилишбоп табиий материал бўлгани сабабли, қадимдан инсонлар уни турли бино ва иншоотлар, турар жойлар (масжид, мақбара, тўғон, кўприк ва ҳ.к.) қурилишида ишлатиб келишган.

Ёғочнинг қурилишда кенг қўлланишига сабаб, биринчидан, табиатда унинг захираси кўплиги бўлса, иккинчидан, ижобий хусусиятларидир (ишлов бериш осонлиги, енгиллиги, оловбардошлиги, кимёвий агрессив муҳитга чидамлилиги ва бошқалар). Шу билан бирга, ёғочни бинокорликда ишлатиш

жараёнида унинг салбий хусусиятларини ҳам (анизотроплиги, ёниши, чириши, микроорганизмлар таъсирида бузилиши ва бошқалар) ҳисобга олиш зарур.

Бино ва иншоотларда ёғоч конструкцияларнинг қўлланилиши, бошқа конструкциябоп материалларга нисбатан самарали бўлиб, кам харажатлар сарфланишига олиб келади. Масалан: елимланган ёғоч конструкция, кимёвий емирувчан муҳитда темирбетон конструкцияга нисбатан 4-5 марта, металл конструкцияларга нисбатан эса 2-3 марта кўпроқ муддат хизмат қилади, меҳнат сарфи эса 1,5 мартаба кам бўлади. Бу эса бино ёки иншоот таннархининг камайишига олиб келади. Агар ўрмончиликни рациональ олиб борилса, ёғоч захираси туганмас бойликдир, яъни ҳар 15-25 йилда ўрмонларни қайтадан экиш натижасида қурилишга яроқли навлардаги дарахт ёғочларини янгидан етиштиришни йўлга қўйиш мумкин.

Аммо нотўғри лойиҳаланган ёки қурилган ёғоч иморатларнинг тез орада чириши, бузилиши ёки ёниши кўпчиликда ёғочнинг чидамлилигига шубҳа пайдо қилади ва сўнгги йилларда қурилишбоп материал сифатида (ривожланган чет мамлакатлар бундан мустасно) кам ишлатила бошланди. Нормал муҳитда фойдаланилса, ёғоч ўзининг юқори физик-механик хусусиятларини бир неча ўн йил эмас, балки юз йиллар антисептик ишловсиз сақлаб қолади. Ҳозирги кунда қурилишнинг барча соҳаларида ёғоч ва пластмасса конструкциялардан оқилона фойдаланиш энг муҳим масалалардан биридир. Қурилиш тарихига назар ташласак, ёғочнинг ишлатилиш кўлами жамиятнинг ривожланиши билан боғлиқ эканлигини кўрамиз. Ибтидоий жамоа даврида оддий иншоотлар қурилган бўлса, қулдорлик даврида ёғочнинг бино ва иншоотларда қўлланилиш кўлами анча кенгайди, бунга биринчидан инсон онгининг ўсганлиги сабаб бўлса, иккинчидан иш қуролларининг тубдан ўзгаришидир (тош қуроллардан металл қуролларга ўтиш). Феодализм даврида, қурилиш ишлаб-чиқариш технологиясининг ривожланиши ёғочни асосий конструкциявий материал сифатида

ишлатишга олиб келди. Ёғочдан барпо этилган ва шу кунгача сақланиб қолган бино ва иншоотлар фикримизга далил бўла олади:

Коломенский қишлоғида 1667-1681 йилларда ёғочдан барпо этилган (Москва оstonасида рус подшоси Алексей Михайлович учун қурилган), дунёнинг саккизинчи мўожизаси деб ном олган сарой; 1774 йилда Кондопогда қурилган баландлиги 42 метр бўлган ибодатхона, И.П.Кулибин томонидан Нева дарёси устига қуриш учун лойиҳаланган оралиғи 298 метрли равоқли кўприк ва кўплаб иншоотларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин. XIX асрга келиб, ёғочдан қурилган бино ва иншоотлар кўлами янада кўпайди, булардан алоҳида эътиборлиси қуйидагилар: 1817 йилда архитектор Бетанкур томонидан лойиҳаланган оралиғи 48 метрли Москвадаги манежнинг том фермаси; Д.И.Журавский лойиҳалаган 61 метрли Мсту дарёси устига ва оралиғи 54 метрли Веребью дарёсига қурилган (1842-51 й.) кўприклар ва бошқа бир қанча иншоотлар шулар жумласидандир.

Ёғоч конструкцияларнинг ривожланишига XIX аср охирида кимё саноатининг ривожланиши натижасида турли хилдаги елимларнинг ишлаб чиқарилиши (карбамид, фенолформальдегид, эпоксид, казеин ва бошқалар) ёғоч конструкциялар тарихида елимланган ёғоч конструкциялар даврини бошлаб берди. Ёғочни энг «экологик тоза» конструкциявий материал ҳисоблаган ривожланган чет мамлакатлар (АҚШ, Германия, Буюк Британия, Чехия, Словакия, Франция, Япония ва бошқалар), Россия ва Украинада жуда кўп жамоат биноларини лойиҳалашда елимланган ёғоч конструкциялардан кенг фойдаланилади. Мисол тариқасида оралиқлари 18-100 метрли елимланган тўсинлар, Рама ва равоқлар билан ёпилган турли спорт саройлари, кўргазма бинолари, кинотеатр ва театр бинолари, турли хилдаги иншоотларни келтириш мумкин. АҚШнинг «Вайерхозер» фирмаси елимланган ёғоч конструкциялардан фойдаланиб, диаметри 257 метрли ёпиқ спорт саройининг лойиҳасини яратди ва уни Портленд, Филадельфия, Детройт ва Янги Орлеан шаҳарларида қурилган иморатларга татбиқ этди.

1.4. Ёғоч конструкциялар учун материаллар. Ёғочнинг физик-механик хоссалари

Ёғоч табиий органик материал бўлиб, табиатда унинг минглаб турлари учрайди. Ёғоч дарахт барглариغا қараб икки катта гуруҳга ажратилади: игнабарглилар ва япроқлилар.

Ёғоч учун асосий хом-ашё материал ер юзи бўйлаб кенг тарқалган ўрмонлар бўлиб, улар қуруқликнинг учдан бир қисмини эгаллайди. Ўрмонлар, асосан Европа, Осиё ва Америка қитъаларида жойлашган, улардаги дарахт турлари ҳар хил. Қурилиш учун асосий хом-ашё материал ҳисобланган игнабаргли ўрмонлар МДХ давлатларида умумий ўрмонларнинг 78%-ини ташкил этади (16%-қарағай, 11%-арча, 3,5% - пихта, 5% - кедр ва бошқалар).

МДХ давлатларида ўрмонларни кесиш йилига 800 млн.м³ ни ташкил этиб, унинг ярми қайта ишланади. Ўрмонларнинг ўсиш ҳажми ҳам МДХ давлатларида жуда паст: йилига 1 га майдоннинг ўсиши 1,25 м³-ни ташкил этади (бу кўрсаткич АҚШда – 1,5; Швецияда – 2,1, Германияда – 4,0, Данияда – 6,6-ни ташкил этади); бунинг асосий сабаби ўрмонзорлардаги иқлим шароити, дарахтлар вегетация даврининг давомийлигига боғлиқ.

МДХ давлатларида ўрмонларнинг умумий захираси 80 млрд.м³-ни ташкил этади, лекин ўрмончиликка хўжасизларча бўлган муносабат ёғоч хом-ашёсининг ханузгача камёблигига олиб келмоқда.

Марказий Осиёда ўрмонлар жуда кам. Майдоннинг кўп қисми тоғликлар, сувсиз қумли ва гилли ерлар - тақирлардан иборатдир. Зах кўп тўқайзорларда асосан тол, терак ва бошқаларни учратиш мумкин. Ғарбий Тяньшаннинг жанубий ён бағирликларида ёнғоқзорлар, тоғлар ён бағирларида арчазорлар мавжуд. Чўлларда асосан, қурилишга яроқсиз саксовуллар учрайди. Ўзбекистон Республикаси ҳукуматининг теракзорлар барпо этиш ҳақидаги қарори ёғоч хом-ашё материаллини кўпайтиришга қаратилган бўлиб, теракнинг конструкциябоп навларини қурилишда кенг ишлатишга олиб келади.

Ёғочнинг макро ва микро структурасини кўриб чиқадиган бўлсак, дарахт танаси органик модда бўлиб, асосан, икки хил-«прозенхим» ва «паренхим» хужайралардан иборатдир. Прозенхима – грекча сўз бўлиб, «проз» – чўзиқ ва «енхима» – тўлдирилган маънони англатади; иккинчиси - «паренхима», яъни латинча «пар» – бир хил ва «енхима» - тўлдирилган деган маънони англатади.

Прозенхим хўжайраларига кўпроқ чўзиқ тўқималар мансуб бўлиб, улар трахеидлар дейилади: улар ёғочнинг 90% ҳажмини ташкил этади. 1 см³ ёғочда ўрта ҳисобда 420000 дона трахеидлар жойлашади.

Ёғочнинг кимёвий таркиби асосан углерод, водород, кислороддан иборат бўлиб, оз миқдорда бошқа кимёвий элементлар ҳам учрайди. Ёғочнинг асосий таркибий қисмини целлюлоза, гемицеллюлоза ва лигнин ташкил қилади. Целлюлоза-ёғоч ҳажмининг 60%ни ташкил қилса, қолган қисми лигнин ва гемицеллюлозадан иборат. Дарахтнинг макроструктурасини ўрганиш учун учта кесимини кўриб чиқиш етарли – кўндаланг, бўйлама ва тангенциал (1.1-расм). Оддий кўз билан ёғочнинг кесимида қуйидагиларни кўрамыз:

Ёғочнинг йиллик ҳалқалари баҳорги юмшоқроқ (эртанги) ва қаттиқроқ (кечки) қатламлардан иборат бўлиб, унинг мустаҳкамлиги, асосан, кечки ёғоч ҳисобига бўлади.

Ёғоч хужайраси таркибидаги қатрон (смола) ва ранг берувчи модда унинг рангини белгилайди. Ўсиш минтақасига қараб, дарахтнинг ранги ҳар хил бўлади. Иссиқ жанубий ўлкаларда ўсадиган дарахтлар ранги очроқ бўлса, мўътадил ўлкалардагилариники қорамтирроқ бўлади.

Игнабаргли дарахтлар таркибида қатрон кўплиги уларнинг намлик ва чиришга чидамлилигини оширади, шунинг учун уларни барча бино ва иншоотлар (турар-жой, саноат, жамоат бинолари, гидротехник иншоотлар)да қўллаш мумкин. Япроқли дарахтларнинг кўпчилик навларида қатламларининг тўғрилиги, кўзларининг кўплиги натижасида игнабарглиларга нисбатан чиришга чидамсиздир.

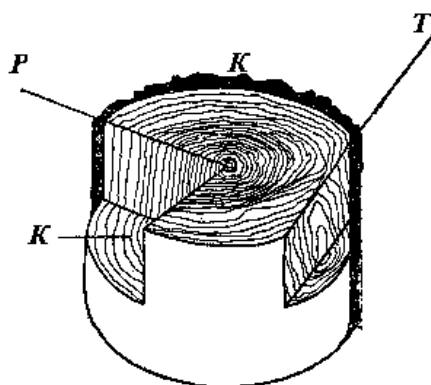
Қурилиш фанераси учун асосий хом-ашё материал қайин ҳисобланади. Тоғтерак, терак ва бошқа юмшоқ япроқлиларнинг мустаҳкамлиги паст ва чиришга чидамсиз бўлгани сабабли, иншоотларнинг камроқ юкланадиган қисмларида ишлатилади.

Қурилишда ишлатиладиган ёғоч материаллар қайта ишланган (тилинган, ёғоч-тахталар) ва ишланмаган (ғўла) турларга бўлинади.

Доиравий кесимли ёғоч-ходалар учининг диаметрига қараб қуйидагича бўлинади: ингичка диаметрли - 100 мм дан кам; ўртача диаметрли 100-130 мм гача; йўғон диаметрли - 130-260 мм. Ёғоч ходаларнинг меъёрий узунлиги 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500 мм бўлади, бундан узунлари 9500 мм гача махсус буюртма асосида тайёрланади.

Ходалар табиий чиғир шаклига эга бўлиб, узунлиги бўйлаб диаметрининг қисқариб бориши ҳар бир метр учун 8 мм ни ташкил этади.

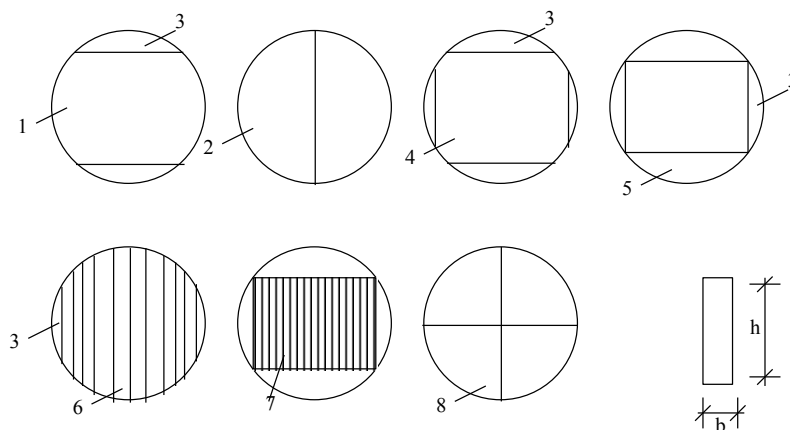
Ёғоч сифатига қараб ходалар тўрт навга бўлинади. Ҳар бир нав ёғоч учун рухсат этилган нуқсонлари бўлади: ёғоч танасининг меъёрий шаклдан четга чиқиши, тана эгрилиги, бутоклар, дарзлар ва бошқалар.



1.3-расм. Дарахт танасининг бош кесимлари:

К – кўндаланг; Р – радиалр;
Т – тангенциалр.

Ёғоч устки қатламининг моғорлаши уни ҳеч қайси навга қўшиб бўлмаслигига олиб келади. Ходаларни бўйламасига тилиш йўли билан тахта-ёғоч материаллар олинади, улар кўндаланг кесимига қараб (1.4 - расм) қуйидагиларга бўлинади: 1 - йўнилган ғўла; 2 - ярим ғўла; 3 - думалоқ сиртли тахта (горбиль); 4 - чала йўнилган чорқирра; 5 - тоза йўнилган чорқирра; 6 - четлари йўнилмаган тахта; 7 - четлари йўнилган тахта; 8 - чорак ғўла; h - тахта қалинлиги, b - тахта эни.



1.4-расм. Ёғоч буюмларнинг кўндаланг кесимлари.

Агар тилинган ёғоч материалларнинг эни (кенглиги) унинг қалинлигидан икки марта кўп бўлса (қалинлиги 100 мм-гача бўлганда) тахта дейилади, акс ҳолда чорқирра деб юритилади. Тилинган материалларнинг қалинлиги 35 мм гача бўлса юпқа, 40 мм-дан бошлаб, қалин деб юритилади.

Тилинган (арраланган) ёғоч материаллар игнабаргли (қарағай, оққарағай, қорақарағай, тилоғоч, арча) ва япроқли (эман, заранг, шумтол, граб, ильм, қайин, тоғтерак, қайрағоч, терак, жўка) дарахтларидан тайёрланади.

Қаттиқ япроқли дарахтлардан тилинган тахталар узунлиги 5000 – 6500 мм (100 мм қадам билан) юмшоқ япроқлилар ва қайиндан 2000-6500 мм (250 мм қадам билан) гача тайёрланади.

Тилоғочдан тилинган тахталар қалинлиги 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100 мм, эни (тўрт томони тилинганда) 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200 мм қилиб тайёрланади.

Игнабарглилардан тилинган тахта ва чорқирралар узунлиги 1000-6500 мм гача 250 мм қадам билан тайёрланади, уларнинг кўндаланг кесим юзаси махсус жадвалда берилади (ГОСТ 24454-80). Япроқлилардан тайёрган ёғоч материаллар учта, игнабарглилардан тилинган бешта навга бўлинади. Булардан энг сараси олий нав, қолганлари 1, 2, 3, 4 навлар деб юритилади.

Ёғоч-тахталарнинг сифатини назорат қилиш учун ҳар бир гуруҳдан (партия) 6%-гача намуналар олиб текширилади.

Ёғоч-пластик пластмассаларга қуйидагилар киради: қурилиш

фанераси, ёғоч қатламли пластик (ДСП); ёғоч - қиринди тахталар; ёғоч-толали плиталар (ДВП).

Қурилиш фанераси қайин ва тилоғочнинг пайрахасини (шпон) 0,7 МПа-гача босим остида елимлаш йўли билан олинади. Фанеранинг ташқи қатлами *кўйлак-сирт қатлам*, ичкиси *ўрталик-мағиз қатлами* деб аталади. Фанеранинг ФБ бакализацияланган (фенолформальдегид қатронида елимланган), ФБС (бакализацияланган спиртда эритилган елимда елимланган) ва юқори мустаҳкам ФБСВ (кўйлаги спиртда эритилган елимда, ўрта қатламлари сувда эритилган елимда елимланган) турлари ишлаб чиқаради.

Ёғоч қатламли пластиклар (ДСП) зичлиги $1,3 \text{ т/м}^3$ бўлиб синтетик (фенолформальдегид, креозольноформальдегид ва бошқалар) елимлар шимдирилган ёғоч пайрахаларининг бир неча қатламларини 20 МПа босимда иссиқлайин зичлаш усулида тайёрланади. Ёғоч қатламли пластикларнинг ДСП-Б маркаси маосулиятли бинокорлик конструкцияларида, ДСП-В маркаси масъулияти чекланган конструкцияларда, ДСП-А ва ДСП-7 маркалари авиасозлик ва машинасозликда қўлланилади.

Ёғоч қиринди тахталар. Бу хилдаги тахталар ёғоч чиқиндиларини (ёғоч кукуни, қипик, қиринди) фенолформальдегид елимида иссиқлайин зичлаш усулида олинади. Бундай тахталар бир ва уч қатламли, пайраха билан пардозланган ва ғовакли қилиб ишлаб чиқарилади.

Ёғоч толали тахталар ДВП – ёғоч тола массаси канифоль эмульсияси ва фенолформальдегид қатрони билан шимдирилиб, иссиқлайин зичланади. Бундай тахталар тўрт турда: ўта қаттиқ (зичлиги $0,95 \text{ т/м}^3$) қаттиқ, ўртача қаттиқ ва изоляциябоп ($V=0,8 \text{ т/м}^3$) қилиб ишлаб чиқарилади, уларнинг биологик турғунлигини ошириш учун таркибига антисептиклар ва гидрофобизаторлар қўшилади. Бундай тахталар кам намланадиган биноларнинг ички девори, шифт ва йиғма деворларини қоплашда ишлатилади.

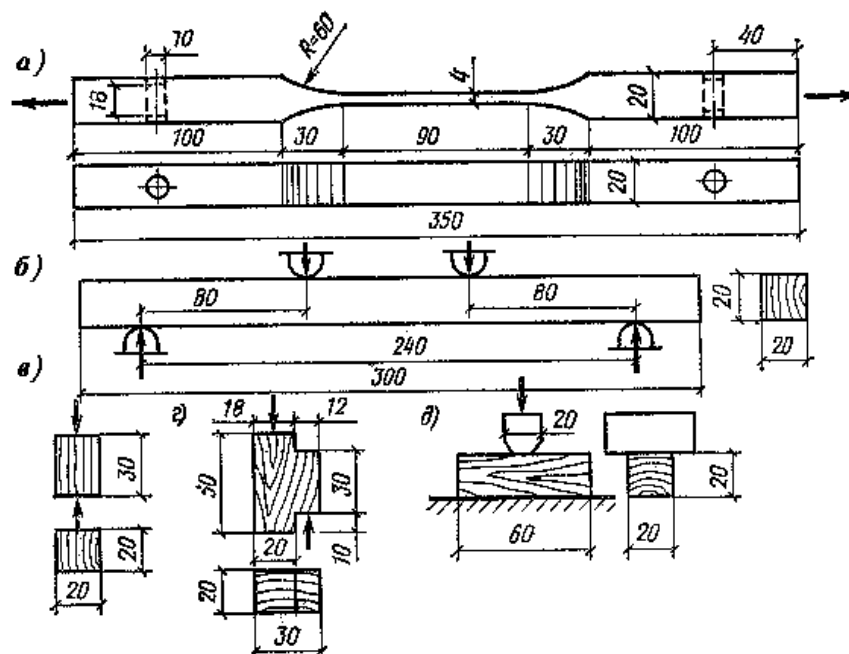
Ёғочнинг ҳажмий оғирлиги. Ёғоч найсимон-толали тузилишга эга бўлиб, унинг зичлиги дарахт навига, ўсиш муҳитига, намлигига қараб $400-1000 \text{ кг/м}^3$ ни ташкил этади. Қуруқ (намлиги 12%) қарағайнинг зичлиги 500 кг/м^3 ни ташкил этади.

Ёғоч жуда кичик иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга, шунинг учун уни тўсиқ конструкция сифатида ҳам ишлатиш мумкин.

Ёғочнинг ҳароратдан чизиқли кенгайиш коэффициенти ҳам жуда кичик бўлиб, бу толаларнинг йўналишига ҳам боғлиқ бўлади. Ёғочдан қурилган иморатларда ҳарорат чокини қўймаслик ёки конструкциялар таянчларини қўзғалмас қилиб лойиҳалаш ҳам мумкин.

Ёғочнинг механик хоссалари ташқи юк таъсиридаи стандарт намуналарни синаш ва натижаларни статистик таҳлил этиш орқали аниқланади. Тоза, нуқсонсиз ёғоч намунанинг толалар бўйлаб ва толаларга тик йўналишда чўзилишга, сиқилишга, кўндаланг эгилишга, ёрилишга ва эзилишга мустаҳкамлигини аниқлаш лаборатория шароитида амалга оширилади (1.5-расм).

Ёғочнинг табиий нуқсонлари-бутоқлар, дарзлар, дарахт танасининг қийшиқлиги ва бошқалар ёғочнинг механик хусусиятларига таъсир кўрсатади, шунинг учун лойиҳалаш ва қуриш даврида уларга катта аҳамият бериш лозим.



1.5-расм. Ёғочнинг мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш учун синаладиган стандарт намуналар: а - толалар бўйлаб чўзилишга; б – кўндаланг эгилишга; в – толалар бўйлаб сиқилишга; г – толалар бўйлаб ёрилишга; д – толаларга кўндаланг йўналишда эзилишга.

Такрорлаш учун саволлар

1. Қурилиш конструкциялари қайси ёғочлардан тайёрланади?
2. Ёғочнинг қандай турлари мавжуд?
3. Ёғоч материалининг нечта нави бор?
4. Намлик ёғоч мустаҳкамлигига қандай таъсир қилади?
5. Ҳарорат ёғоч мустаҳкамлигига қандай таъсир қилади?
6. Фанеранинг қандай турлари мавжуд?
7. Ёғочни чириш ва ёнишдан асрашнинг қандай йўллари бор?
8. Антисептика ва антипирен нима?

1.5. Ёғоч элементларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

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

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

Биринчи чегаравий ҳолат - энг хавфли ҳисобланади. Биринчи чегаравий ҳолатда конструкция бузилиши ёки устиворлигини йўқотиши натижасида юк кўтариш қобилятини йўқотади. Нормал ва уринма кучланишларнинг максимал қийматлари, материалларнинг минимал ҳисобий қаршилиқ кўрсатиш қийматида ортиб кетмаса бу ҳолат рўй бермайди. Бу шарт қуйидаги формула кўринишларда ифодаланади:

$$\sigma \text{ ёки } \tau \leq R \quad (1.2)$$

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

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

$$f/l \leq [f/l] \quad (1.3)$$

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

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

Ёғоч конструкцияларини биринчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда ҳисобий юкламадан, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда эса меъёрий юкламадан фойдаланилади. Профессор А.С. Стрелецкий ихтиёрий муҳандислик ҳисобининг асосий тизимини ишлаб чиқган. Бунда синмаслик ва бузилмаслик шарти бажарилиши керак. Шу тизимга асосан чегаравий юклама, конструкцияни энг кичик юк кўтариш қобилятидан кичик бўлиши

керак. Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашда, ёғочнинг эластиклик модули, толалари бўйлаб $E=10000$ МПа, толаларига кўндаланг йўналиши бўйича эса $E_{90}=400$ МПа га тенгдир. Силжиш модули, ёғоч толалари бўйлаб ва толаларига кўндаланг йўналишлар бўйича 500 МПа га тенгдир.

Конструкцияга таъсир қиладиган юкламалар қуйидагилардир:

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

2. Вақтинчалик юкламалар - қор ва шамол таъсирларидан ҳосил бўладиган юкламалар.

3. Махсус юкламалар - зилзила, портлаш, инерция кучи ва турли динамик таъсирлар натижасида ҳосил бўладиган юкламалардир.

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

Доимий меъёрий юкламалар элементларнинг ҳажмий оғирлиги ва ўлчамлари ёрдамида аниқланади.

Вақтинчалик меъёрий қор ва шамол юкламалари қурилиш жойи иқлимий муҳити ҳолатига қараб қурилиш меъёрлари ва қоидалари(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 монтаж қиладилар ва монтаж жараёнида одамни оғирлигидан конструкция элементларига қўшимча вақтинчалик юклама таъсир қилади. Айрим иншоотларда осма кранлар мавжуд ва улар юк кўтаришга мослаштирилган бўлади. Ана шу жиҳозларни оғирлиги ҳам ҳисоблашларда назарда тутилади.

Ҳисоблашларда конструкциянинг хусусий оғирлигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$q^M = \frac{g^M + s^M}{\frac{1000}{K_{x.o}} \times l} - 1 \quad (1.4)$$

бу ерда: q^M - конструкциянинг меъёрий хусусий оғирлиги; g^M - конструкцияга тушаётган ташқи доимий юкламаларни меъёрий қиймати; s^M – вақтинчалик меъёрий қор юкламаси; $K_{x.o}$ - конструкцияни хусусий оғирлик коэффиценти (конструкцияни турига боғлиқ бўлган коэффицент); l - оралиғи.

Доимий меъёрий юкламаларни ҳисоблашга доир мисоллар:

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

2. Қалинлиги 20мм бўлган цемент қоришмасидан тушадиган юклама,
 $0,02\text{м} \cdot 2000\text{кг/м}^3 = 40 \text{ кг/м}^2 = 0,4 \text{ кН/м}^2$.

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

3. Ўлчамлиги 10 х 15 х 300 см бўлган ёғочнинг меъёрий оғирлигини аниқлаш: кўндаланг кесими - $b \times h = 0,1 \times 0,15 \text{ м}$; узунлиги - $l = 3 \text{ м}$;

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

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

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

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

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

$$q^{xис} = q^M \cdot \gamma,$$

бу ерда: $q^{xис}$ - ҳисобий юклама; q^M - меъёрий юклама; γ - ишончилилик коэффиценти.

Ҳисоблашларда доимий юкламалар учун ишончилилик коэффиценти - γ нинг қиймати 1,1 дан 1,3 гача олинади. Агар доимий юкламани ўзгариш чегараси жуда кичик бўлса, $\gamma = 1,1$ олинади ва аксинча, ўзгариш чегараси

катта бўлса $\gamma = 1,3$ олинади. Масалан, бутун элементлар учун $\gamma=1,1$ олиш энг мақбул вариант ҳисобланади; сочилувчан тупроқ ёки цемент каби материаллардан тушадиган доимий юкламаларни ўзгариш диапазони катта бўлгани учун 1,2 ёки 1,3 олиш мақсадга мувофиқдир.

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

$$q^M | s^M \leq 0,8 \text{ бўлса, } \gamma = 1,6; \quad \text{ва}$$

$$\text{агар } q^M | s^M > 0,8 \text{ бўлса, } \gamma = 1,4 \text{ олинади.}$$

Доимий юклама текис тенг тарқалган ёки йиғилган ҳолда таъсир қилади.

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

$$W^M = W_0 \cdot k \cdot c \quad (1.5)$$

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

Ҳисобий шамол юкламаси қуйидагига тенг бўлади:

$$W^{\text{хис}} = W^M \cdot \gamma \cdot 1,4 \cdot W^M \quad (1.6)$$

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

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

Такрорлаш учун саволлар:

1. Ёғоч конструкциялари нечта чегаравий ҳолатлар буйича ҳисобланади?
2. Юкламаларнинг қандай турлари мавжуд?

1.6. Ёғоч конструкциялар элементларининг бирикмалари

Ёғоч конструкциялар элементларининг бирикмалари ҳақида қисқача маълумотлар. Қурилишда ишлатиладиган ёғоч-ходалар ва тилинган тахта-ёғоч материалларининг энг катта кесим ўлчамлари 25-28 см, узунликлари $l=6,5$ м билан чегараланган. Махсус буюртма асосида тайёрланувчи тахта-ёғоч материалларининг ўлчамлари ҳам юқорида кўрсатилган қийматлардан бир оз каттароқ бўлади холос. Шунинг учун, катта оралиқ ва баландликка эга бўлган ёғоч конструкцияларни тайёрлашда албатта бирикмалардан фойдаланилади.

Ёғоч конструкцияларнинг кўндаланг кесим ўлчамларини оширувчи бирикмалар жипслаштириш дейилади, уларининг бўйлама йўналишда узунлигини оширувчи бирикмалар – ўстириш деб аталади.

Бундан ташқари, ёғоч конструкциялар тугунларида уларнинг элементдаги турли бурчаклар остида ҳам бириктирилади. Ёғочнинг анизотропик хусусиятлари бирикиш жойларида кўпроқ намоён бўлади, шунинг учун бирикмаларнинг ечимларини тўғри ҳал этиш катта аҳамият касб этади.

Дастлаб қўлланила бошланган бирикмаларда зўриқишлар бир элементдан иккинчисига бевосита контакт юзалар орқали узатилган ва уларда эзувчи кучланишлар юзага келган (турумли бирикмалар -тиргаклар). Бундай бирикмалар қўлланилганда ёғоч ортиқча сарфланади.

Кейинчалик бирикмаларда ишчи робиталарнинг қўлланилиши катта қийматлардаги чўзувчи зўриқишларни узатиш имкониятларини яратди.

Замонавий ёғоч конструкцияларда анонавий бирикмалар билан бир қаторда янги, такомиллаштирилган типлардаги бирикмалар ҳам қўлланилмоқда.

Елимланган бирикмаларнинг қўлланилиши ёғоч конструкцияларнинг ривожланишида муҳим босқич бўлди.

Ёғоч конструкцияларнинг турига қараб, у ёки бу кўринишдаги бирикманинг қўлланилиши белгиланади; битта конструкцияда бир неча хил бирикмалар ҳам қўлланилиши мумкин.

Яхлит кесимли ёғочнинг имкони борича кенг қўлланилиши иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир.

Ёғоч конструкциялар элементларининг бирикмалари зўриқишларни узатиш усулларига кўра қуйидаги турларга бўлинади:

1) бириктирилувчи элементлар контакт сиртларининг бевосита таяниши натижасида зўриқишлар узатилувчи бирикмалар; масалан: ёғоч конструкциялар элементларининг таянчларда бириктирилиши; текис ва ўймали турумлар ва шу кабилар.

2) механик робитали бирикмалар;

3) елимли бирикмалар;

Ёғоч конструкцияларнинг бирикмаларида қўлланилувчи механик робиталар турли хилдаги ёғоч, металл, қотишма ёки пластмассалардан тайёрланган ишчи робиталар бўлиб, улар бириктирилувчи элементларнинг танасига кесиб, ўйиб, бураб ёки пресслаб (ботириб) киритилиши мумкин. Механик робиталарга шпонка (пона)лар, нагеллар, болтлар, глухарлар, михлар, шуруплар, шпонка типидagi шуруплар, нагелсимон пластинкалар ва тишли металл пластинкалар киради.

Такомиллашган механик робиталардан фойдаланиш яхлит кесимли ёғоч конструкцияларнинг қурилишда қўлланилиш соҳаларини кенгайтиради ва елимланган конструкцияларнинг қурилиш майдонида йиғилишини соддалаштиради.

Ёғоч ва пластмасса конструкциялар бирикмаларининг таснифланиши. Яхлит ёғоч ва пластмасса буюмларининг кўндаланг кесим ўлчамлари ва

узушлиги турли техник шартлар бўйича чекланган. Шунинг учун бино ва иншоотларнинг юк кўтарувчи ва тўсиқ конструкциялари кичик ўлчамдаги буюмлардан ҳар хил бириктириш йўллари билан тузилади.

Бириктириш жараёнига қараб, бирикмалар заводда ёки қурилиш майдонида бажарилиши мумкин. Елимли бирикмалардан ташқари барча бирикмалар кўчувчанлик хоссасига эга, шунинг учун уларни ҳисоблашда юк таъсиридан 0,2 дан 2,0 мм гача ўзаро силжишга рухсат этилади.

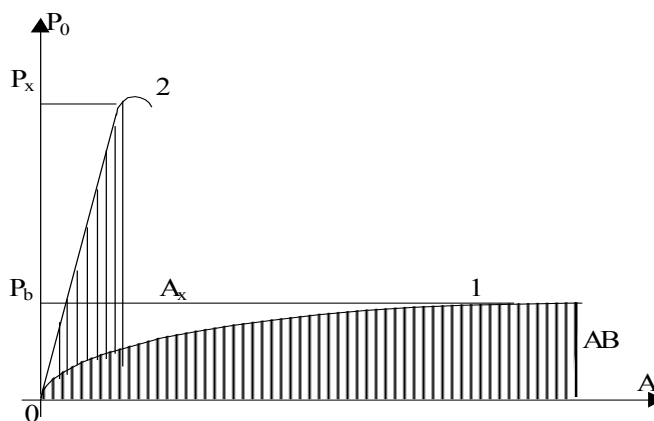
Бирикманинг силжувчанлиги эзилиш ва эгилиш деформациясига боғлиқдир.

Қовушқоқ ва юмшоқ шакл ўзгаришидан ташқари, бирикмаларда бирикманинг юк кўтариш қобиляти чегарасида ёғочга хос қолдиқ шакл ўзгариши кузатилади. Уларнинг сезиларли қисмини дастлабки юкланишда содир бўладиган бошланғич шакл ўзгариши ташкил этади. Бирикмаларни лойиҳалашда ва тайёрлаш жараёнида бошланғич шакл ўзгаришининг камроқ бўлишига эришилса, бирикманинг жипслиги таъминланади.

Конструкциянинг ишлаш шароитини ўрганишда унинг бузилиш сифати катта аҳамиятга эга. Агар бузилиш юмшоқ шакл ўзгаришининг кучли ривожланиши билан аста-секин юз берса, бирикма мўртмас деб аталади. Бузилиш тўсатдан содир бўлса, бундай бирикма мўрт деб аталади. Бундай бузилиш ёғочнинг кўчиши ва ёрилишидан, ёки толаларнинг эзилишидан содир бўлади; мўртмас бирикмаларда эса мустаҳкамлик эзилишга боғлиқ (1.4-расм). Агар эгри чизик ҳосил қилган ишни A_x ва A_b билан белгиласак, мўртмас бирикманинг солиштирма иши мўрт бирикманинг солиштирма ишидан катта:

$$A_b/P_b > A_x/P_x. \quad (1.7)$$

Шунинг учун мўртмас бирикма такрорий юкланганда, унинг қаршилиги кафолат билан ишончни оқлайди. Конструкцияларда бир қисмининг кам юкланиши, иккинчи қисмининг эса ҳаддан ташқари ортиқ зўриқиши натижасида мўрт бузилиш содир бўлади.



1.6-расм. Боғловчилар сонининг бирикма мўртлигига таъсири графиги.

Силжувчан мўртмас бирикмалар конструкцияларнинг барча қисмига зўриқишни бир текис тақсимлаши эвазига бирикманинг ишончли ишлаш кафолатини беради.

Бирикманинг мустаҳкамлигини текширишда, ёғочнинг бутоғи, дарзи, қийшиқ толалиги каби нуқсонларига эътибор бериш керак. Нуқсонларнинг таъсири кам сонли мустаҳкам боғловчили бирикмада кўпроқ бўлади. Шунинг учун бирикмаларда зўриқишларни текис тарқатиш мақсадида кўп сонли майда боғловчилардан фойдаланиш керак. Бу ўз навбатида кўчиб-силжиш текисликлари сонини кўпайтириб, ёрилишдан ва синишдан содир бўладиган хавфни анча камайтиради.

Бирикмадаги барча боғловчилар бир турда бўлиши ва бир хил бикрликка эга бўлиши, ҳамда улар элемент ўқиға нисбатан симметрик жойлашиши, кўшимча зўриқиш ҳосил қилмаслиги керак. Буюмнинг бириккан жойида кесим юзасини камроқ бўшаштиришга интилиш керак.

Ишлаб-чиқариш нуктаи назаридан тайёрлаш ва йиғиш содда, текшириб турилиши қулай бирикмалар афзал ҳисобланади.

Ёғоч конструкциялар элементларининг бирикмалари ҳисоби ҚМҚ 2.03.08-98 га мувофиқ олиб борилади. Алоҳида боғловчи ёки бирикмага таъсир этувчи ҳисобий зўриқиш уларнинг юк кўтариш қобилятидан ортмаслиги керак.

Ҳисоблаш жараёнида зўриқишлар боғловчиларнинг юк кўтариш қобилятига мос равишда тақсимланади деб фараз қилинади.

Бирикмаларда зўриқишнинг бир қисмини бевосита, бошқа қисмини боғловчи орқали ўтказишга рухсат этилмайди. Бирикманинг ва унда қўлланилган боғловчининг турига қараб боғланувчи материалда эзилиш ва ёрилиш, боғловчида эса эгилиш содир бўлади.

Бирикманинг юк кўтариш қобилияти қуйидаги шартлари орқали ҳисобланади:

ёғочнинг эзилиш шarti бўйича

$$N_{cm} \leq T = R_{cka} A_{cm}; \quad (1.8)$$

ёғочнинг силжишда ёрилиш шarti бўйича:

$$N_{ck} \leq T = R_{cka}^{cp} A_{ck}; \quad (1.9)$$

боғловчининг эгилишга ишлаш шarti бўйича

$$N_n \leq T_u; \quad (1.10)$$

бу ерда: N_{cm} , N_{ck} – эзувчи, силжитиб-ёрувчи ҳисобий зўриқишлар; T – бирикманинг ёки алоҳида олинган боғловчининг ҳисобий юк кўтариш қобилияти; R_{cka} – ёғочнинг бурчак остида эзилишга ҳисобий қаршилиги; A_{cm} ; A_{ck} – эзилиш ва ёрилиш ҳисобий юзаси; $N_n = P/n$ – бир дона боғловчи учун ҳисобий зўриқиш (P -силжиш юзаси бўйича зўриқишлар йиғиндиси); n – силжишдаги боғловчилар сони; T_u – эгилишга ишловчи боғловчининг юк кўтариш қобилияти; R_{cka}^{cp} – бурчак остидаги силжиб-ёрилиш юзаси бўйича ўртача ҳисобий қаршилик:

$$R_{cka}^{cp} = \frac{R_{cka}}{1 + \beta \frac{l_{ck}}{e}}; \quad (1.11)$$

бу ерда: R_{cka} – толалар йўналишига нисбатан бурчак остида ёғочнинг ёрилишга ҳисобий қаршилиги; β -силжитувчи зўриқишнинг қўйилиш шароитига боғлиқ коэффициент: $\beta=0,25$ – ёрилиш симметрик бўлганда; $\beta=0,125$ – ёрилиш бир ёклама бўлганда; l_{ck} – силжиш юзасининг ҳисобий узунлиги; e -силжитувчи зўриқишлар елкаси.

Зарур деб топилса, бирикманинг қўшимча элементлари ҳам ҳисобланади. Бундай элементларга хавфсизлик болти, қопламалар, қистирма,

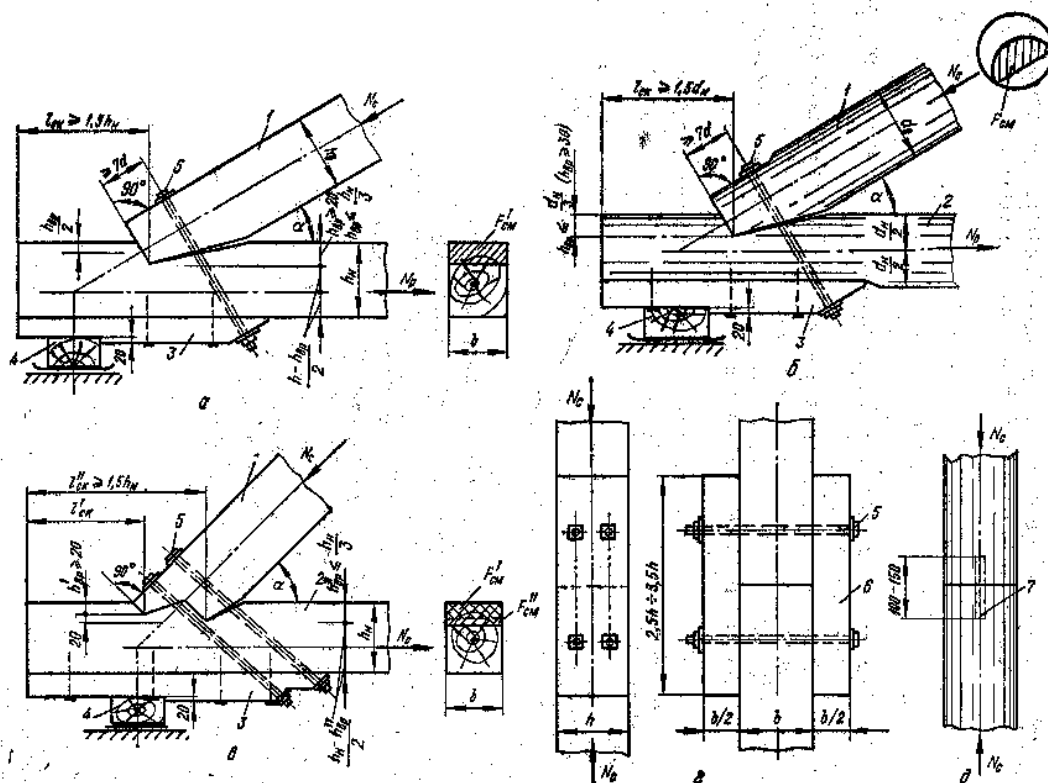
ёстикчалар ва бошқалар киради.

Бирикувчи элементлар заиф кесими бўйича мураккаб қаршиликка, чўзилишга, сиқилишга мустаҳкамлиги текширилади.

Ишқаланиш кучининг ёрдамчи таъсири доимий эмаслиги сабабли у ҳисоблаш пайтида эътиборга олинмайди. Бирикманинг мустаҳкамлиги фақат ишқаланиш кучи орқали таъминланса, сиртлардаги босим доимий бўлиб, динамик таъсир бўлмаган ҳолда ишқаланиш кучлари ҳисобга олинади. Бунда ишқаланиш коэффициентлари: толалари параллел-сиртлар учун 0,2, толалари ўзаро тик сиртлар учун 0,3га тенг деб қабул қилинади. Агар ишқаланиш кучи конструкциянинг ишлаш шароитига салбий таъсир кўрсатса ва буюмларда ортиқча кучланиш пайдо қилса, ишқаланиш коэффициенти 0,6 га тенг қилиб қабул қилинади.

1.7. Бевосита ва ўйиб бириктириш

Бевосита бирикма ёғоч конструкцияларда кенг қўлланилади ва сиқилувчи бир элементдан зўриқишни иккинчисига бурчак остида ёки элемент ўқи бўйлаб узатишда қўлланилади. Бундай бирикмалар ферма белбоғининг оралик ва таянч тугунларида, текис ва фазовий мураккаб конструкция элементлари туташмаларида кенг тарқалган. Ўйиб бириктириш хода ва чорқирралардан ясалган конструкцияларда қўлланилади. Ўйиб бириктириш бир, икки ва уч тишли бўлиши мумкин; содда ва ишончли ишлаши учун бир тишлиси кенг тарқалган. Эзилиш текислиги таъсир кучига нисбатан 90° бурчак остида белгиланади, туташувчи элемент ўқи эса шу юза марказидан ўтиши керак. Бу тадбирга кўра, ёрилиш текислиги бўйича ишқаланиш кучи содир бўлади, бирикманинг силжишга яхши ишлаши таъминланади (1.7-расм).



1.7-расм. Рўпара ўймали ва турумли бирикмалар:

а – бруслардаги бир тишли; б – худди шундай, ходаларда; в – бруслардаги икки тишли; г – рўпара турумли қопламали-болтли; д – худди шундай, пўлат стерженли; 1 – сиқилувчи элемент; 2 – чўзилувчи элемент; 3 – тагтўсин; 4 – ёстик; 5 – болтлар; 6 – тахта қопламалар; 7 – $d=20-24$ ммли пўлат стерженлар.

Ўйма чуқурлиги элемент баландлигининг $1/3$ улушидан ошмаслиги, чорқирра учун 2 см дан, ходалар учун 3 см дан кам бўлмаслиги керак. Оралик тугунларда эса ўйма чуқурлиги баландликнинг $1/4$ улушидан ортмаслиги керак, силжиб-ёрилиш текислигининг узунлиги ($l_{ск}$) ўйманинг 10 баробар катталигидан ошмаслиги ва $1,5h$ дан кам бўлмаслиги керак. Ферманинг таянч тугуни учун ўйманинг ҳисобий чуқурлиги 1.5 формулага мувофиқ аниқланади:

$$h_{ep} = (N_c \cos \varphi) / R_{cm} \alpha \cdot \epsilon \quad (1.12)$$

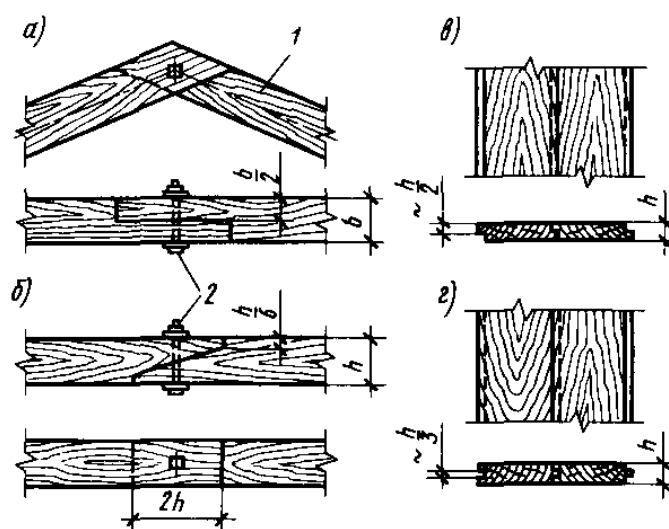
Силжиб-ёрилиш юзасининг ҳисобий узунлиги 1.6 формулага мувофиқ аниқланади:

$$l_{ск} = \frac{N_c \cos \alpha}{R_{ск}^{cp} \cdot \epsilon}, \quad (1.13)$$

бу ерда: N_c - устки белбоғ зўриқиши, кН; α - устки ва остки белбоғ орасидаги бурчак; $R_{сма}$ - α бурчак остидаги ҳисобий қаршилик, МПа; $R_{ск}^{cp}$ - ёрилиш юзаси бўйича ўртача ҳисобий қаршилик, МПа.

Бошқача кўринишдаги ўйиб бириктиришлар оралиқ тахта-ёстикча ва поналар ёрдамида юқоридаги қоидаларга асосан амалга оширилади.

Конструктив ўйиб бириктиришларда ҳосил бўладиган зўриқишлар бирикманинг юк кўтариш қобилиятидан анча кам бўлади. Буларга мисол қилиб, ярим ёғочли, қия кесилган шипли ва ярим тахтали жипслашган бириктиришларни (1.8-расм) кўрсатиш мумкин.



1.8-расм. Бевосита ва ўйиб бириктириш:
 а-ярим тахтали; б-қия кесилган; в-ярим тахтали жипслашган; г-шиплар билан жипслашган.

Ярим ёғочли ўйиб бириктиришлар, чорқирра ёки ғўлаларнинг учини ярмигача кесиб, бир-бирига улашда ишлатилади, сўнгра улар хавфсизлик болти билан маҳкамланади. Бундай бирикмалар стропилаларни бир-бирига бириктиришда ишлатилиши мумкин (1.8, а-расм).

Қия кесиб бириктиришлар ёғоч чорқирра ёки ғўлаларнинг узунлиги бўйича бириктириш зарур бўлганда ишлатилади, улар ҳам конструктив болт билан маҳкамланади (1.8, б-расм).

Ярим тахтали бириктиришларда тахталарнинг (1.8, в-расм) икки томонида ариқча очиб, қўшни тахталар жипслаштирилади.

Шипли бириктиришларда ёки шпунтларда тахтанинг бир томонида ариқча, иккинчи томонида шип (1.8, г-расм) очилади ва тахталар бир-бирига жипслаштирилади; бу ҳолатда қўшни тахталар юк остида бирга ишлайди.

1.8. Елимли ва нагелли бирикмалар

Елимланган ёғоч конструкциялар ва бирикмалар ҚМҚ 2.03.08-98 қоидалари, ҳамда тавсияларига мувофиқ лойиҳаланиши, тайёрланиши ва ишлатилиши лозим. Елимли боғловчи бирикманинг бутунлай яхлитлигини таъминлайди.

Елимли бирикмалар калта ва майда ёғоч элементлардан ихтиёрий кесим ва шаклга эга конструкциялар барпо этиш имконини беради.

Елимланган йирик кесимли буюмларни конструкцияларининг айрим қисмларида ҳосил бўлган кучланганликка қараб жойлаштириш мумкин. Кўп қатламли елимланган буюмларда ёғоч нуқсонларининг бир майдонга жойлашиш эҳтимоли камлиги туфайли, улар юқори мустаҳкамликка эга бўладилар. Ундан ташқари, елимлаш жараёнида ёғочнинг ишга яроқсиз нуқсонли қисмларини кесиб ташлаш мумкин. Елимланган бирикма, асосан, елим чоки бўйлаб силжишга ишлайди. Айрим ҳолларда елимланган чокларда чўзувчи зўриқишлар ҳам пайдо бўлиши мумкин.

Елимлаётганда ёғоч буюмларни турли тешик ва кемтиклар билан бўшаштириш шарт эмас. Елимлаш воситасида кесимларга қўштавр, қутисимон ва бошқа самарадор шакллар берилиши мумкин.

Ижобий хоссалар билан бир қаторида елимли бирикмаларнинг айрим камчиликларини ҳам эътиборга олиш керак. Елимланган конструкциялар вақт ўтиши билан иқлимнинг даврий ва ички кучланишлар таъсирида дарз кетиши ва ёрилиши мумкин. Елимланган конструкцияларда қўлланиладиган тахталар сифати учун қўйилган талаб, ёғочнинг ишлатилиш коэффицентини камайтиради.

Елимлаш учун мўлжалланган тахталар намлиги 8-12% бўлиши ва давлат меъёрий талабларини қондириши керак.

Тўғри чизикли элементларни тайёрлаш учун қалинлиги 50 мм дан (рандалангунча) кичик бўлган ёғоч тахталар қўлланади.

Эгрилик радиуси $1/150$ гача бўлган елимланган элементларда эса тахталар қалинлиги 40 мм дан ошмаслиги керак.

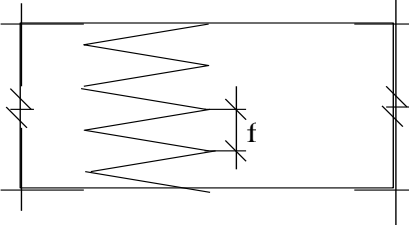
Тахталардан елимланувчи элементларда, ёғочнинг қуриши ва механик ишлов беришни ҳисобга олган ҳолда энига қуйидагича қўшимчалар қабул қилинади: 80 дан 100 мм гача – 10 мм; 110 дан 180 мм гача – 15 мм; 200 дан 250 мм гача – 20 мм.

Елимланадиган тахта юзаси силлиқ рандаланиши, чангдан, мой ва доғлардан тозаланиши керак.

Тахталарни узунлиги бўйича елимлашда кўпроқ тишли ёки қия текислик чоки қўлланилиши керак.

Тишларнинг меъёрий ўлчамлари 1.1-жадвалда келтирилган.

1.1-жадвал

Чизма тасвири	Бирикма турлари	Ўлчамлари, мм		
		узунлиги	қадами	Ўтмасланиши
	I-50	50	12	1,5
	I-32	32	8	1,0
	II-20	20	6	1,0
	II-10	10	3,5	0,5
	II-5	5	1,75	0,2

Тахталарни узунасига елимлаш учун, агар тахта қалин бўлса – I-32, юпқа бўлса – II-20 турдаги, эгри чизикли элемент учун эса II-20 турдаги тишли бирикмадан фойдаланиш керак.

Кўп қатламли юк кўтарувчи конструкцияларни елимлашда I-50 ва I-32 турдаги бириктиришлар қўлланилади. Фанераларнинг бўйи ва эни бўйлаб елимлаш учун II-10 ва II-20 навли бириктиришлар қўлланилади.

Конструкцияларни тайёрлашда сунъий катронлар асосидаги суюқ елимлар қўлланилиши лозим.

Конструкцияларга фойдаланиш жараёнида юқори намликка эга (75% дан кўпроқ) муҳит таъсир этса, бунда елим чокларининг намлик ва узок муддатга чидамлилигини таъминловчи КБ-3 тоифали фенолформальдегид, ФР-12 тоифали резорцин-формальдегид, ФР-100, ДФК-1АМ елимларини қўллаш тавсия этилади.

Конструкциялар учун ишлаш жараёнида намлик меъёрида бўлса, УКС, КС-68, 19-62 тоифадаги мочевиноформальдегид (карбамид) елимларини қўллаш мумкин.

Меъёрий ҳароратда елимлаш жараёни кўп вақтни талаб қилади, буюмларни елимлаш даври чўзилади, ишлаб чиқариш майдони турли-туман асбоб ва мосламалар билан узок вақт банд бўлади.

Замонавий корхоналарда елимлаш жараёнини тезлаштириш учун тахталар сиртдан ёки юқори ўзгарувчан ток ёрдамида куригилади.

Агар совуқ ҳолда елимлашга 12 соат талаб этилса, қиздириш усулида 1 соат, юқори ўзгарувчан ток майдонида 1,5 минут талаб этилади.

Елимлаш жараёнида тахтадаги йиллик ҳалқаларнинг бир-бирига мос келишига ҳаракат қилиш керак, шу йўл билан тахтанинг куриб қайишиши натижасида чокларда чўзуви кучланиш пайдо бўлишининг олди олинади.

Тахталар тишлари ёндан кўриниб турадиган чоклар орқали бириктирилади, шу билан бирга уланувчи тахталар узунлиги 1500 мм дан кам бўлмаслиги керак. Қўшни тахталар ўқлари орасидаги масофа уларнинг қалинлигидан кам бўлмаслиги керак.

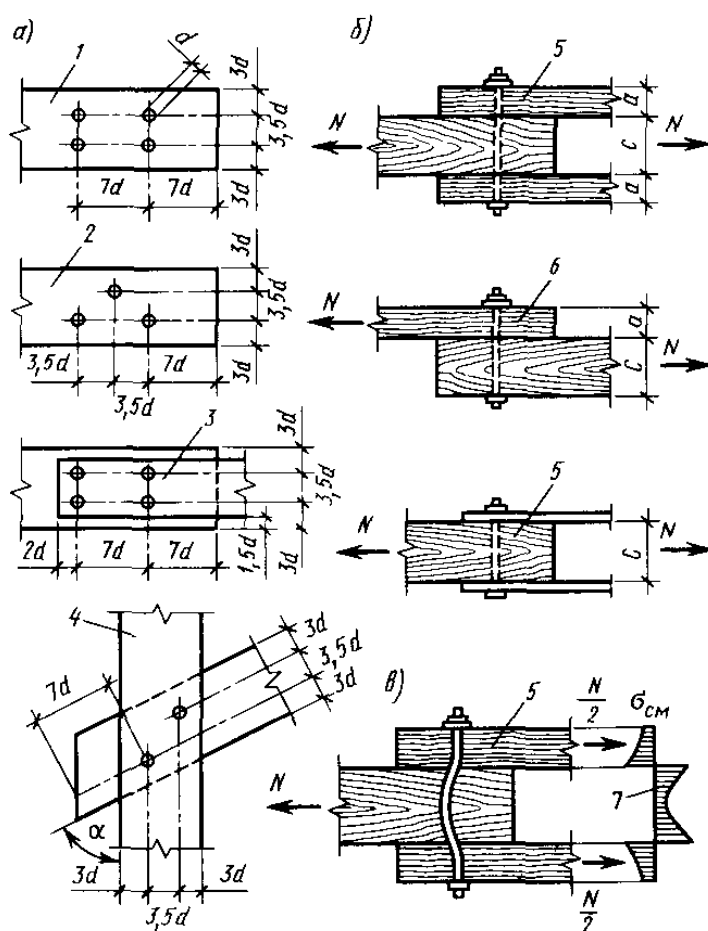
Елимланган кесим эни бир неча тахтадан ташкил топса, тахталардаги чок узунлиги 4 см дан кам бўлмаслиги керак.

Елимланган тайёр элементлар бўйламасига тишли бириктириладиганда чок тишлари тахтанинг сиртига ва ёнларига чиқариб жойлаштиришга рухсат этилади.

Толалараро бурчак $30-45^{\circ}$ бўлганда, елимли бириктириладиган тахталарнинг эни 15 см дан ошмаслиги, чузувчи зўриқишлар болт, бурама михлар томонидан қабул қилиниши талаб этилади.

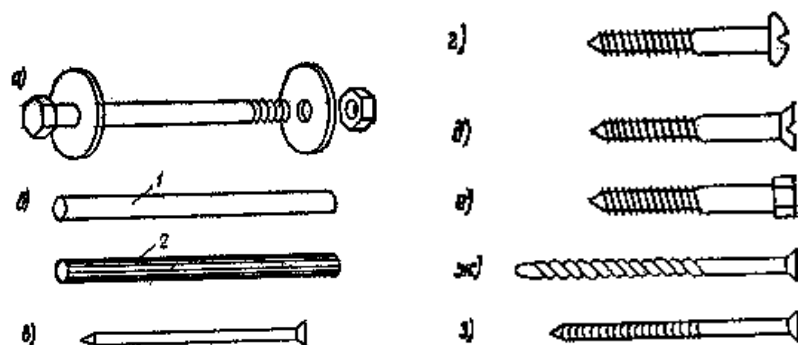
Тахтани фанера билан елимлашда, фанеранинг устки қатлами ва тахта толаларининг йўналишлари мос келишига эътибор бериш керак. Агар толалар орасидаги бурчак 90° бўлса, унда тахталарнинг эни 10 см дан ортмаслиги керак, бу талаб материаллар эластиклик модуллариининг турлича эканлигига боғлиқ.

Жипслаштирилаётган элементларнинг ўзаро силжишига қаршилик кўрсатиш учун қўйилган доиравий кесимли ёки япаски поналар **нагель** деб аталади. Металл конструкциялардаги болт ва парчинлардан фарқли ҳолда, нагеллар кирқилиш ва эзилишига ишламайди. Чунки жипслаштирилувчи материалнинг қаттиқлиги нагель materialiдан бир неча баробар кам. Шунинг учун бундай бирикмаларда нагель эгилишга, материаллар эса нагель туташган сиртларда эзилишга ишлайди. Нагеллар қаттиқ жинсли ёғочлар (чинор, акация, эман), шишапластиклардан, ёғоч қатлам пластиклардан, пўлат ёки алюминийдан тайёрланади (1.9-расм).



1.9-расм. Нагелли бирикмалар
а-нагелларнинг жойлашуви, б-
ҳисоб схемаси,
в-ишлаш схемаси; 1-тўғри
жойлаштириш, 2-шахмат
усулида жойлаштириш;
3-темир қопламалар ёрдамида;
4-бурчак остида.

Болтлар, михлар, бурама ва парчин михлар доиравий нагеллар гуруҳига, пўлат (қўйиладиган ва қоқиладиган) ва ясси ёғоч поналар эса япаски нагеллар гуруҳига киради (1.10-расм).



1.10 -расм. Цилиндрик нагелларнинг асосий турлари:

а – гайка ва доиравий шайбали болт; б – цилиндрлик болтлар: 1 – пўлатдан тайёрланган; 2 – қаттиқ навли ёғоч ёки шишапластикдан тайёрланган; в – мих; г – яримдоиравий қаллакли шуруп; д – текис қаллакли шуруп; е – гайкасимон қаллакли глухарр; ж, з – профилли сиртли махсус турдаги михлар.

Эгилиш шаклига қараб нагеллар симметрик ва носимметрик бирикмаларга ажратилади.

Жипслаштирилувчи элементларнинг сурилиш текислиги сонига қараб бир қирқимли, икки қирқимли ва кўп қирқимли («қирқим» – сўзи шартлидир) бирикмаларга бўлинадилар. Бирикманинг кўчувчанлигини таъминлаш мақсадида ингичка эгилувчан нагель ишлатилса, ёғочнинг ёрилиш хавфи бирикманинг мўрт бузилишига олиб келади.

Доиравий кесимли пўлат нагеллар 2 мм оралик қадам билан 12-24 мм йўғонликда тайёрланади, қаттиқ ёғочдан эса 4 мм қадам билан йўғонлиси 12-30 мм бўлган нагеллар қўлланилади.

Нагеллар олдиндан тайёрланган, кенглиги ўз йўғонлигига тенг тешикка қоқилади. Кимёвий жихатдан салбий муҳитда металл нагеллар ўрнига АГ-4с ва ДВП-Б пластмассалардан босим остида тайёрланган нагеллар, болтлар, гайкалар ва шайбалар ишлатилади. Йўғон бурама михлар (№10 мм) жойига бураб қўйилишдан олдин ўзидан кичикроқ тешик очиб олинади.

Михларнинг йўғонлиги 6 мм гача бўлганда яхлит ёғочларга тўғридан-тўғри қоқилаверади, 6 мм дан ортиқ бўлганда эса ўзидан кичик тешик ҳосил қилиб қоқилади.

Нагель бириктирилувчи материал ичида жипс жойлашганлиги сабабли унинг кучланганлик ҳолати ва эгилиши ёғочнинг ҳолатига боғлиқ бўлади.

Бир қирқимли битта нагелнинг юк кўтариш қобиляти қуйидагича аниқланади: ўртадаги элементнинг эгилишга ишлаш шартига кўра:

$$T_{cm1} c = K_1 c d, \quad (1.14)$$

чеккадаги элементнинг эзилишга ишлаш шартига кўра:

$$T_{cm1} a = K_2 a d, \quad (1.15)$$

Нагелнинг эгилишга ишлаш шартига кўра:

$$T_n = K_3 d^2 + K_4 a^2, \quad (1.16)$$

бу ерда: c ва a - ички ва ташқи бирикувчи элементларнинг қалинлиги (михли бирикмаларда, михнинг ўткир қисми узунлиги $1,5 d$ ни a -дан чегириб ташланади: $a - 1,5 d_{\text{сб}}$); d -нагель йўғонлиги, см; K_1, K_2, K_3, K_4 - коэффицентлар.

Бирикманинг юк кўтариш қобилятини аниқлашда ҳисоблаб чиқилган микдорнинг энг кичиги олинади. Келтирилган ифодалар орқали тола бўйлаб ишлайдиган бирикмалар ҳисобланади.

Агар нагель орқали узатилаётган кучланиш толага нисбатан бурчак остида бўлса, ҳисобий юк кўтариш қобиляти юқоридаги ифодалардан жадвалда келтирилган K_x коэффицентини ҳисобга олиш орқали аниқланади; 1.7 формуласи учун эса $\sqrt{K\alpha}$ -га кўпайтириш орқали амалга оширилади.

Пластмассали нагель бирикмаларда ёғочнинг эзилишга, нагелнинг эгилишга ишлашидан ташқари нагелнинг ўзида қирқилиш ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Бундай кўринишдаги қаршиликда бир қирқилишга ишлайдиган нагелнинг юк кўтариш қобиляти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T_{cp} = \frac{\pi d^2}{4} R_{cp}, \quad (1.17)$$

бу ерда: R_{cp} - нагель материалининг қирқилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Бирикмадаги нагеллар сони қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$n_n = N/T_{min} n_{cp} \quad (1.18)$$

бу ерда: N - бирикманинг ҳисобий зўриқиши; T_{min} - бир қирқимли битта нагель учун минималр юк кўтариш қобилияти; n_{cp} - нагелнинг шартли қирқилишлари сони.

Ёғоч толали бўйлаб доиравий нагеллар ўқлари орасидаги масофа S_1 , толаларга кўндаланг ўқлар орасида S_2 ва ўқдан тахта ён четига - S_3 масофалар меъёрларда белгиланган қийматлардан катта бўлиши керак.

Эслатма: оралиқ бурчак ва диаметрлар учун K , қиймати интерполяция йўли билан аниқланади: пўлат нагеллар учун $S_1=7d$, $S_2=3,5d$, $S_3=3d$; алюминий ва пластмасса нагеллар учун $S_1=6d$, $S_2=3,5d$, $S_3=3d$; дуб нагеллар учун $S_1=5d$, $S_2=3d$, $S_3=2,5d$; жипсланувчи тахталарнинг жаоми қалинлиги $10d$ дан кам бўлса: металл-пластмасса нагеллар учун $S_1=6d$, $S_2=3d$, $S_3=2,5d$; дуб нагеллар учун $S_1=4d$, $S_2=S_3=2,5d$.

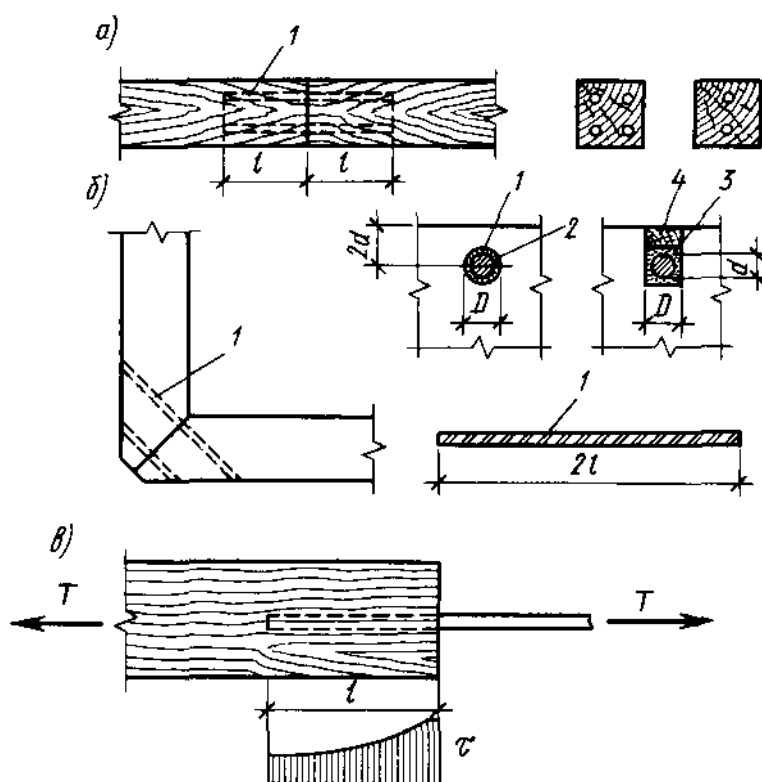
Чўзилишга ишловчи бирикмаларда нагеллар икки ёки тўрт қатор қилиб жойлаштирилади. Ғўлалардан ташкил топган конструкцияларда эса нагелларни шахмат тарзида жойлаштириш тавсия этилади.

Нагеллар учун тешик очишда вақтинча қисқич билан йиғилган элементларни Рамали йўналтирувчи электрпарма билан тешиш тавсия этилади. Тайёр тешикка нагель енгил зарба билан оҳиста қоқилади.

Бирикмаларда нагеллар умумий миқдорининг 25-40 фоизини торткич болтлар ташкил қилиши керак. Пластмасса элементларини бириктиришда нагель сифатида парчинлар, ўзи ўяр бурама михлар, найсимон ва портловчи парчинлар қўлланилади.

Қалин ёғоч элементлар билан юпқа буюмларни бириктиришда нагель, болт ва бурама михлар қўлланилади. Ўзи ўяр бурама мих, найсимон ва портловчи парчинлар одатда осмадевор ва йирик тўшамаларнинг ташқи қопламаларини ўзаро ва қобирғалар билан бириктиришда қўлланилади. Ушбу боғловчилар қирқилишда ва эзилишда металл конструкциялар каби ҳисобланади.

Елимланган ўзаклар эгилувчи элементларни жипслаштиришда, чўзилувчи элементларни улашда, элементларни пойдеворга қистириб маҳкамлашда ва бошқа ҳолларда қўлланилади (1.11-расм).



1.11-расм. Елимланган пўлат ўзак орқали бириктириш:
а-бўйлама елимланган;
б-қия текислик бўйича елимланган; в-ишлаш схемаси;
1-пўлат ўзак;
2-ўзак учун қолдирилган текислик; 3-ўзак уяси;
4-тахта рейка.

Ёғочга елимланувчи ўзак сифатида даврий кесимли А-П, А-Ш, синфли, 12-25 ммли арматура пўлатлари қўлланади. Ўзаклар жойлашадиган ариқча уларнинг белгиланган йўғонлигидан 4-6 мм га каттароқ қилиб ўйилади. Тешик ва ариқлар боши берк, бирикувчи элементлар узук ва ғовакли бўлмаслиги керак.

Пўлат ўзак билан ёғочни ўзаро елимлашда резорцин (ФР-12), фенолрезорцин (ФРФ-50), эпоксид (ЭПС-1) елимларини қўллаш тавсия этилади. Ёғочнинг елимланган ўзакни суғиришга ёки туртиб чиқаришга ҳисобий юк кўтариш қобиляти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T = R_{ck} \pi (d + 0,005) \ell_1 K_c \quad (1.19)$$

бу ерда: d - елимланадиган ўзакнинг ингичка жойдаги баландлиги, мм; ℓ_1 - ўзакнинг елимланиш узунлиги, талабдаги юк кўтариш қобилятига нисбатан ҳисоблаб топилади, лекин 10 мм дан кам ва 30 мм дан ортиқ бўлмаслиги

керак; K_c - уринма кучланишнинг елимли чокда нотекис тарқалишини ҳисобга олувчи коэффицент, қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$K_c = 1,2 - 0,002(\ell/d) \quad (1.20)$$

бу ерда: $K_{ск}$ - ёғочнинг ёрилишга ҳисобий қаршилиги, МПа.

Силжишга нисбатан юк кўтариш қобилияти А-II синфли пўлат учун қуйидагича аниқланади:

$$T_N = 2d^2 + 0,02(e_1/d), \quad (1.21)$$

лекин $3,2d^2$ дан ошмаслиги керак; А-III арматура учун:

$$T_n = 2,5d^2 + 0,02\ell_1^2, \quad (1.22)$$

лекин $3,7d^2$ дан ошмаслиги керак. T_n нинг энг катта қиймати учун $\ell_1 \geq 8d$ тўғри келади; d ва ℓ_1 - смларда.

Бурчак остида бириккан елимланган ўзакнинг юк кўтариш қобилияти махсус коэффицентга кўпайтириб аниқланади.

Оғма елимланган ўзакларнинг жойлаштирилиш масофалари қуйидагича қабул қилинади:

- икки қатор жойлаштирилса $S_3 \geq 3d$, $S_2 \geq 6d$;
- шахмат шаклида жойлаштирилса $S_3 = S_2 \geq 3d$.

Ўзаклар ўқлари орасидаги бўйлама масофа $S_l \geq 8d_{омб.}$

Пўлат копламалар, тасмасимон зулфинлар, торткичлар металл конструкциялар каби ҳисобланади.

Ясси металл чангаклар ёғоч фермалар, Рамалар, йирик тўшама қобирғалари каби конструкцияларнинг тугунларини бириктиришда қўлланилади.

Ясси металл чангаклар ёрдамида бириктириш аввалдан йиғилган конструкция элементларига босим ҳосил қилувчи махсус механизациялаштирилган дастгоҳда бажарилади.

Битта ясси металл чангакнинг силжишдаги ҳисобий юк кўтариш қобилияти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T = R_{нл} A_p, \quad (1.23)$$

бу ерда: $R_{нл}$ - сурилишга ҳисобий қаршилиги: чангак тури ва материалига, ёғочнинг нави ва намлигига, ҳар бир бирикувчи элемент учун толаларга нисбатан зўриқиш йўналиши орасидаги бурчакка боғлиқ; A_p - ҳисобланаётган элементга тўғри келган ясси металл чангакнинг чоки атрофидан 10 мм ли йўлакни чиқариш билан ҳисобланган кесим юзаси.

Юк кўтарувчи конструкциялар ёғоч элементларини ЯМЧ билан бириктиришда бир хил ўлчамдаги икки боғлагич карама-қарши тарафидан симметрик жойлаштирилади.

Қирқилишга ишловчи элементлар мустаҳкамлиги ўзаро таянч ҳисобига таъминланади, ясси металл чангакнинг бу ердаги вазифаси тугунни ўз жойида ушлаб туришдан иборат бўлади.

Фермаларда чўзилувчи ва сиқилувчи белбоғларнинг уланган ерлари тугунга яқин бўлиши керак, узлуксиз сиқилиб-эгиловчи белбоғларнинг уланган жойи эгувчи моментнинг нолга тенг нуқтасида бўлиши керак.

Ясси металл чангаклар четки тиши билан тахталар чеккалари орасидаги масофа 10 мм бўлиши керак. Ясси металл чангак билан қопланувчи ҳар бир бирикувчи элементнинг ҳисобий юзаси 50 см^2 дан кам бўлмаслиги керак.

Чўзилган боғловчилар билан бириктириш. Чўзилган боғловчиларга - суғурилишга ишловчи михлар, бурама михлар, болтлар, чангаклар, хомутлар ва тортқичлар киради.

Суғирилишга ишловчи михлар қаршилиги фақат иккинчи даражали элементлар, шунингдек шифт қопламаси, пол қоқишда ва тўшамалар ҳисобида эътиборга олинади.

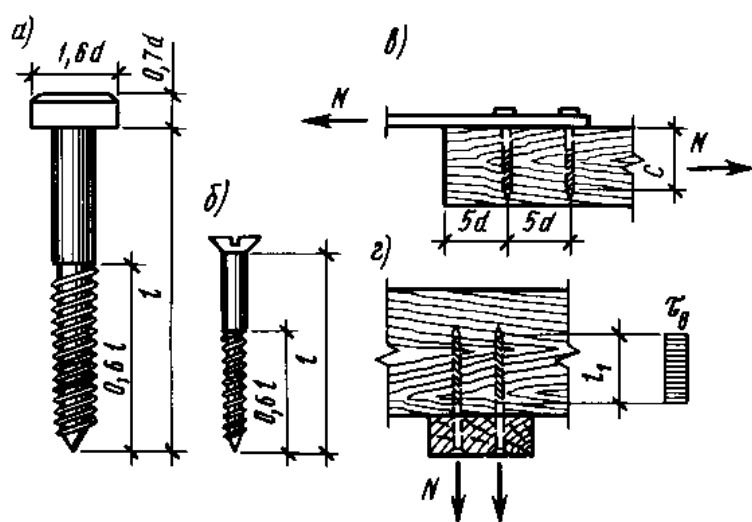
Бурама михлар юк кўтарувчи конструкциялар элементларини боғлаб маҳкамлашда қўлланилиши мумкин (1.10-расм). Суғурилишга ишловчи мих ёки бурама михнинг ҳисобий юк кўтариш қобиляти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T = R_{вид} \pi d \ell R_L, \quad (1.24)$$

бу ерда $R_{вид}$ - суғурилишга ҳисобий қаршилик, курук ёғоч учун – 0,3 МПа, нам ёғоч учун – 0,1 МПа, бурама мих учун – 1,0 МПа қабул қилинади; l_1 - мих ва бурама михнинг ҳисобий узунлиги.

Одатда чангақлар кўндаланг кесими доиравий пўлатдан тайёрланиб ($d=12-18$ мм), йиғма тўсинларни жипслаштириш ёки тугунларни боғлашда қўлланилади. Хомутлар бирикувчи элементларни болт ва гайкалар ёрдамида ўзаро бир-бирига тортиб маҳкамлайди. Улар кўндаланг кесими доиравий ёки ясси пўлатдан (тағлиги билан) ясалиб, ёғоч элементнинг кўндаланг эзилишга қаршилигини таъминлайди.

Чўзилишга ишловчи болтлар, тортқичлар, сиртмоқлар, зулфинлар, фермаларнинг чўзилишга ишловчи элементларида, равоқлар тортқичларида қўлланилади.



1.12-расм. Бурама михлар ёрдамида бириктириш: а-глухарр; б-бурама мих; в-эгилишга ишлаш схемаси; г-суғурилишга ишлаш схемаси.

Болтлар бир томонида бурама мурвати (резьбаси) ва иккинчи томонида қалпоқчадан иборат бўлади. Тортқичлар иккала томонлама бурама мурватли ёки бир томони бурама мурватли ва иккинчи томони илгакли бўлиши мумкин.

Тортқич бурама мурватли бўлса, у заиф кўндаланг кесими юзаси бўйича ҳисобланади. Тортқич ва болтларнинг кесим юзалари металл конструкцияларни ҳисоблаш қондасига асосан аниқланади, шайбалар юзаси эса $\alpha=60-90^\circ$ бурчак остида эзилиш ҳисобига биноан аниқланади:

$$A_4 \geq N / (R_{см} \alpha). \quad (1.25)$$

Шайбанинг қалинлиги эгилиш ҳисобидан аниқланади. Катта зўриқишларда шайбалар мураккаб кесимли пўлат буюмлардан қабул қилинади.

Кўчувчан боғловчили йиғма элементлар. Яхлит кесимнинг чекланганлиги сабабли йиғма элементлар ишлатилади, улар катта тўсинлар, фермалар, Рамалар ва равоқларда қўлланилади.

Қўлланилаётган боғловчи турига қараб элементлар кесими бикр ёки кўчувчан бўлиши мумкин. Эгилишга ишловчи йиғма элементларнинг уч тури таққосланади: биринчиси-боғловчисиз, иккинчиси-кўчувчан боғловчили, учинчиси-бикр елимланган. Келтирилган кесимларнинг инерция моментлари:

$$I_0 = r \frac{bh^3}{12} = \frac{bh^3}{6}, \quad I_u = \frac{b(2h)^3}{12} = \frac{4bh^3}{6}.$$

Кўчувчан кесим инерция моменти қуйидаги нисбатда бўлади:

$$I_0 < I_n < I_u \quad (1.26)$$

ва шунга мувофиқ салқиликлар нисбати:

$$A_0 > A_n > A_u \quad (1.27)$$

бу ердан:

$$I_n = (A_u/A_n)I_u = K_{жс}I_u \quad (1.28)$$

Шундай қилиб, кўчувчан боғловчили кесим учун қаршилик моментини топамиз: $W_n = K_w W_u$.

Бу ердаги $K_{ж}$ ва $K_{м}$ коэффициентлари конструкцияда ишлатилган боғловчиларнинг кўчувчанлигини ҳисобга олади.

Қисилган йиғма элементларни ҳисоблашда, уларнинг келтирилган бикрлигини билиш керак, у эса эгиловчанликка, келтирилган инерция моментига боғлиқ:

$$\lambda = \frac{l}{\gamma_n} = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_n}{F}}} = \frac{l}{\sqrt{K_{жс}} \sqrt{\frac{I_u}{F}}} = \frac{1}{\sqrt{K_{жс}}} \lambda_u = \mu \lambda_u \quad (1.29)$$

Шундай қилиб, йиғма элементларнинг ҳисобий коэффициентларини кўндаланг кесимнинг асосий геометрик кўрсаткичлари ва ҳисобий эгиловчанлигига кўпайтириш орқали эътиборга олиш керак. $K_{ж}$, $K_{м}$

коэффициентларининг қийматлари турли боғловчилар учун ҚМҚ 2.03.08.98 келтирилган.

1.1-мисол. Устун ва тўсин кўндаланг турумли усулда бириктирилади. Устун кесими $b \cdot h = 15 \cdot 15$ см, тўсин кесими $b_1 \cdot h_1 = 15 \cdot 15$ см (1.12-расм). Ҳисобий сиқувчи зўриқиш $N = 55$ кН. Материаллар – 1 навли қарағай ёғочи. Бирикманинг мустаҳкамлиги текширилсин.

Ечиш:

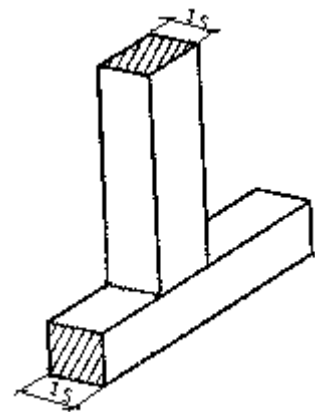
Эзилиш юзасини аниқлаймиз:

$$F_{cm} = b \cdot h = 15 \cdot 15 = 225 \text{ см}^2$$

Эзилувчи юзанинг узунлиги $\ell_{cm} = 15$ см.

Толаларга кўндаланг йўналишда маҳаллий эзилишга ёғочнинг ҳисобий қаршилигини аниқлаймиз:

$$R_{cm90} = 1,8 \cdot \left(1 + \frac{8}{\ell_{cm} + 1,2} \right) = 1,8 \cdot \left(1 + \frac{8}{15 + 1,2} \right) = 2,69 \text{ МПа}.$$



1.13-расм.

Эзувчи кучланишларни ҳисоблаймиз:

$$\sigma_{cm} = \frac{N}{F_{cm}} = \frac{55 \cdot (1000)}{225 \cdot (100)} = 2,44 \text{ МПа} < R_{cm90} = 2,69 \text{ МПа},$$

демак, бирикманинг мустаҳкамлиги таъминланган.

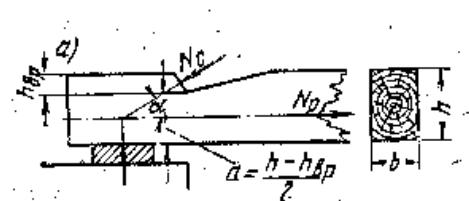
1.2-мисол. 45° ли бурчак остида турумли бириктирилувчи ховон ва тўсинларнинг кесими $b \cdot h = 15 \cdot 15$ см. Ховон учи 90° ли бурчак остида кесилган (1.13-расм). Ховон ва тўсин арча ёғочидан тайёрланади. Ховонга таъсир этувчи ҳисобий сиқувчи зўриқиш $N = 84$ кН. Бирикманинг мустаҳкамлиги текширилсин.

Ечиш:

Эзилувчи юзани аниқлаймиз:

$$F_{cm} = b \cdot h = 15 \cdot 15 = 225 \text{ см}^2.$$

Тўсин ёғочининг эзилиш бурчаги $\alpha = 45^\circ$, $\sin \alpha = 0,707$.

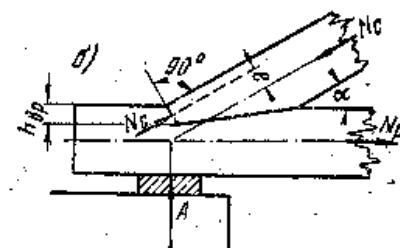


Ёғочнинг 45^0 бурчак остидаги эзилишга ҳисобий қаршилигини аниқлаймиз:

$$R_{см.α} = \frac{R_{см}}{1 + 6,22 \sin^3 α} = \frac{13}{1 + 6,22 \cdot 0,707^3} = 4,1 \text{ МПа}$$

Эзувчи кучланишларни ҳисоблаймиз:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{F_{эз}} = \frac{84 \cdot (1000)}{225 \cdot (100)} = 3,7 \text{ МПа} < R_{см.α} = 4,1 \text{ МПа}$$



1.14-расм.

демак, бирикманинг мустаҳкамлиги таъминланган.

1.3-мисол: Кўндаланг кесимининг ўлчамлари $b \times h = 20 \times 20$ см бўлган иккита чорқирра (брус) икки томонлама қўйилувчи қоплама-дастаклар билан болтлар ёрдамида бириктирилган. Қоплама-дастаклар кесими $b \times h = 8 \times 20$ см (1.14-расм). Материаллар - қарағай ёғочи. Бўйлама чўзувчи зўриқиш $N = 180$ кН.

Болтларнинг кесими ва сони аниқлансин.

Ечиш:

Болтлар симметрик равишда икки қатор қўйилади деб оламиз. У ҳолда болтлар диаметри:

$$d \leq \frac{h}{9,5} = \frac{20}{9,5} = 2,1 \text{ см} = 21 \text{ мм.}$$

Диаметр $d = 20$ ммли болтлар қабул қиламиз.

Бирикма икки қирқимли $n_{ср} = 2$, симметрик, толалар бўйлаб жойлашган, $\alpha = 0^0$, коэффициент $K_{\alpha} = 1$.

Ўрта чорқирра (брус) қалинлиги $C = 15$ см, четки қоплама дастакларники $a = 8$ см.

Болтларнинг бир қирқимдаги юк кўтариш қобилятини қуйидаги шартлар бўйича аниқлаймиз:

1) болтнинг эгилиши бўйича:

$$T_c = 5 \cdot c \cdot d = 5 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 10^{-1} = 20 \text{ кН};$$

2) четки тахтанинг эзилиши бўйича:

$$T_a = 8 \cdot a \cdot d = 8 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 10^{-1} = 12,8 \text{ кН};$$

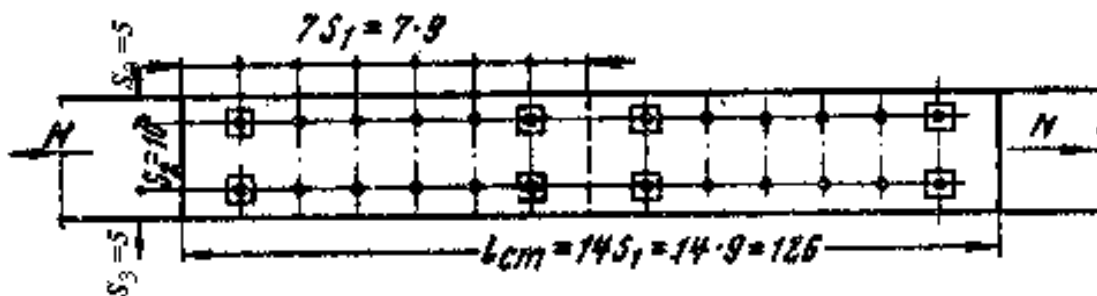
3) диаметри 20 ммли болтнинг энг кичик ҳисобий юк кўтариш қобиляти:

$$T_{\min} = 8,5 \text{ кН.}$$

Бирикманинг ярмидаги болтлар сонини аниқлаймиз:

$$n = \frac{N}{T_{\min} \cdot n_{cp}} = \frac{180}{8,5 \cdot 2} = 10,6 \text{ дона.}$$

Бирикманинг ҳар иккала томонида диаметри $d=20$ мм бўлган 12 тадан болтлар қабул қиламиз, жаоми болтлар сони $n=24$ дона.



1.15-расм.

Бирикманинг четлари ва марказидаги 8та болтлардан ташқари қолган 16 таси диаметри $d=20$ ммли стерженлар билан алмашилиши ҳам мумкин.

1.4-мисол: Вертикаль тахта иккита горизонталь тахталарга михлар воситасида бириктирилади. Барча тахталарнинг кесим ўлчамлари бир хил бўлиб, $b \cdot h = 5 \cdot 20$ смни ташкил этади. Материаллар - арча тахталари. Ҳисобий чўзувчи зўриқиш $N=18,0$ кН.

Бириктириш учун зарур миқдордаги михлар сони аниқлансин.

Ечиш:

Вертикаль тахтанинг учи горизонталь тахталар орасидан ўтказилади ва улар $d=5$ мм, $l=150$ ммли михлар билан бириктирилади.

Бирикма икки қирқимли, $n_{cp}=2$, симметрик бириктириш амалга оширилади. Бириктирилувчи элементларнинг қалинликлари $a=c=5$ см.

Четки тахтага михнинг ҳисобий киритилиш узунлигини аниқлаймиз:

$$a_1 = l - 2b - 1,5d - 2\delta = 15 - 2 \cdot 5 - 1,5 \cdot 0,5 - 2 \cdot 0,2 = 3,85 \text{ см.}$$

Михнинг битта қирқимдаги юк кўтариш қобилятини қуйидаги шартлардан аниқлаймиз:

1) михнинг эгилиши бўйича:

$$T_n = 25d^2 + 0,1a_1^2 = 25 \cdot 0,005^2 + 0,1 \cdot 0,00076 \text{ мН} = 0,76 \text{ кН};$$

2) ўртадаги тахтанинг эзилиши бўйича:

$$T_c = 5cd = 5 \cdot 0,05 \cdot 0,005 = 0,00125 \text{ мН} = 1,25 \text{ кН};$$

3) четки тахтанинг эзилиши бўйича:

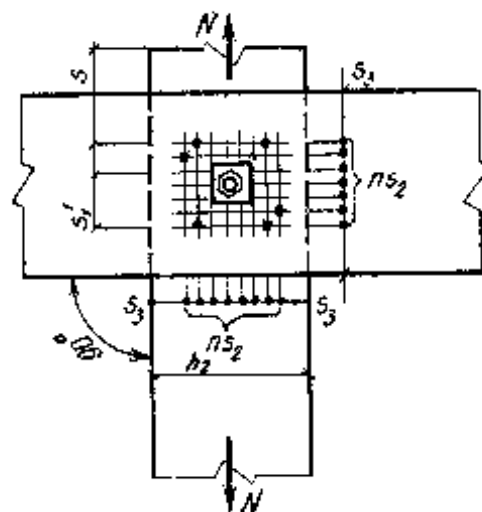
$$T_a = 8a_1d = 8 \cdot 0,0385 \cdot 0,005 = 0,00154 \text{ мН} = 1,5 \text{ кН}$$

Қабул қиламиз: $T = T_u = 0,76 \text{ кН}$.

Талаб этилувчи михлар сонини аниқлаймиз:

$$n = \frac{N}{T \cdot n_{cp}} = \frac{18}{0,76 \cdot 2} = 11,84 \text{ дона}$$

Бирикмада $d=5 \text{ мм}$, $l=150 \text{ мм}$ ли 12 дона мих ишлатилади. Михлар бирикманинг ҳар икки томонидан 6 донадан қоқилади (1.15-расм). Бундан ташқари, бирикма марказида диаметри $d=12 \text{ мм}$ ли бир дона конструктив тортқи болт ўрнатилади.



1.16-расм.

1.5-мисол: Стропил фермага чўзилишга ишловчи болт ёрдамида осилган сарров ҳисоблансин. Ҳар бир бириктирилган жойида чўзувчи куч $N=0,04 \text{ МН}$ таъсир қилади. Пўлатни ҳисобий қаршилиги - $R=235 \text{ МПа}$ га тенг.

Ечилиши:

Қирқилиш бўйича талаб қилинган болтнинг юзаси:

$$A_T = \frac{N}{0,8R} = \frac{0,04 \text{ МН}}{0,8 \cdot 235 \text{ МПа}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 2,13 \text{ см}^2$$

Болтни диаметрини $d=2 \text{ см}$ қабул қиламиз. Қирқилиш бўйича болтнинг кесим юзаси - $A=3,14 \text{ см}^2 > A_T=2,13 \text{ см}^2$ дан катта.

Толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги шайба остидаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги $R_{3390}=4 \text{ МПа}$ га тенг.

Шайба тагидаги эзиладиган юзани талаб қилинган қиймати:

$$A_r = \frac{N}{R_{3390}} = \frac{0,04}{4} = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2$$

Шайбани квадрат шаклида $b=10 \text{ см}$ томонли қабул қиламиз. Шайба тагидаги эзилишга ишловчи юза:

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 10^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 96,86 \text{ см}^2 = 0,009686 \text{ м}^2.$$

Эгилишдаги кучланиш - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,009686} = 4,13 \text{ МПа} > R_{\sigma 390} = 4 \text{ МПа}$$

мустаҳкамлик шарти бажарилмади, шунинг учун шайба ўлчамини катталаштирамиз ва $b = 11 \text{ см}$ қилиб оламиз.

У ҳолда:

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 11^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 118 \text{ см}^2 = 0,0118 \text{ м}^2.$$

кучланиш:
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,0118} = 3,39 \text{ МПа} < R_{\sigma 390} = 4 \text{ МПа}$$

мустаҳкамлик шарти бажарилди.

Шайба кесимидаги максимал эгувчи момент:

$$M = \frac{N \cdot b}{16} = \frac{0,04 \cdot 0,11}{16} = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

Қаршилик моменти:

$$W_T = \frac{M}{R} = \frac{2,75 \cdot 10^{-4}}{235} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,17 \text{ см}^3$$

Шайбани талаб қилинадиган қалинлиги:

$$\delta_T = \sqrt{\frac{6W}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,17}{11-2}} = 0,883 \text{ см}.$$

Шайбанинг қалинлигини $\delta = 9 \text{ мм}$ қабул қиламиз.

1.6-мисол: Кўндаланг кесими $b_1 \times h_1 = 8 \times 20 \text{ см}$ бўлган икки томонлама ёғоч қопламали, ўлчами $b \times h = 15 \times 20 \text{ см}$ бўлган иккита тўрт қиррали ёғочнинг чокидаги талаб қилинадиган эгилишга ишловчи болтларнинг сони ва кесими аниқлансин. Унга бўйлама чўзувчи $N = 160 \text{ кН}$ куч қўйилган.

Ечилиши:

Болтни диаметрини баландлиги бўйича икки қатор қўйилишидан келтириб чиқарамиз:

$$d \leq \frac{h}{9,5} = \frac{20}{9,5} = 2,1 \text{ см}.$$

Диаметрини $d = 2 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Бирикма симметрик ва икки қирқимли, $n_q = 2$ га тенг. Ўртасидаги элементларнинг қалинлиги $s_{qb} 15 \text{ см}$, чеккадагиники $a = b_1 = 8 \text{ м}$. Болтни эгилишга ишлашидан битта чокдаги болтнинг юк кўтариш қобилияти

$$T_{\Sigma} = 1,8d^2 + 0,02a^2 = 1,8 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 8^2 = 8,5 \text{ кН}.$$

Элементларни эзилиш шартидан,

$$T_c = 0,5dc = 0,5 \cdot 15 \cdot 2 = 15 \text{ кН}.$$

Қопламаларни эзилиш шартидан,

$$T_a = 0,5da = 0,8 \cdot 2 \cdot 8 = 12,8 \text{ кН}.$$

Ҳисобий минимал юк кўтариш қобилияти $T = 8,5 \text{ кН}$ га тенг бўлади.

Талаб қилинадиган болтларнинг сони - n ,

$$n_r = \frac{N}{T \cdot n_{\text{чок}}} = \frac{160}{8,5 \cdot 2} = 9,4 \text{ та}.$$

Чокнинг бир томонидаги болтларнинг умумий сони 10 та ва диаметри $d = 20 \text{ мм}$ га тенг олинади.

1.7-мисол: Куруқ 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:

Куруқ ёғочга қоқилган михнинг ҳисобий қаршилиги $R_{cm} = 0,3 \text{ МПа}$ га тенг.

Михнинг учидаги ўткир қисмини чиқариб ташлагандаги ҳисобий узунлиги

$$l_1 = l - 1,5d = 8 - 1,5 \cdot 0,005 = 7,25 \text{ см} = 0,0725 \text{ м}.$$

Суғуришдаги михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти

$$T_{c,m} = R_{c,m} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1 = 3,14 \cdot 0,005 \cdot 0,0725 \cdot 0,3 = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 0,34 \text{ кН}.$$

Такрорлаш учун саволлар

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

II БОБ. ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

2.1. Чўзилувчи ва сиқилувчи элементлар ҳисоби

Марказий чўзилиш. Чўзувчи кучланишлар ёғоч конструкциялар элементлари учун хавфли ҳисобланади, чунки бундай кучланганлик ҳолатида ёғочнинг нуқсонлари, айниқса бутоқлар мавжудлиги ва қия қатлам (беланги)лилик мўрт узилишга олиб келиши мумкин.

Бутоқлар элемент кесimini заифлаштирибгина қолмасдан, носимметрик жойлашиши туфайли заифлашган кесимда кучланишларнинг нотекис тақсимланишини келтириб чиқаради, натижада чўзилувчи элементнинг қаршилиги кескин камаяди.

Чўзилувчи элементларда ўйиқ ва тешиklar мавжуд бўлган жойларда кучланишлар концентрацияси юзага келади, бунинг оқибатида заифлашган элементнинг мустаҳкамлиги пасаяди.

Ёғоч конструкцияларнинг чўзулувчи элементлари 1-тоифа элементлари ҳисобланади, шу сабабли уларни таёрлашда нуқсонлари энг кам бўлган юқори сифатли тахта-ёғоч материаллари ишлатилиши керак.

Марказий чўзилишга ишлайдиган ёғоч элементлар энг заиф кесими бўйича мустаҳкамликка қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\sigma_{\text{чз}} = \frac{N}{F_{\text{нт}}} \leq R_p \cdot m_o, \quad (2.1)$$

бу ерда: σ_p - чўзувчи кучланишлар;

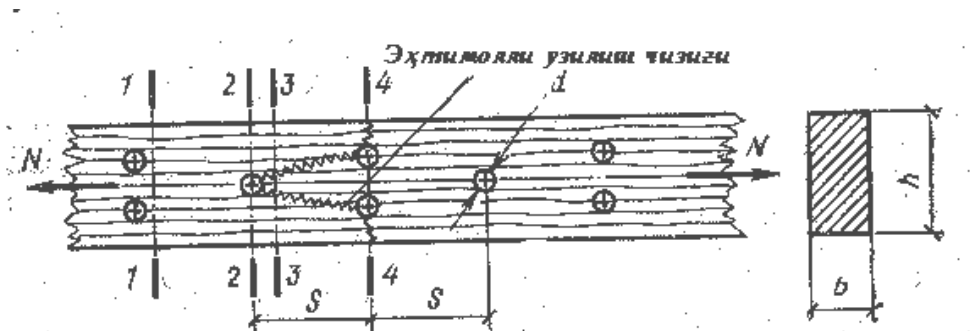
N – ҳисобий чўзувчи куч, кН;

$F_{\text{нт}}$ – элементнинг симметрик заифлашган кўндаланг кесим юзаси, см²;

R_p – ёғочнинг толалари бўйлаб чўзилишга ҳисобий қаршилиги, МПа, 3-жадвал бўйича қабул қилинади;

$m_0 = 0,8$ коэффициент заифлашган жойларда юзага келувчи кучланишлар концентрациясини ҳисобга олади.

Заифлашган кесим юзаси $F_{нт}$ ни аниқлашда узунлиги 200 мм гача бўлган участкада жойлашган барча заифликлар битта кесимда жойлашган деб қабул қилинади (2.1-расм).



2.1-расм. Марказий чўзилувчи элемент

2.1-мисол. Кесими болтлар ўрнатилиши учун очилган ўйиқлар ва тешиklar билан заифлаштирилган чўзилувчи элементнинг мустаҳкамлиги текширилсин (2.2-расм). Ҳисобий чўзувчи куч $N=75$ кН; элемент кесимининг ўлчамлари $b \times h=15 \times 20$ см; ҳар иккала томондан ўйиқларнинг чуқурлиги $h_{вр} = 3,5$ см; тешиklar диаметри $d=1,6$ см. Элемент 1-навли қарағай ёғочидан тайёрланади.

Ечиш:

Стержень брутто кесимининг юзаси:

$$F_{бр} = b \times h = 15 \cdot 20 = 300 \text{ см}^2.$$

Ўйиқлар билан заифлаштирилган кесим юзаси:

$$F'_{заиф} = 2 \cdot 3,5 \cdot 20 = 140 \text{ см}^2.$$

Болтлар учун очилган тешиklar орасидаги масофа $S=10 < 20$ см, демак, ҳисобда ҳар учала тешикнинг заифлаштириши битта кесимда жойлашади деб қабул қиламиз.

Болт тешиклари туфайли заифлашган юза:

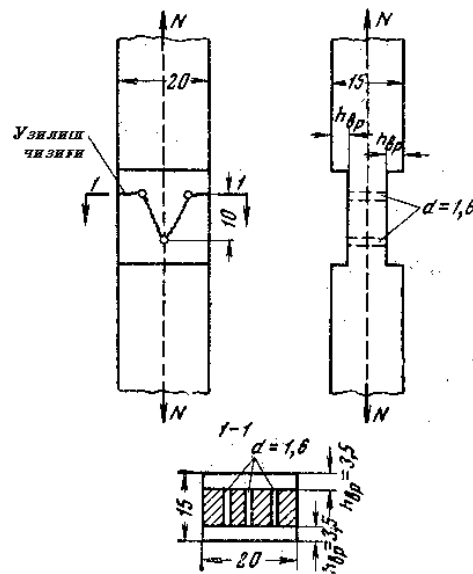
$$F''_{\text{заиф}} = 3 \cdot 1,6 \cdot (15 - 2 \cdot 3,5) = 38,4 \text{ см}^2.$$

Стержень нетто кесимининг юзаси:

$$F_{\text{нт}} = F_{\text{бр}} - (F'_{\text{заиф}} + F''_{\text{заиф}}) = 300 - (140 + 38,4) = 121,6 \text{ см}^2.$$

Ҳисобий чўзувчи кучланиш:

$$\sigma_p = \frac{N}{F_{\text{нт}}} = \frac{75 \cdot (10)}{121,6} = 6,17 \text{ МПа} < R_p \cdot m_o = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ МПа}$$



2.2-расм.

демак, элементнинг мустаҳкамлиги

таъминланган.

2.2-мисол. Биринчи нав ёғочдан тайёрланган чўзилиш - эгилишга ишловчи стерженнинг мустаҳкамлигини текширилсин. Стержень узунлиги $l = 4 \text{ м}$ ва кўндаланг кесими ўлчамлари $b \times h = 12 \times 15 \text{ см}$. Стержен ҳисобий юкламалардан ҳосил бўлган чўзувчи куч- $N = 60 \text{ кН} = 0,06 \text{ МН}$ ва эгувчи момент- $M = 3 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,003 \text{ МН} \cdot \text{м}$ таъсирида катта ўлчами йўналишида чўзилади ва кўндаланг кесимида заиф кесимлар йўқ.

Ечилиши:

Чўзилиш ва эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршиликларини аниқлаймиз,

$$R_q = 10 \text{ МПа}; \quad R_o = 14 \text{ МПа};$$

Кўндаланг кесим юзаси - A ,

$$A = b \times h = 12 \times 15 = 180 \text{ см}^2 = 0,018 \text{ м}^2;$$

Кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моменти - W ,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 15^2}{6} = 450 \text{ см}^3 = 450 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

Чўзилиш ва эгилишдаги кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R_q}{W \cdot R_o} = \frac{0,06}{0,018} + \frac{0,003 \cdot 10}{450 \cdot 10^{-6} \cdot 14} = 3,33 + 4,76 = 8,09 \text{ МПа} < R_q = 10 \text{ МПа}.$$

демак, мустаҳкамлиги таъминланган.

Марказий сиқилиш. Сиқилувчи элементларда ёғочнинг бутوقлари ва қия қатламлилиги унинг мустаҳкамлигига чўзилишдагига нисбатан камроқ таҳсир кўрсатади, ўйиклар ва тешиklar каби маҳаллий заифликлар эса сиқилишда ёғочнинг пластиклик хусусиятлари намоён бўлиши эвазига юк кўтариш қобилиятининг сезиларли даражада пасайишига олиб келмайди.

Ёғочга қўйилувчи сифат талаblари бўйича сиқилувчи элементлар II тоифа элементларига киради.

Марказий сиқилувчи элементлар мустаҳкамликка қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

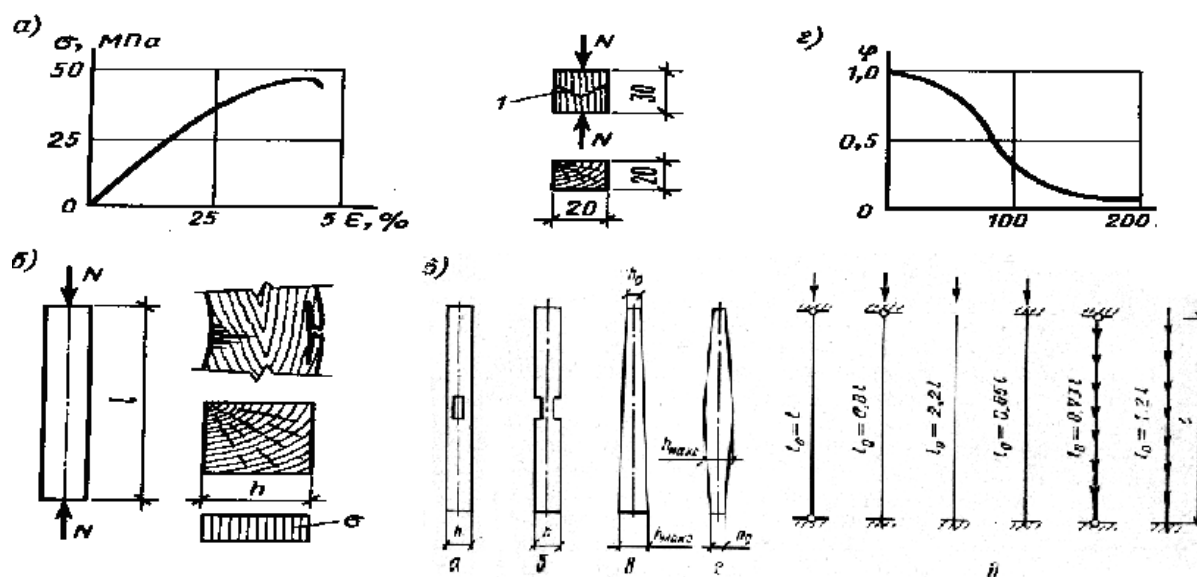
$$\sigma_c = \frac{N}{F_{нт}} \leq R_c, \quad (2.2)$$

бу ерда: σ_c - сиқувчи кучланишлар, МПа;

N – ҳисобий сиқувчи куч, кН;

$F_{нт}$ – сиқилувчи элементнинг нетто кесим юзаси, см²;

R_c – ёғочнинг толалари бўйлаб сиқилишга ҳисобий қаршилиги, МПа.



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

Мустаҳкамликка ҳисоб асосан шартли узунлиги $\leq 7\delta$ бўлган калта стерженлар учун бажарилади. Кўндаланг йўналишда робиталар билан маҳкамланмаган узун стерженлар бўйлама эгилишга ҳисобланади; улар куч таъсирида ўзининг тўғри чизикли ҳолатини йўқотади, бу – **устиворликни йўқотиш** дейилади. Бундай устиворликни йўқотишда ёғочнинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасидан кичик қийматлардаги кучланишларда стержень ўқининг қийшайиши юз беради. Стерженнинг устиворлиги Эйлер формуласи бўйича ҳисобланувчи критик юк орқали аниқланади:

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 E \cdot J}{l_o^2}, \quad (2.3)$$

бу ерда: E - эластиклик модули;

J - стерженнинг минималр инерция моменти;

ℓ_o - стерженнинг ҳисобий узунлиги бўлиб, қуйидаги формула бўйича аниқланади: $\ell_o = \mu_o \cdot \ell$;

ℓ - стерженнинг эркин узунлиги;

μ_o - коэффицентининг қиймати қуйидагича қабул қилинади:

1) стержень учлари бўйича бўйлама кучлар билан юкланган ҳолда: четлари шарнирли маҳкамланган бўлса, шунингдек, элемент оралик нуқталарида шарнирли маҳкамланса $\mu_o=1$; бир чети шарнирли, иккинчиси – бикр (қистириб) маҳкамланса $\mu_o=0,8$; бир чети қистириб маҳкамланиб, иккинчи – эркин учи юкланса $\mu_o=2,2$; ҳар икки чети қистириб маҳкамланса $\mu_o=0,65$;

2) бўйлама юк элемент узунлиги бўйича тенг тақсимланган ҳолда: ҳар икки чети шарнирли маҳкамланса $\mu_o=0,73$; бир чети қистириб маҳкамланиб, иккинчиси эркин бўлса $\mu_o=1,2$.

Критик кучланиш қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}, \quad (2.4)$$

бу ерда: $\lambda = \frac{\ell_o}{r}$ - стерженнинг мойиллиги (эгиловчанлиги);

$r = \sqrt{\frac{J}{F}}$ - стерженнинг инерция радиуси.

Бўйлама эгилишга ҳисоб қуйидаги формула бўйича бажарилади:

$$\sigma_c = \frac{N}{\varphi \cdot F_{\text{хис}}} \leq R_c \quad (2.5)$$

бу ерда: $\varphi = \frac{A}{\lambda^2}$ - бўйлама эгилиш коэффициенти; ёғоч учун $A=3000$, фанера учун $A=2500$, полиэфир шишапластик учун $A=1097$, органик ойна учун $A=580$. Конструкциялар элементларининг чегаравий мойиллиги (λ_{max}) 2.1-жадвалда келтирилган қийматлардан ошиб кетмаслиги керак;

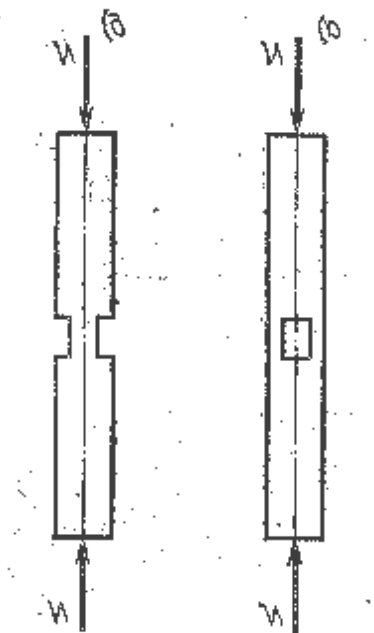
$F_{\text{хис}}$ - элемент кўндаланг кесимининг ҳисобий юзаси, у қуйдагига тенг олинади:

1) элемент қиррасига чиқмаган заифлаштиришда (2.3-расм): а) агар уларнинг юзаси $F_{\text{заиф}} \leq 0,25 F_{\text{бр}}$ бўлса, $F_{\text{хис}} = F_{\text{бр}}$; б) агар уларнинг юзаси $F_{\text{заиф}} > 0,25 F_{\text{бр}}$ бўлса, $F_{\text{хис}} = \frac{4}{3} F_{\text{нт}}$;

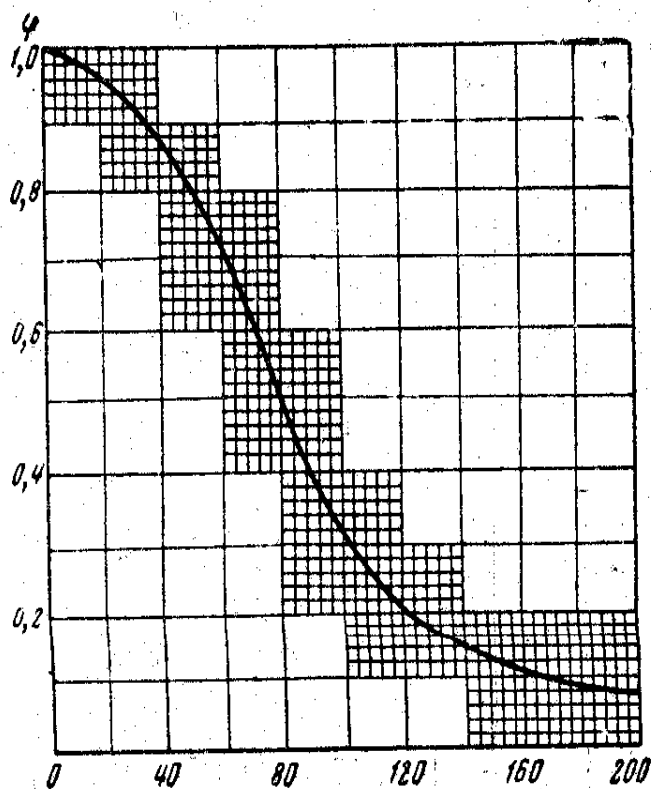
2) элемент қиррасига чиқадиغان симметрик заифлаштиришда (2.3-расмга қаралсин): $F_{\text{хис}} = F_{\text{нт}}$;

бу ерда $F_{\text{бр}}$ – брутто кесим юзаси, $F_{\text{нт}}$ - нетто кесим юзаси.

Бўйлама эгилиш коэффициенти φ нинг қийматини шунингдек, 2.4-расмда келтирилган график бўйича ҳам қабул қилиш мумкин.



2.4-расм. Сиқилувчи элементлардаги заифлаштиришлар:
а – қиррага чиқмайдиган;
б – қиррага чиқадиغان.



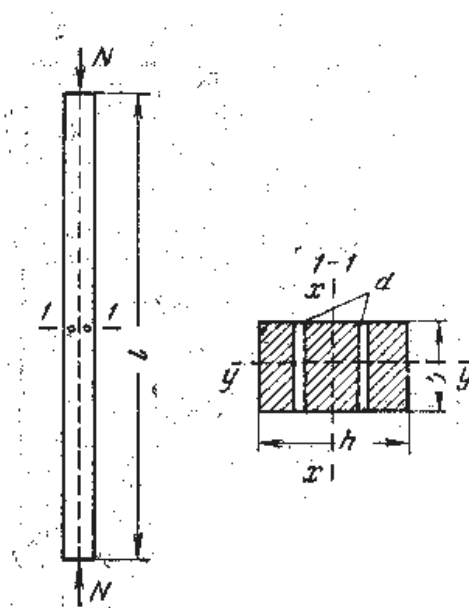
2.5-расм. Турли мойилликлардаги бўйлама эгилиш коэффициенти.

Конструкциялар элементларининг чегаравий мойиликлари

2.1-жадвал

Конструкциялар элементлари	Чегаравий мойилликлар, $\lambda_{\max}$
Фермаларнинг сиқилувчи белбоғлари, таянч ховонлари ва таянч устунлари; устунлар	120
Фермалар ва бошқа панжарали конструкцияларнинг қолган сиқилувчи элементлари	150
Робиталарнинг сиқилувчи элементлари	200
Фермаларнинг вертикаль текисликдаги чўзилувчи белбоғлари	150
Фермалар ва бошқа панжарали конструкцияларнинг қолган чўзилувчи элементлари	200

2.3-мисол: Кесимининг ўлчамлари $b \times h = 15 \times 20$ см бўлган, баландлигининг ўртасида болтлар учун иккита диаметри $d = 1,6$ см ли тешик очилган сиқилувчи стерженнинг мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилсин. Стержень узунлиги $\ell = 3,6$ м, учлари шарнирли бириктирилган (2.5-расм). Чегаравий мойиллик $\lambda = 120$. Меъёрий юкдан стержендаги зўриқишлар: доимий юкдан – 50,0 кН, вақтинчалик (қор) юкдан – 24,0 кН.



2.6.-расм.

Ечиш:

Ҳисобий юк:

$$N = 50 \cdot 1,1 + 24 \cdot 1,4 = 88,6 \text{ кН};$$

бу ерда: 1,1 ва 1,4 - мос равишда доимий қор ва юклари учун юк бўйича ишонч коэффициентлари.

1) Стерженнинг мустаҳкамлигини текшириш.

Брутто кесим юзаси:

$$F_{\text{бр}} = 15 \cdot 20 = 300 \text{ см}^2.$$

Заифлашиш юзаси:

$$F_{\text{заиф}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 15 = 48 \text{ см}^2.$$

Нетто кесим юзаси:

$$F_{\text{нт}} = 300 - 48 = 252 \text{ см}^2.$$

Ҳисобий сиқувчи кучланиш:

$$\sigma_c = \frac{N}{F_{\text{нт}}} = \frac{88,6 \cdot (10)}{252} = 3,52 \text{ МПа} < R_c = 13 \text{ МПа}.$$

Стерженнинг мустаҳкамлиги таъминланган.

2) Стерженнинг устиворлигини текшириш.

Энг кичик инерция радиуси:

$$r_y = 0,289 \cdot b = 0,289 \cdot 15 = 4,33 \text{ см}.$$

Стерженнинг ҳисобий эркин узунлиги:

$$l_0 = l = 3,6 \text{ м} = 360 \text{ см.}$$

Энг катта мойиллиги:

$$\lambda = \frac{l_0}{r} = \frac{360}{4,33} = 83 < 120 .$$

Бўйлама эгилиш коэффиценти:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{83^2} = 0,44 .$$

Заифлашиш юзасининг брутто юзага нисбати:

$$\frac{F_{заиф}}{F_{бр}} = \frac{48}{300} = 0,16 < 0,25 ,$$

бу ҳолда ҳисобий юза: $F_{хис} = F_{бр} = 300 \text{ см}^2$.

Устиворликка ҳисобдаги сиқувчи кучланиш:

$$\sigma_c = \frac{N}{\varphi \cdot F_{хис}} = \frac{88,6 \cdot (10)}{0,44 \cdot 300} = 6,7 \text{ МПа} < R_c = 13 \text{ МПа} ,$$

демак, стерженнинг устиворлиги таъминланган.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Марказий чўзилишга қайси формула ёрдамида ҳисобланади?
2. Марказий сиқилишга қайси формула ёрдамида ҳисобланади?
3. Чегаравий эгилувчанлик деганда нимани тушунасиш?

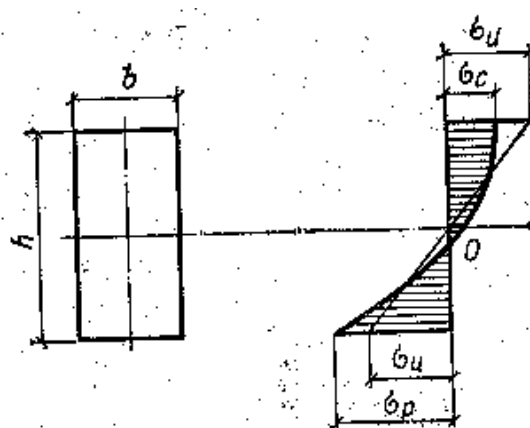
2.2. Эгилувчи элементлар ҳисоби

Ёғочнинг асосий нуқсонлари - бутоқлар ва қия қатламлилиқ, айниқса улар чўзилувчи соҳада жойлашган бўлса, элементларнинг эгилишга қаршилигини камайтиради.

Қирраси билан ўрнатилган тахта ва бруслардаги чўзилувчи қиррага чиқувчи бутоқлар уларнинг эгилишга қаршилигининг кескин пасайишига олиб келади.

Катта ёғи билан таянувчи массив бруслар ва тахталардан тайёрланган тўсинларда ёғочнинг нуқсонлари уларнинг эгилишга қаршилигини кўп миқдорда пасайтира олмайди, чунки бутоқлар ва бошқа кичик латлар билан заифлашган қисмларининг камчилиги заифлашмаган бутун кесимларнинг иши эвазига тўлдирилади.

Эгиловчи элементлар I-гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича мустаҳкамликка, II-гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича бикрликка ҳисобланади. Ҳисобларда сиқилиш ва чўзилишда ёғочнинг эластиклик модуллари тенг, яъни $E_c = E_{чўз}$, кучланишлар эпюраси эса тўғри чизикли деб олинади (2.7-расм).



2.7-расм.

Мустаҳкамликка ҳисоб текис деформацияланиш шаклида устиворлиги таъминланган элементлар учун қуйидаги формула бўйича бажарилади:

$$\sigma_u = \frac{M}{W_{нт} \cdot m_\sigma} \leq R, \quad (2.6)$$

бу ерда: σ_u - энг хавфли кесимдаги нормаль кучланишлар;

M - ҳисобий юклардан ҳосил бўлувчи эгувчи момент;

$W_{нт}$ - нетто кесим қаршилиқ моменти, унинг қийматини аниқлашда 200 мм узунликдаги участкада жойлашувчи барча заифликлар битта кесимда ётади деб олинади;

m_σ - кесим ўлчамларини ҳисобга олувчи коэффициент.

Эгиловчи элементнинг мустаҳкамлиги энг катта эгувчи момент бор жойда ва заифлашган кесимларда текширилади. Хода (доиравий кесимли

ёғоч) ларни ҳисоблашда ёғочнинг «қочиши» ҳисобга олинади, унинг қиймати 1м узунликка 0,8 см қабул қилинади.

Кўндаланг эгилишда шунингдек, уринма кучланишларни ҳам ҳисобга олишг керак бўлади. Бир ораликли тўғри тўртбурчак кесимли элементларда узунлигининг кесим баландлигига нисбати ℓ/h кичик бўлганда улар тенг тақсимланган юклар таъсиридан бузилиши мумкин. ℓ/h нисбатнинг энг кичик қиймати қуйидаги ифодадан аниқланиши мумкин:

$$\frac{l}{h} = \frac{R_u}{R_{ek}}, \quad (2.7)$$

бу ерда: R_u - ёғочнинг эгилишдаги;

R_{ek} - ёрилишдаги ҳисобий қаршиликлари.

Эгилувчи элементларнинг уринма кучланишларга мустаҳкамлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{\bar{op}}}{b \cdot J_{\bar{op}}} \leq R_{ck}, \quad (2.8)$$

Q - ҳисобий кўндаланг куч;

$S_{\bar{op}}$ - нейтралр ўққа нисбатан брутто кесим силжувчи қисмининг статик моменти;

$J_{\bar{op}}$ - брутто кесим инерция моменти;

b - кесим эни.

Кесимининг эни кичик элементлар текис шаклдаги деформацияланиш устиворлигига қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma_n = \frac{M}{\varphi_M \cdot W_{\bar{op}}} \leq R_u, \quad (2.9)$$

бу ерда: M - кўрилаётган кесимдаги максималь эгувчи момент;

$W_{\bar{op}}$ - брутто кесим қаршилик моменти;

φ_M - эгилувчи элементларнинг устиворлик коэффиценти:

$$\varphi_M = 140 \cdot \left(\frac{b^2}{l_p h} \right) \cdot K_\phi \cdot K_{nm} \quad (2.10)$$

бу ерда: l_p - элемент таянчлари орасидаги масофа;

K_ϕ - l_p участкадаги эгувчи мормент M эпюраси шаклига боғлиқ коэффицент, 17-жадвалдан олинади;

K_{nm} - эгилиш текислигидан чиқмаслик учун элемент чўзилувчи қиррасининг оралиқ нуқталарида маҳкамланган бўлса киритилади ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_{nm} = 1 + \left[0,142 \cdot \frac{l_p}{h} + 1,76 \frac{h}{l_p} + 1,4\alpha_p - 1 \right] \cdot \frac{m^2}{m^2 + 1}, \quad (2.11)$$

бу ерда: α_p - радиан ҳисобидаги марказий бурчак, доиравий элементнинг l_p участкасини белгилайди (тўғри чизикли элементлар учун $\alpha_p = 0$);

m - бир ҳил қадамда элемент чўзилувчи қиррасининг l_p участкасидаги маҳкамланган нуқталари сони (четки нуқталар ҳисобга олинмайди). $m > 4$ бўлса, $m^2 / (m^2 + 1)$ нинг қиймати 1 га тенг қилиб олинади.

Эгилувчи элементлар II гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича қуйидаги формула асосида бикрликка текширилади:

$$f_0 = \frac{k \cdot P_n \cdot l^3}{E \cdot J_{\phi p}}, \quad (2.12)$$

бу ерда k - юкнинг турига боғлиқ коэффицент: тенг тақсимланган юк таъсир этувчи икки таянчли тўсин учун $k = 5/384$;

P_n - элемент учун меъёрий юк, масалан, тенг тақсимланган юк учун $P_n = q_n l$;

E - материалнинг эластиклик модули;

$J_{\phi p}$ - брутто кесим инерция моменти.

Пластмассадан тайёрланган элементлар учун (эластиклик модули кичик бўлади) ва $l/h > 15$ бўлган баландлиги катта ёғоч элементлар учун уринма кучланишларнинг салқиликка таъсирини ҳисобга олиш керак бўлади. Бунда салқилик қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f = f_0 \cdot \left[1 + c \cdot \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right], \quad (2.13)$$

бу ерда: f_0 - силжиш деформацияларини ҳисобга олмасдан (1.12) формула бўйича топилган салқилик;

C - (18-жадвалдан) ҳисоб схемасига кўра аниқланувчи коэффициент.

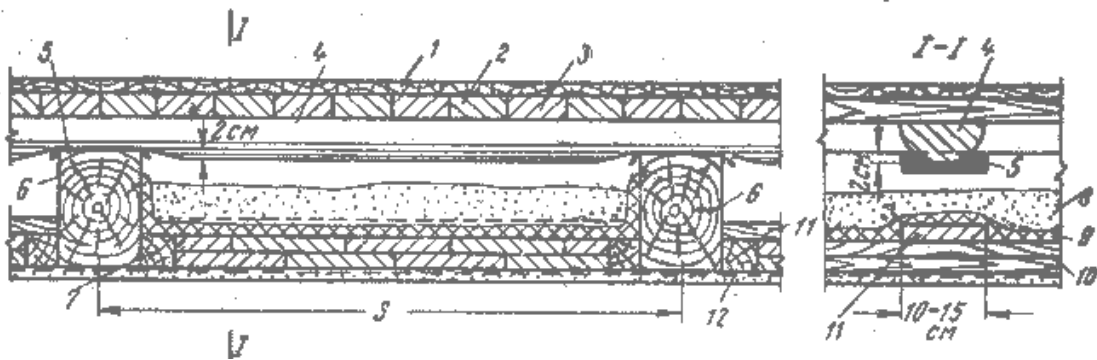
Эгилувчи элементларнинг салқилиги ҚМҚ да белгилаб қўйилган чегаравий қийматлардан ошмаслиги керак (19-жадвал):

$$f \leq [f] \quad \text{ёки} \quad \frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right], \quad (2.14)$$

бу ерда: $[f]$, $\left[\frac{f}{l} \right]$ - мос равишда салқилик ва нисбий салқиликларнинг чегаравий қийматлари.

2.4-мисол. Кесим ўлчамлари $b \cdot h = 15 \cdot 22$ см, таянчлари орасидаги масофа $l = 4$ м бўлган ораёпма тўсинининг мустаҳкамлиги ва бикрлиги текширилсин (2.8-расм).

Тўсинга таъсир этувчи меъёрий юклар: ораёпма ва пол конструкцияларининг оғирлигидан – 1900 Н/м^2 ; вақтинчалик юк $P_n = 1500 \text{ Н/м}^2$; тўсинлар орасидаги масофа – $0,9$ м. Тўсин materiali I-навли арча ёғочи.



2.8-расм.

Ечиш:

Тўсиннинг 1 м узунлигига таъсир этувчи меъёрий юкларни ҳисоблаймиз:

а) доимий юклар: ораёпма ва пол конструкциялари оғирлигидан –

$$1900 \cdot 0,9 = 1710 \text{ Н/м}.$$

Тўсиннинг хусусий оғирлигидан – $0,15 \cdot 0,22 \cdot 5000 = 1615 \text{ Н/м}$.

Жаоми: $g_n = 1875 \text{ Н/м}.$

б) вақтинчалик юк: $P_n = 1500 \cdot 0,9 = 1350 \text{ Н} / \text{м}$;

в) тўлиқ меъёрий юк: $q_n = g_n + p_n = 1875 + 1350 = 3325 \text{ Н} / \text{м}$.

Ҳисобий юк: $q = 1875 \cdot 1,1 + 1350 \cdot 1,3 = 3820 \text{ Н} / \text{м}$,

бу ерда: 1,1 ва 1,3 - мос равишда доимий ва вақтинчалик юклар учун ишонч коэффициентлари.

Максималь эгувчи момент:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3820 \cdot 4,5^2}{8} = 9670 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тўсин кўндаланг кесимининг қаршилик моменти:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{15 \cdot 22^2}{6} = 1210 \text{ см}^3.$$

Эгилишдаги нормаль кучланишлар:

$$\sigma_n = \frac{9670 \cdot (100)}{1210 \cdot 1 \cdot (100)} = 8 \text{ МПа} < R_n = 16 \text{ МПа},$$

бу ерда: R_n - 16 МПа —эни $b > 13$ см бўлган I-навли арча ёғочи учун қабул қилинган.

Кўндаланг кесимнинг инерция моменти:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{15 \cdot 22^3}{12} = 13310 \text{ см}^4.$$

Нисбий салқилик:

$$\frac{f}{l} = \frac{5 \cdot q_n \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot J} = \frac{5 \cdot 3325 \cdot 450^3}{384 \cdot 10000 \cdot 13310 \cdot (100)} = \frac{1}{337} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250},$$

демак, тўсиннинг бикрлиги етарли экан.

2.5-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.

Ечиш:

Ёғочни сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_c = 13 \text{ МПа}$ га тенг. Кўндаланг кесим юзасини ва кесимнинг қаршилик моментларини аниқлаймиз.

$$A = b \times h = 12 \times 18 = 216 \text{ см}^2 = 0,0216 \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 18^2}{6} = 648 \text{ см}^3 = 648 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Ҳисобий узунлиги, инерция радиуси, эгилувчанлиги ва устиворлик 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 - ξ ни аниқлаймиз ,

$$\xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A} = 1 - \frac{0,1 \cdot 76,63^2}{3000 \cdot 13 \cdot 0,0216} = 0,3.$$

Деформацияни ҳисобга олган ҳолда моментни ҳисоблаймиз.

$$M_d = \frac{M}{\xi} = \frac{0,004}{0,3} = 0,013 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Сиқилишдаги нормал кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} = \frac{0,1}{0,0216} + \frac{0,013}{648 \cdot 10^{-6}} = 4,63 + 20,06 = 24,69 \text{ МПа} > R_c = 13 \text{ МПа}.$$

Эзилиш текислигидан ташқаридаги мустаҳкамлик ва устуворлигини текшираимиз:

Ҳисобий узунлиги - $l_0 = 400 \text{ см};$

Инерция радиуси - $i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ см};$

Эгилувчанлиги - $\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{3,48} = 114,94 > 70;$

Устуворлик коэффициенти - $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{114,94^2} = 0,23;$

Кучланиш - $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,1}{0,23 \cdot 0,0216} = 20,13 \text{ МПа} > R_c.$

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.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Эгилишда қандай зўриқишлар ҳосил бўлади?
2. Тўғри ва қийшиқ эгилишларни тушунтириб беринг?
3. Номарказий сиқилишда қайси формула ёрдамида мустаҳкамликка текширилади?
4. Номарказий чўзилишда қайси формула ёрдамида нормал кучланиш аниқланади ?

2.3. Эзилиш ва ёрилиш ҳисоби

Эзилиш. Сиқувчи зўриқишлар, бир элементдан иккинчисига узатилганда, туташувчи элементларнинг контакт юзалари (туташиш чоклари)да эзувчи кучланишлар юзага келади. Ёғоч элементлар эзилишга қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\sigma_{см} = \frac{N_{см}}{F_{см}} \leq R_{см,\alpha}, \quad (2.15)$$

бу ерда: $\sigma_{см}$ —эзилиш кучланиши;

$N_{см}$ —ҳисобий эзувчи куч;

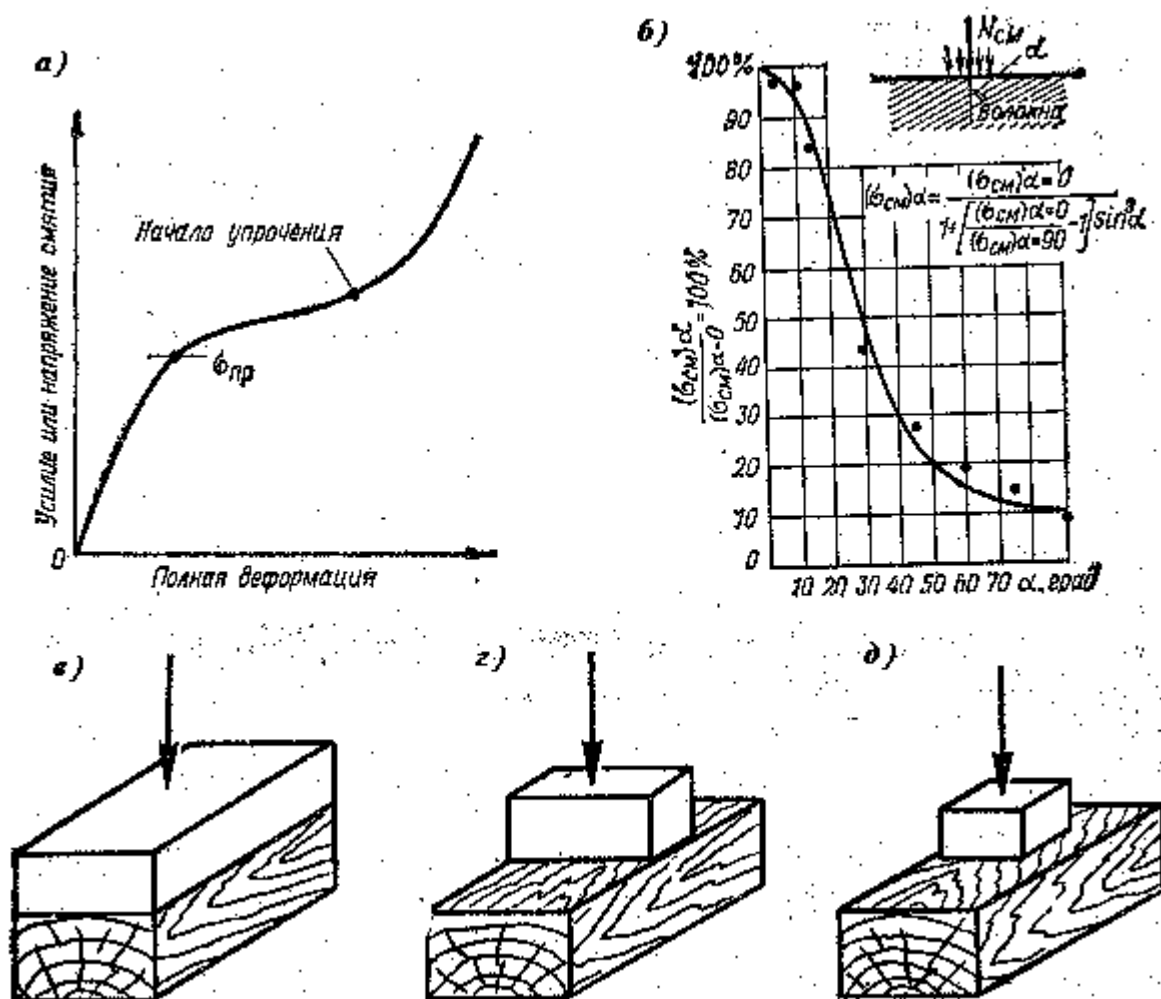
$F_{см}$ —эзилувчи юза;

$R_{см\alpha}$ - ёғочнинг эзилишга ҳисобий қаршилиги, таъсир этувчи куч ва эзилувчи толалар йўналиши орасидаги бурчакка боғлиқ бўлади.

Толалар бўйлаб $\alpha=0^0$ бурчак остида эзилишда ёғочнинг мустаҳкамлиги ва деформативлиги худди сиқилишдаги каби бўлади ва унинг эзилишга ҳисобий қаршилиги $R_{см}=13 \text{ МПа}$ қабул қилинади.

Толаларга кўндаланг равишда $\alpha=90^0$ бурчак остида эзилишда ёғочдаги катаклар деворлари энг ноқулай шароитда ишлайди ва мустаҳкамлиги энг

паст, деформациялари эса катта бўлади. Бутун юзаси бўйича толаларга кўндаланг йўналишдаги сиқилиш ва эзилишга ёғочнинг ҳисобий қаршилиги $R_{см90}=1,8$ МПа га тенг қилиб қабул қилинади (2.9-расм).



2.9-расм.

Толаларга кўндаланг йўналишда маҳаллий сиқилишга ёғочнинг ҳисобий қаршилиги қуйидаги эмпирик формула бўйича аниқланади:

$$R_{см90} = 1,8 \cdot \left(1 + \frac{8}{l_{см} + 1,2} \right), \quad (2.16)$$

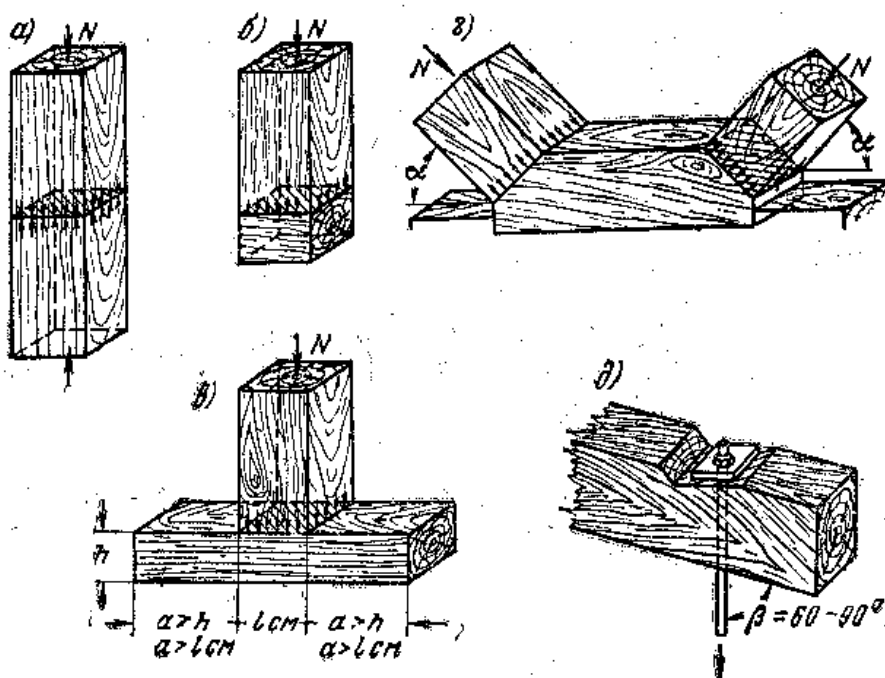
бу ерда: $l_{см}$ - эзилиш юзасининг ёғочнинг толалари йўналишидаги узунлиги, см.

Ёғочнинг толаларига нисбатан α бурчак остида эзилишга ҳисобий қаршилиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R_{cm\alpha} = \frac{R_{cm}}{1 + \left(\frac{R_{cm}}{R_{cm90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha}, \quad (2.17)$$

бу ерда: R_{cm} ва R_{cm90} – толалар бўйлаб ва толаларга кўндаланг йўналишдаги ҳисобий қаршилиқлар.

Ёғоч конструкцияларда эзилишнинг қуйидаги ҳоллари учрайди: толалар бўйлаб эзилиш; толаларга кўндаланг йўналишда бутун сирт бўйича эзилиш; толаларга кўндаланг йўналишда узунликнинг бир қисмидаги эзилиш; бурчак остида толалар йўналиши бўйича эзилиш; болтларнинг шайбалари остидаги эзилиш (2.10-расм).



2.10-расм

Эгилишдаги ёрилиш. Кўндаланг кесими кўштавр шаклида бўлган тўсинларнинг кесим деворлари қалинлиги токчаларининг энидан бирмунча кичик бўлган ҳолларда, таянчлар яқинида катта қийматли йиғилган юклар таъсир этганда, ёки оралиғининг кесим баландлигига нисбати $l/h < 5$ бўлган катта тўсинларда эгилувчи элементлар ёғочини ёрилишга текширилади.

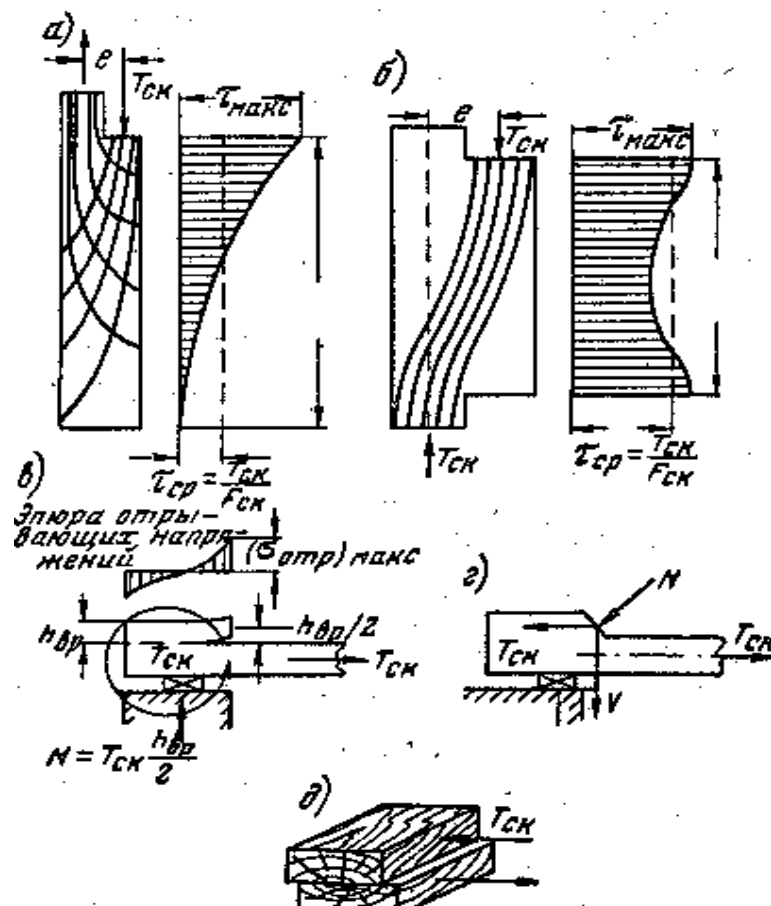
Ёғочнинг эгилишдаги ёрилишга ҳисоби энг катта силжитувчи зўриқишлар ҳосил бўлувчи кесимлар учун (2.8) формула бўйича бажарилади.

Бирикмалардаги ёрилиш. Бундай турдаги ёрилиш ёғоч элементларнинг турумли, ўймали, тирноқли ва бошқа бирикмаларида учрайди. Қуришда ҳосил

бўлган ёриқлар, қия қатламлилиқ, бутуқлар ва бошқа нуқсонлар ёғочнинг ёрилишга қаршилигини кескин камайтириши мумкин, бунинг натижасида бирикмаларнинг ишончилиги пасаяди.

Таъсир этувчи зўриқишлар йўналишида ёрувчи кучланишлар нотекис тақсимланган бўлади. бунга асосий сабаб – ташқи кучларнинг таъсир этиш характери ва бирикма ўлчамларининг нисбати ҳисобланади. Ҳисобларда максимум $\tau_{\max}$ ва ўртача τ_{cp} ёрувчи кучланишлар аниқланади. конструкциялар бирикмаларида ёғочнинг толалар бўйлаб ва толаларга кўндаланг йўналишда ёрилиши кузатилади; бурчак остида ёрилиш деярли рўй бермайди.

Ёрилиш ёрувчи жуфт кучлар таъсиридан вужудга келади. Бунда ёрилиш юзаси узунлигининг ёрувчи жуфт кучлар елкасига нисбати $\ell_{ск} / e$ нинг қиймати ошиши ёрувчи кучланишлар тақсимланишидаги нотекисликнинг ортишига олиб келади. Айрим ҳолларда ёрилиш жараёнида кўндаланг йўналишда ёғоч толаларининг узилиши рўй беради; бундай ҳол ёрувчи кучлар эксцентрик тарзда таъсир этиши натижасида ҳосил бўлувчи момент туфайли юзага келади. $\ell_{ск} / e$ нисбатнинг камайиши узувчи кучнинг ошишига олиб келади. Толаларга кўндаланг йўналишдаги узилиш (парчаланиш) натижасида юз берувчи бузилишнинг олдини олиш учун ёрилиш юзаси узунлиги $\ell_{ск}$ нинг қиймати $3e$ дан кам белгиланмаслиги керак. Бирикмадаги узувчи зўриқишларни «қисқич» зўриқиш ҳосил қилиш орқали камайитириш мумкин: бундай таъсир олди ўймали-турумли бирикмаларда қўлланилади (2.11-расм).



2.11-расм.

Бирикмаларнинг ёрилишга ҳисоби қуйидаги формула бўйича бажарилади:

$$T_{ck} \leq R_{ck}^{\phi} F_{ck}, \quad (2.18)$$

$$\text{ёки } \tau = \frac{T_k}{F_{ck}} \leq R_{ck}^{\phi}, \quad (2.18.a)$$

бу ерда: T_{ck} – ҳисобий ёрувчи зўриқиш;

τ - ёрувчи кучланиш;

F_{ck} - ҳисобий ёрилиш юзаси;

R_{ck}^{ϕ} - ёрилишга ҳисобий ўртача (ёрилиш юзаси бўйича) қаршилиқ.

2.6-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.

Ечиш:

Эзилишдаги юза узунлиги $l_{\text{эз}} = 10 \text{ см}$, толаларига кўндаланг маҳаллий эзилишдаги ҳисобий қаршилиги,

$$R_{\text{с90}} = R_{\text{с90}} \left[1 + \frac{8}{l_{\text{зз}} + 1,2} \right] = 1,8 \left[1 + \frac{8}{10 + 1,2} \right] = 3,086 \text{ МПа};$$

эзилиш юзаси - A ,

$$A = b \times h = 14 \times 14 = 196 \text{ см}^2 = 0,0196 \text{ м}^2;$$

кучланиш - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,05}{0,0196} = 2,55 \text{ МПа} < R_{\text{с90}} = 3 \text{ МПа}$$

2.7-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 — $h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$.

Ечиш:

Эгилишдаги ёрилишда ҳисобий қаршилиқ $R_{\text{ёп}} = 1,6 \text{ МПа}$ га тенг.

Кесимнинг статик ва инерция моментларини аниқлаймиз:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 20}{8} = 500 \text{ см}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6667 \text{ см}^4 = 6667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4.$$

Ёрилишдаги кучланиш:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{0,02 \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{6667 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1} = 1,5 \text{ МПа} < R_{\text{ёп}} = 1,6 \text{ МПа}.$$

Демак ёрилишга бўлган мустаҳкамлиги етарлидир.

Такрорлаш учун саволлар:

1. Ёғочни эзилишга қандай ҳисобланади ?
2. Ёғочни ёрилишга қандай ҳисобланади ?

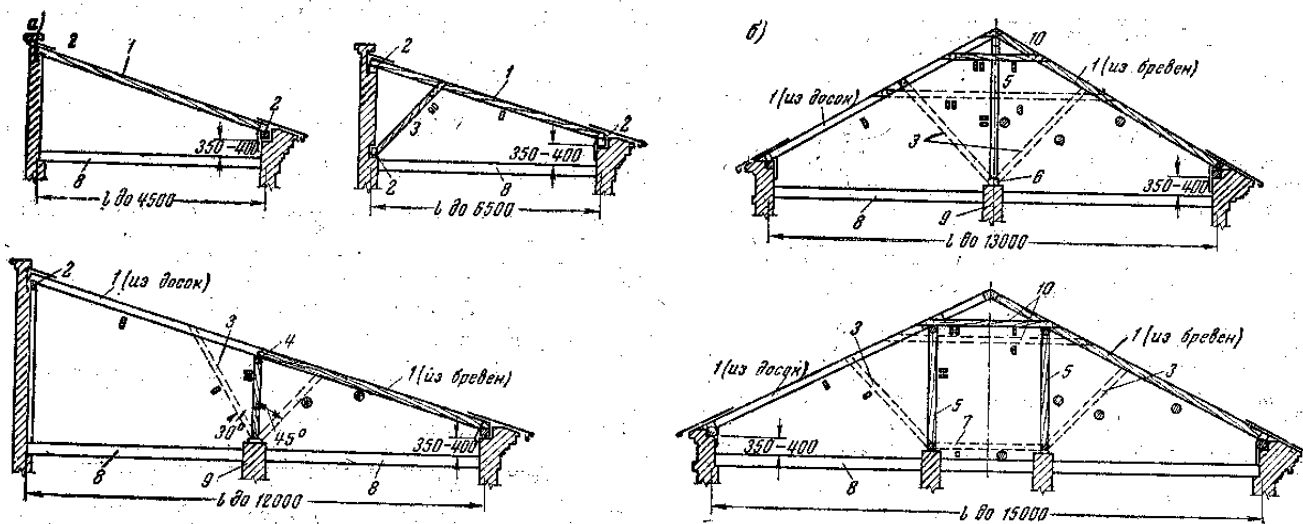
III БОБ. СТРОПИЛАЛАР ВА ВАССАТЎСИНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

3.1. Нишабли стропилалар

Нишабли ёғоч стропилалар – қурилиш амалиётида оммавий тарзда қўлланилувчи конструкциялар ҳисобланади. Улар бир ва кўп қаватли турар-жойлар, жамоат бинолари, қишлоқ хўжалик бино-иншоотларининг томларини ёпишда кенг қўлланилади (3.1-расм).

Нишабли томларнинг стропилалари содда конструкцияли бўлиб, тайёрланиши осон, доимо шамол тегиб тургани сабабли ёғоч элементлари чиримайди ва узоқ муддат хизмат қилади.

Нишабли стропилали том ёпмаси тизимида қўйидаги асосий конструктив элементлар киради: томнинг сувдан ҳимояловчи қатлами (асбестоцемент варақлар, черепица, тунука, пластмасса варақлар, ўрама материаллар ва ҳ.), тўшама ёки панжаралар, стропила оёқлари ва стропила ости конструкциялари.



3.1-расм. Нишабли стропилалар:

а-бир нишабли; б-кўш нишабли; 1-стропила оёғи; 2-мауэрлат; 3-кашак; 4-вассатўсин; 5-устун; 6-таг сарров; 7-тиргак; 8-ораёпма; 9-бўйлама деворлар ёки устунлар; 10-хари.

Тўшама ва панжаралар. Ёпмалар остига лойиҳаланувчи тўшамалар ва панжарани юклар йиғиндисининг икки варианты бўйича ҳисобланади:

- 1) хусусий оғирлиги ва қор юки (мустваҳкамликка ҳисоб ва салқилиги бўйича);
- 2) хусусий оғирлиги ва 1000Нга тенг йиғилган юк;

бунда йиғилган юк $\gamma_f=1,2$ юкланиш коэффициентига кўпайтирилади (ҳисоб фақат мустваҳкамликка бажарилади).

Тўшама ва панжара ҳисобида ёғочнинг эгилишга ҳисобий мустваҳкамлиги иш шароитини эътиборга олувчи 1,15 коэффициентга кўпайтирилади. Бундай ташқари, йиғилган юкка ҳисоблашда ҳисобий қаршилик 1,2 коэффициентга кўпайтирилади (монтаж юки).

Тўшама ва панжарани уларнинг икки оралиқ чегарасида узлуксизлигини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади. Ҳисобий оралиқ сифатида стропила оёқлари ўқлари орасидаги масофа қабул қилинади.

Икки оралиқли тўсинга хусусий оғирлиги ва қордан ҳосил бўлувчи тенг тақсимланган юк таъсир этганда ўрта таянчдаги энг катта эгувчи момент:

$$M' = 0,125 \cdot q \cdot \ell^2, \quad (3.1)$$

оралиқдаги нисбий салқилик:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{2,13 \cdot q'' \cdot \ell^3}{384 \cdot E \cdot J}. \quad (3.2)$$

Икки оралиқли тўсин хусусий оғирлиги (q) ва йиғилган юк (P) билан юкланганда оралиқдаги энг катта эгувчи момент:

$$M'' = 0,07 \cdot q \cdot \ell^2 + 0,207 \cdot P \cdot \ell \quad (3.3)$$

Қўш қатламли тўшамада (ҳимояловчи ва ишчи) ёки остидан қоқилувчи тақсимловчи брусоклари бор бир қаватли тўшамада йиғилган юк ишчи тўшаманинг 0,5 м энига тақсимланган деб қабул қилинади. Панжара брусокларини ҳисоблашда йиғилган юк P битта брусокка қўйилган деб олинади.

Том қиялигининг бурчаги $\alpha \geq 10^\circ$ бўлган ҳолларда панжара ва ёпманинг хусусий оғирлиги том сирти (нишаби) бўйича, қор юки эса унинг горизонталь

проекцияси бўйича тенг тақсимлангани ҳисобга олинади. Шу сабабли, брусонинг 1 м узунлигига таъсир этувчи тўлиқ юк:

$$q = g \cdot S + P_{\text{сн}} \cdot S \cdot \cos \alpha ,$$

бу ерда: g – том нишабининг 1 м^2 юзасига таъсир этувчи доимий юк;

$P_{\text{сн}}$ – томнинг 1 м^2 горизонталь проекциясига таъсир этувчи қор юки;

S – том нишаби бўйича брусоклар ўқлари орасидаги масофа.

Панжара брусокларининг мустаҳкамлиги қийшиқ эгилишини эътиборга олган ҳолда қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u , \quad (3.4)$$

бу ерда: M_x ва M_y – ҳисобий эгувчи моментнинг X ва Y бош ўқларга нисбатан ташкил этувчилари;

W_x ва W_y – брусок кўндаланг кесимининг X ва Y ўқлари учун қаршилиқ моментлари.

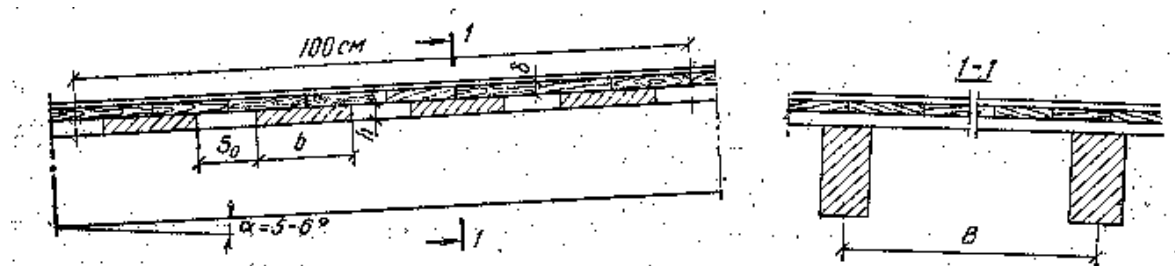
Брусонинг тўлиқ салқилиги қийшиқ эгилишни эътиборга олган ҳолда қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} , \quad (3.5)$$

бу ерда: f_x ва f_y – брусонинг X ва Y ўқлари бўйича салқиликлари.

3.1-мисол. 3 қатламли рубероиддан ётқизилувчи ўрама материалли том ёпмасининг ёғоч асоси икки қатламли тўшамадан иборат: ости-ишчи тўшама кесим ўлчамлари $b \times h = 15 \times 2,2$ смли тахталардан сийраклатиб ётқизилган бўлиб, тахталар орасида $S_0 = 10$ смли тирқишлар (масофа) қолдирилган; устки-ҳимоя тўшамаси қалинлиги $\delta = 1,6$ смли тахталардан яхлит қилиб ётқизилган. Тўшамалар $B = 1,5$ мли қадам билан ўрнатилган стропила оёқларига таянади. Қор юкининг меъёрий қиймати $P''_{\text{сн}} = 700 \text{ н/м}^2$. Том қиялиги $i = \frac{1}{12}$ ($\alpha \approx 5^\circ$) (3.2-расм).

Ишчи тўшаманинг мустаҳкамлиги ва бикрлигини текшириш талаб этилади.



3.2-расм.

Ечиш:

Тўшамада эни 1мли ҳисоб йўлкаси (тасма) ажратиб оламиз. Томнинг қиялик бурчаги кичиклиги учун тўшама ҳисобида эътиборга олмаймиз.

Тўшаманинг 1м ҳисоб йўлкасига таъсир этувчи юкларни ҳисоблаймиз ва 3.1-жадвалга киритамиз.

Тўшаманинг ҳисобий оралиғи $\ell = B = 1,5$ м. Юкларнинг биринчи йиғиндиси бўйича (хусусий оғирлиги ва қор юки) максималь эгувчи моментни аниқлаймиз:

$$M' = 0,125 \cdot 1240 \cdot 1,5^2 = 349 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Ҳимояловчи тўшама борлиги учун $P = 1000 \cdot 1,2 = 1200$ н йиғилган юкни (ишчининг асбоб-анжомлари билан биргаликдаги оғирлиги) ишчи тўшаманинг 0,5 м энига тақсимланган деб ҳисоблаймиз. У ҳолда тўшаманинг 1 м энига тўғри келувчи ҳисобий йиғилган юк:

$$P_{\text{хис}} = \frac{1200}{0,5} = 2400 \text{ н}.$$

Тўшаманинг 1м ҳисоб йўлкасига таъсир этувчи юклар

3.1-жадвал

Юк тури ва ҳисоби	Меъёрий юк, н/м	Юк бўйича ишонч коэффициенти, γ_f	Ҳисобий юк, н/м
<u>Доимий юклар:</u>			
Уч қаватли рубероидли том ёпмаси	90	1,1	99
Ҳимояловчи тўшама 0,016·5000	80	1,1	88
Ишчи тўшама $0,15 \cdot 0,22 \cdot 5000 \cdot \frac{100}{15 + 10}$	66	1,1	73

Жаоми доимий юклар	$g^n=240$	-	$G=260$
Вақтинчалик юклар:			
Қор юки	700	1,4	980
Тўлиқ юк	$q^n=940$	-	$q=1240$

Юкларнинг иккинчи йиғиндиси бўйича (хусусий оғирлик ва йиғилган юк) максималъ эгувчи момент:

$$M'' = 0,07 \cdot 260 \cdot 1,5^2 + 0,207 \cdot 2400 \cdot 1,5 = 786 \text{ н·м}$$

$M' > M''$ бўлгани учун ҳисобий эгувчи момент сифатида $M''=786$ н·м қабул қилинади.

Тўшаманинг қаршилиқ моменти:

$$W = \frac{bh^2}{6} \cdot \frac{100}{(b + S_o)} = \frac{15 \cdot 2,2^2}{6} \cdot \frac{100}{(15 + 10)} = 48,4 \text{ см}^3,$$

бу ерда: $\frac{100}{(b + S_o)}$ - тўшаманинг 1 м энида ётқизилувчи тахталар сони.

Тўшама тахталарининг кесимидаги кучланишлар:

$$\sigma = \frac{M''}{W} = \frac{78600}{48,4} = 1624 \text{ Н/см}^2 < R_u \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 1300 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 1794 \text{ н/см}^2,$$

бу ерда: 1,15 - том тўшамаси ва панжараси учун иш шароити коэффиценти; 1,2 - йиғилган юкнинг қисқа муддат таъсир этишини эътиборга олувчи коэффицент.

Тўшаманинг бикрлиги юкламанинг биринчи йиғиндиси бўйича текширилади.

Тўшаманинг қаршилиқ моменти:

$$J = W \cdot \frac{h}{2} = 48,4 \cdot \frac{2,2}{2} = 53,2 \text{ см}^4.$$

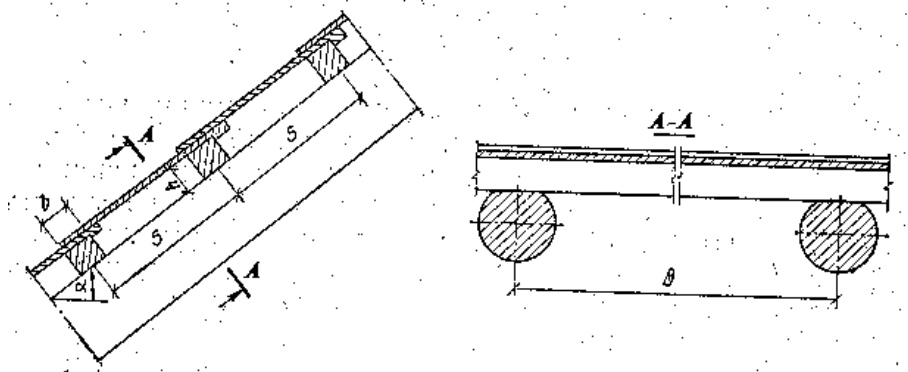
Нисбий салқиликни аниқлаймиз:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{2,13 \cdot 9,40 \cdot 150^3}{384 \cdot 10^6 \cdot 53,2} = \frac{1}{302} < \left[\frac{f}{\ell} \right] = \frac{1}{150},$$

демак, тўшаманинг бикрлиги таъминланган.

3.2-мисол. Черепицали том остига лойҳаланувчи панжарани ҳисоблаш талаб этилади (3.3-расм).

Лойиҳалаш учун бошланғич маълумотлар: томнинг горизонтга нисбатан қиялик бурчаги $\alpha=35^\circ$ ($\cos\alpha=0,819$; $\sin\alpha=0,574$); панжара брусоклари орасидаги масофа $S=30$ см; стропила оёқларининг қадами $B=133$ см; қор юкининг меъёрий қиймати $P_{сн}^n=1000\text{н/м}^2$.



3.3-расм.

Ечиш:

Панжарани кесим ўлчамлари 5х6 смли брусоклардан лойиҳалаймиз. Битта брусокка таъсир этувчи тенг тақсимланган юкни аниқлаймиз ва 3.2-жадвалга киритамиз.

Қор юкини аниқлашда томнинг қиялигига боғлиқ бўлган қор йиғилиши коэффиценти эътиборга олинади:

$$C = \frac{60 - \alpha}{35} = \frac{60 - 35}{35} = 0,71.$$

Битта брусокка таъсир этувчи юклар

3.2-жадвал

Юк тури ва ҳисоби	Меъёрий юк, н/м	Юк бўйича ишонч коэффиценти, γ_f	Ҳисобий юк, н/м
Черепица 500·0,3	150	1,1	165
Панжара брусоклари 0,05·0,06·5000	15	1,1	16,5
Жаоми	$g^n=165$	-	$g=182$
Қор юки 1000·0,71·0,3·0,819	175	1,4	245
Тўлиқ юк	$q^n=340$	-	$q=427$

Панжаранинг ҳисоб схемаси оралиғи $\ell=B=133$ см бўлган икки оралиқли узлуксиз тўсин кўринишида қабул қилинади.

Энг катта эгувчи моментни аниқлаймиз:

а) юкларнинг биринчи йиғиндиси учун (хусусий оғирлиги ва қор юки):

$$M' = 0,125 \cdot 427 \cdot 1,33^2 = 94,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

б) юкларнинг иккинчи йиғиндиси учун (хусусий оғирлик ва монтаж юки):

$$M'' = 0,07 \cdot 182 \cdot 1,33^2 + 0,207 \cdot 1200 \cdot 1,33 = 353 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Брусонинг мустаҳкамлиги юкланишнинг иккинчи ҳолати учун бажарилади.

Юкнинг таъсир этиш текислиги брусонинг кесимининг бош текисликлари билан мос келмаганлиги сабабли, брусонинг қийшиқ эгилишга ҳисобланади.

Эгувчи моментнинг брусонинг бош ўқларига нисбатан ташкил этувчиларини аниқлаймиз:

$$M_x'' = M'' \cos \alpha = 353 \cdot 0,819 = 289 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_y'' = M'' \sin \alpha = 353 \cdot 0,574 = 203 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Брусонинг кесимининг қаршилик ва инерция моментлари:

$$W_x = \frac{5 \cdot 6^2}{6} = 30 \text{ см}^3; \quad W_y = \frac{6 \cdot 5^2}{6} = 25 \text{ см}^3;$$

$$J_x = \frac{5 \cdot 6^3}{12} = 90 \text{ см}^4; \quad J_y = \frac{6 \cdot 5^3}{12} = 62,5 \text{ см}^4.$$

Максималь кучланиш:

$$\sigma = \frac{28900}{30} + \frac{20300}{25} = 1775 \text{ н/см}^2 < 1300 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 1794 \text{ н/см}^2,$$

демак, панжаранинг мустаҳкамлиги таъминланган.

Брусонинг салқилигини юкларнинг биринчи йиғиндиси бўйича аниқлаймиз.

Том нишаблигига перпендикуляр текисликдаги салқилик:

$$f_y = \frac{2,13 \cdot q^n \cdot \cos \alpha \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J_x} = \frac{2,13 \cdot 3,4 \cdot 0,819 \cdot 133^4}{384 \cdot 10^6 \cdot 90} = 0,054 \text{ см}.$$

Том нишаблигига параллел текисликдаги салқилик:

$$f_x = \frac{2,13 \cdot q^n \cdot \sin \alpha \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J_y} = \frac{2,13 \cdot 3,4 \cdot 0,574 \cdot 133^4}{384 \cdot 10^6 \cdot 62,5} = 0,054 \text{ см}$$

Тўлиқ салқилик:

$$f = \sqrt{0,054^2 + 0,054^2} = 0,08 \text{ см.}$$

Нисбий салқилик:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{0,08}{133} = \frac{1}{1662} < \left[\frac{f}{\ell} \right] = \frac{1}{150},$$

демак, панжаранинг бикрлиги етарли.

3.2. Стропила оёқлари

Стропила оёқлари учун тахталар, бруслар (чорқирра), пластиналар ёки ходалар қўлланилади. Тахталар ва чорқирралардан тайёрланувчи стропилалар замонавий йиғма индустриалр қурилиш учун асосий ечим ҳисобланади.

Ёғоч маҳаллий қурилиш материали ҳисобланувчи ҳудудларда стропилалар асосан қурилиш жойида тайёрланади; бундай шароитларда айрим афзалликларга эга бўлган доиравий кесимли ёғоч-ходалардан стропилаларни тиклаш қурилиш амалиётида муваффақиятли тарзда қўлланилиши мумкин.

Бизнинг ўлкамизда терак ёғочидан стропилалар тиклаш кенг қўлланилади.

Стропилалар, одатда, унча катта бўлмаган (диаметри 12-24 см) хода-ёғочлардан тайёрланади. Ходалар тилинган ёғоч материалларга нисбатан 2 бараваргача арзон туради. Ходаларнинг эгилишга ҳисобий қаршилиги ($R_u=1600 \text{ н/см}^2$) тахталарникига нисбатан ($R_u=1300 \text{ н/см}^2$) бирмунча катта; ходаларнинг оловбардошлик чегараси тахталарникига нисбатан юқори. Кўриниб турибдики, ходаларни стропилаларда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Тўғри конструкцияланган ва тикланган нишабли стропилалар – распорсиз конструкция ҳисобланади. Стропилаларда распор кучи ҳосил бўлмаслиги учун стропила оёқларининг мауэрлатлар ва прогонларга таяниш жойларидаги ўймали турумларнинг таянч сиртлари горизонталь қилиб бажарилиши, стропила оёқларида бўйлама зўриқишлардан ҳосил бўлувчи распор кучи жуфт горизанталр қамровчилар ёки тўсинлар қўйиш орқали сўндирилиши керак.

Том қиялигининг бурчаги $\alpha \leq 10^\circ$ бўлса - стропила оёқлари горизанталр ўқли тўсинлар каби, $\alpha > 10^\circ$ бўлса - қия ўқли тўсинлар каби ҳисобланади. Иккинчи ҳолда, том сиртининг (нишаблигининг) 1м^2 юзасига тушадиган юкнинг қиймати $\cos\alpha$ га бўлиниб, ёппа режасининг 1м^2 юзасига таъсир этувчи юкка келтирилади. Стропила оёғига таъсир этувчи юк эни стропилалар қадамига тенг бўлган юк майдони бўйича йиғилади.

Икки таянчли эркин таянувчи стропила оёғида ҳосил бўлувчи максималь эгувчи момент қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$M = \frac{q \cdot \ell^2}{8}, \quad (3.6)$$

бу ерда: q – стропила оёғининг горизонталь проекциясининг 1 м узунлигига таъсир этувчи тўлиқ (доимий ва қор юклари) юк;

ℓ - стропила оёғининг горизонталь проекциядаги оралиғи.

Стропила оёқларининг бикрлиги элемент ўқининг қиялигини эътиборга олган ҳолда қуйидаги формула бўйича текширилади:

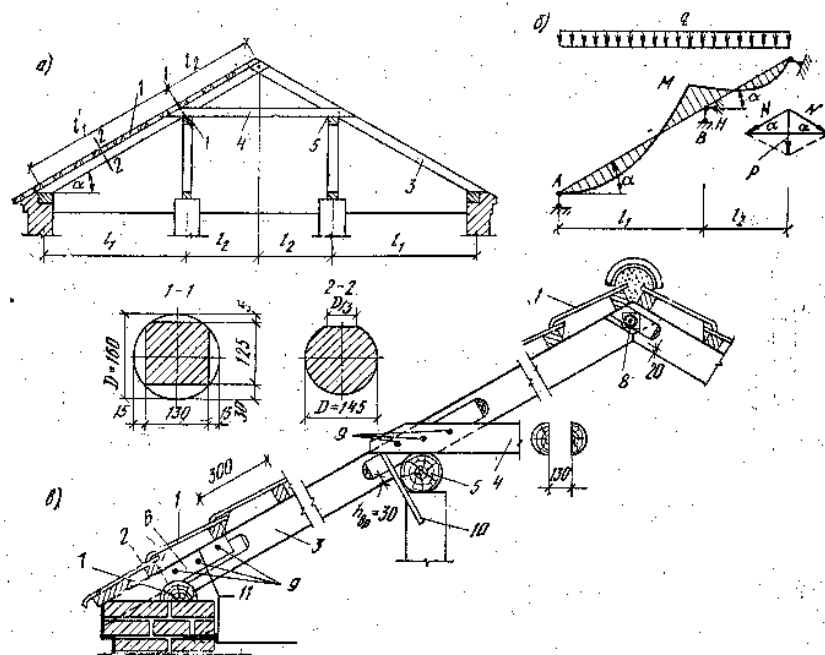
$$\frac{f}{\ell_1} = \frac{5q^n \cdot \ell^3}{384 \cdot E \cdot J \cdot \cos \alpha} \leq \frac{1}{200}. \quad (3.7)$$

Агар стропила оёғи прогон (3.4-расм) ёки кашак (3.5-расм) қўринишидаги қўшимча таянчга эга бўлса, уни икки оралиқли узлуксиз (туташ) тўсин каби ҳисобланади.

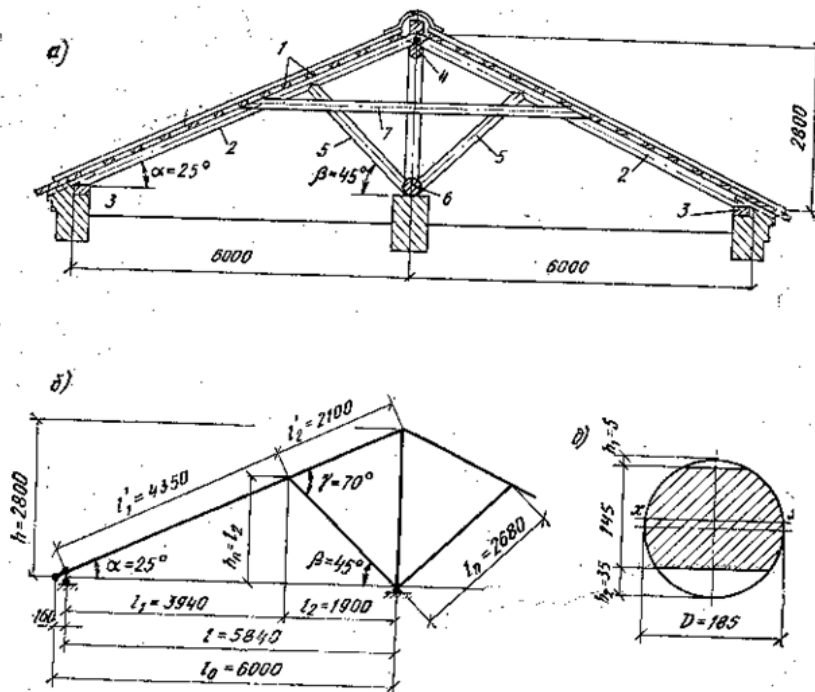
Ўрта таянчдаги кесимда ҳосил бўлувчи эгувчи момент қуйидаги формула бўйича аниқланади:

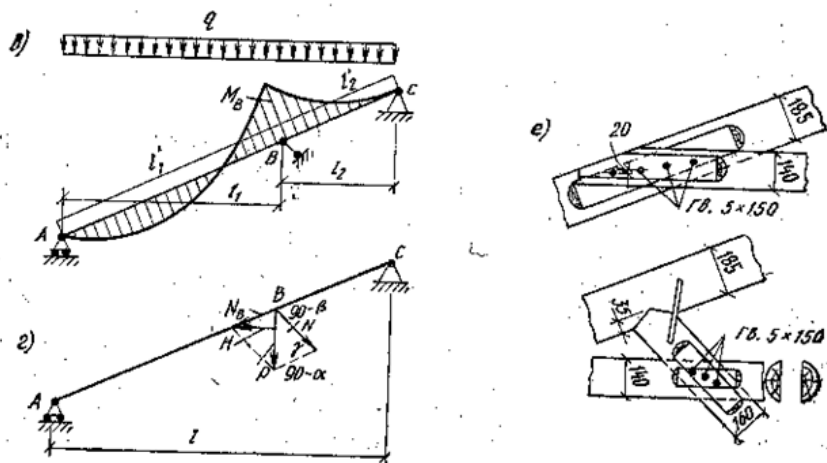
$$M = \frac{q \cdot (\ell_1^3 + \ell_2^3)}{8 \cdot (\ell_1 + \ell_2)}, \quad (3.8)$$

бу ерда: ℓ_1 ва ℓ_2 - горизонталь бўйича стропила оёғининг четки таянчларидан ўрта таянчгача бўлган масофалар.



3.4-расм. Ички таянчлари икки қатор жойлашувчи нишабли стропилалар:
 а-черепица; 2-панжара брусоклари; 3-стропила оёқлари; 4-хари; 5-вассатўсин;
 6-қоплама тахталари; 7-мауэрларт; 8- $d=12$ ммли болтлар; 9- 5×150 ммли михлар;
 10-чангак; 11-сим ўрами.





3.5-расм. Кашакли нишабли стропилалар.

Ўрта таянчдаги кесимнинг мустаҳкамлиги стропила оёғининг кесими ўйма билан заифлашганини эътиборга олган ҳолда текширилади. Бундан ташқари, стропилаларнинг қуйи қисмининг ўртасидаги кесимининг мустаҳкамлиги ҳам текширилади. Бу кесимдаги эгувчи момент оралиғи ℓ_1 га тенг бўлган оддий икки таянчли бир оралиқли тўсиндаги каби аниқланади; бунда оралиқ таянчнинг эҳтимолли чўкиши натижасида таянч моменти ҳосил бўлмайди деб фараз қилинади.

3.3-мисол. Черепица томли турар-жой биносининг нишабли стропилаларининг (3.6-расм) кесимини танлаш талаб этилади (3.2-мисолдаги маълумотлар асосида). Таянчлар орасидаги масофа (стропила оралиғи) $\ell = 3$ м.

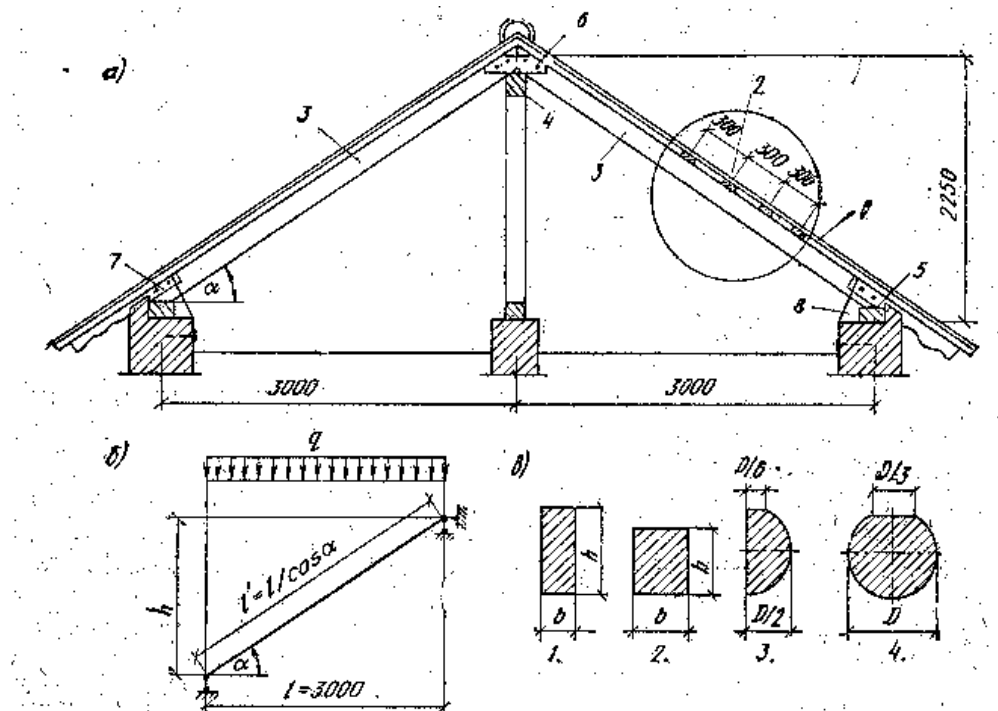
Ечиш:

Стропила оёғи горизонталь проекциясининг 1 м узунлигига тушадиган юкларни ҳисоблаймиз (3.3-жадвал).

3.3-жадвал

Юк тури ва ҳисоби	Меъёрий юк, н/м	Юк бўйича ишонч коэффициенти, γ_f	Ҳисобий юк, н/м
Черепица $\frac{500}{0,819} \cdot 1,33$	815	1,1	897
Панжара $\frac{0,05 \cdot 0,06 \cdot 500}{0,3 \cdot 0,819} \cdot 1,33$	82	1,1	90
Стропила оёғи	92	1,1	101

(дастлабки ҳисоблар учун 10x15 см ўлчамли кесимли) $\frac{0,1 \cdot 0,15 \cdot 5000}{0,819}$			
Қор юки $1000 \cdot 0,71 \cdot 1,33$	944	1,4	1322
Тўлиқ юк	1933	-	2410



3.6-расм. Оддий конструкцияли нишабли стропилалар:

1-черепица; 2-панжара брусokлари; 3-стропила оёқлари; 4-вассатўсин; 5-мауэрлат;
6-25x100 ммли қопламалар; 7-60x100 ммли қоплама-дастаклар; 8-d=4 ммли симдан ўрама.

Максималь эгувчи момент:

$$M = \frac{q \cdot \ell^2}{8} = \frac{2410 \cdot 3^2}{8} = 2711 \text{ Н.м.}$$

Мустаҳкамлик шартидан, $R_u = 1300 \text{ н/см}^2$ қийматида стропила оёғи кесимининг талаб этилувчи қаршилик моменти:

$$W_{\text{тр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{271100}{1300} = 209 \text{ см}^3.$$

Стропила оёғининг кўндаланг кесимини танлашда бир неча муқобил вариантларни кўриб чиқамиз.

Стропилалар қалинлиги 5 смли тахталардан тикланса, кесимнинг талаб этилувчи баландлиги:

$$h_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{\text{тр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 209}{5}} = 15,9 \text{ см.}$$

Қабул қиламиз: $5 \times 16 \text{ см}$, $F=80 \text{ см}^2$; $W_x = \frac{5 \cdot 16^2}{6} = 213 \text{ см}^3$; $J_x = \frac{5 \cdot 16^3}{12} = 1707 \text{ см}^4$.

1) Стропилалар эни 7,5 смли бруслардан тикланса:

$$h_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 209}{7,5}} = 12,9 \text{ см.}$$

Қабул қиламиз: $7,5 \times 13 \text{ см}$, $F=97,5 \text{ см}^2$; $W_x = \frac{7,5 \cdot 13^2}{6} = 211 \text{ см}^3$;
 $J_x = \frac{7,5 \cdot 13^3}{12} = 1373 \text{ см}^4$.

2) Агар стропилалар бир чети панжараларни ўрнатиш учун эни $D/6$ га тенг қилиб тилинган пластиналардан тикланса, бундай кесимнинг қаршилик ва инерция моментлари қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилиши мумкин:

$$W_x = 0,048D^3; J_x = 0,0238D^4.$$

У ҳолда пластинанинг талаб этилувчи диаметри:

$$D_{\text{тр}} = \sqrt[3]{\frac{W_{\text{тр}}}{0,048}} = \sqrt[3]{\frac{209}{0,048}} = 16,4 \text{ см.}$$

Ингичка учидаги диаметри $D_o=15 \text{ см}$ ли пластина қабул қиламиз.

Нишаблик бўйича стропила оёғининг узунлиги:

$$\ell_1 = \frac{\ell}{\cos \alpha} = \frac{300}{0,819} = 367 \text{ см.}$$

У ҳолда пластинанинг оралиқ ўртасидаги диаметри:

$$D = D_o + 0,008 \frac{\ell_1}{2} = 15 + 0,008 \cdot \frac{367}{2} = 16,5 \text{ см.}$$

Кесимнинг қаршилик ва инерция моментлари:

$$W_x = 0,048 \cdot 16,5^3 = 216 \text{ см}^3;$$

$$J_x = 0,0238 \cdot 16,5^4 = 1764 \text{ см}^4.$$

Бруслардан танланган кесим учун энг кичик инерция моментига эга бўлди. Ушбу вариант учун нисбий салқиликни аниқлаймиз:

$$\frac{f}{\ell_1} = \frac{5 \cdot 19,33 \cdot 300^3}{384 \cdot 10^6 \cdot 1373 \cdot 0,819} = \frac{1}{165} > \frac{1}{200},$$

демак, ушбу вариант бўйича бикрлик таъминланмаган. Брус кесимининг ўлчамларини 7,5х15 см қабул қиламиз, $F=112 \text{ см}^2$; $W_x=281 \text{ см}^3$; $J_x=2109 \text{ см}^4$.

Нисбий салқилик:

$$\frac{f}{\ell_1} = \frac{5 \cdot 19,33 \cdot 300^3}{384 \cdot 10^6 \cdot 2109 \cdot 0,819} = \frac{1}{254} < \frac{1}{200}.$$

Тахталардан тикланадиган стропилалар учун нисбий салқилик:

$$\frac{f}{\ell_1} = \frac{5 \cdot 19,33 \cdot 300^3}{384 \cdot 10^6 \cdot 1707 \cdot 0,819} = \frac{1}{206} < \frac{1}{200}.$$

- 3) Агар стропилалар бир томони эни $D/3$ га тенг қилиб тилинган ходалардан тикланса, $W_x = 0,096D^3$; $J_x = 0,0476D^4$.

$$f = \frac{\ell_1}{200} \text{ кийматда бикрлик шартидан хода кесимининг талаб}$$

этилувчи инерция моменти:

$$J_{\text{тр}} = \frac{5 \cdot q^n \cdot \ell^3 \cdot 200}{384 \cdot E \cdot \cos \alpha} = \frac{5 \cdot 19,33 \cdot 300^3 \cdot 200}{384 \cdot 10^6 \cdot 0,819} = 1660 \text{ см}^4,$$

бундан:

$$D_{\text{тр}} = \sqrt[4]{\frac{J_{\text{тр}}}{0,0476}} = \sqrt[4]{\frac{1660}{0,0476}} = 13,7 \text{ см.}$$

Ингичка учидаги диаметри $D_0=13$ смли хода қабул қиламиз. У ҳолда оралиқ ўртасидаги ҳисобий кесимда:

$$D = 13 + 0,008 \cdot \frac{367}{2} = 14,5 \text{ см.}$$

Кесимнинг қаршилик моменти:

$$W = 0,096 \cdot 14,5^3 = 293 \text{ см}^3.$$

Кучланиш:

$$\sigma = \frac{271100}{293} = 925 \text{ Н/см}^2 < R_u = 1600 \text{ Н/см}^2.$$

Ходаларнинг ингичка учи устки тугунга, яъни прогонда таяниш жойига ўрнатилади.

3.4-мисол. Оралик таянчлари икки қатор жойлаштирилувчи, қишлоқ хўжалик биносининг черепицали томи остига ходалардан лойиҳаланувчи нишабли стропилаларни ҳисоблаш талаб этилади (3.4, а-расмга қаралсин). Стропила оёғининг горизонталь проекциясининг 1 м узунлиги тўғри келувчи юк:

меъёрий $q^n=2750 \text{ Н/м}$;

ҳисобий $q=3450 \text{ Н/м}$.

Стропилаларнинг горизонтга нисбатан қиялик бурчаги
 $\alpha = 40^\circ$ ($\cos \alpha = 0,0766$; $\sin \alpha = 0,643$; $\operatorname{tg} \alpha = 0,839$).

Стропилаларнинг ораликлари: $\ell_1 = 3 \text{ м}$; $\ell_2 = 1,75 \text{ м}$.

Ечиш:

Стропила оёғининг умумий узунлиги:

$$\ell' = \frac{\ell_1 + \ell_2}{\cos \alpha} = \frac{3 + 1,75}{0,766} = 6,2 \text{ м}.$$

Стропилаларни узунлиги 6,5 мли ходалардан уланиш чокисиз лойиҳалаймиз. Стропила оёғининг ҳисоб схемаси икки ораликли туташ тўсин кўринишида қабул қилинади. Унга тенг тақсимланган юклар таъсир этади (3.4, б-расм).

Ўрта таянчдаги кесим стропила оёғининг хавфли кесими ҳисобланади. Бу кесимдаги эгувчи моментни аниқлаймиз:

$$M = \frac{3450 \cdot (3^3 + 1,75^3)}{8 \cdot (3 + 1,75)} = 2930 \text{ Н.м}.$$

С нуқтадаги вертикаль куч икки ораликли тўсиннинг ўнг таянчидаги реакция кучига тенг бўлади (3.4, б-расмга қаралсин):

$$C = \frac{q \cdot \ell_2}{2} - \frac{M}{\ell_2} = \frac{3450 \cdot 1,75}{2} - \frac{2930}{1,75} = 1350 \text{ Н}.$$

Томнинг ҳар иккала нишаблари симметрик юкланганда С нуқтадаги вертикаль босимнинг қиймати икки карра ошади:

$$P = 2 \cdot C = 2700 \text{ Н}.$$

Ушбу босимни С стропила оёқлари йўналиши бўйича ажратиб, стропила оёғининг юқори қисмида ҳосил бўлувчи сиқувчи зўриқишни топамиз (3.4, б-расмга қаралсин):

$$N = \frac{P}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{2700}{2 \cdot 0,643} = 2100 \text{ н.}$$

Стропила оёқларини ингичка учидаги диаметри 13 смли ёғоч-ходалардан лойихалаймиз. Ходанинг хавфли кесимдаги диаметри каттарок бўлишига эришиш учун мауэрлат томонга ходанинг остини, том чўққиси томонга - учини жойлаштирамиз. У ҳолда ўрта таянчда ходанинг ҳисобий диаметри:

$$D = D_0 + 0,008 \cdot \frac{\ell_1}{\cos \alpha} = 13 + 0,008 \cdot \frac{300}{0,766} = 16 \text{ см}$$

Стропила оёғининг ўрта таянчдаги кўндаланг кесими 3.4, а-расмда келтирилган (1-1 қирқим). Панжараларни ўрнатиш учун ходанинг устки томонидан 0,5 см қалинликда чопиб олинади, остки томонидан прогонга ўрнатиш учун чуқурлиги $h_{\text{вр}}=3$ смли ўймалар очилган; ён ёқларидан тўсин пластиналари зич ёпишиши учун 1,5 см қалинликдан чопиб текисланган.

Ҳисобларни соддалаштириш учун олинган кесимни тўғри тўртбурчак деб қабул қиламиз. У ҳолда:

$$F_{\text{нт}} = 13 \cdot 12,5 = 162 \text{ см}^2;$$

$$W_{\text{нт}} = \frac{13 \cdot 12,5^2}{6} = 339 \text{ см}^3.$$

Кесимнинг сиқилиб-эгилишдаги мустаҳкамлигини текширамиз:

$$\sigma = \frac{N}{F_{\text{нт}}} + \frac{M}{W_{\text{нт}}} \cdot \frac{R_c}{R_u} = \frac{2100}{162} + \frac{293000}{339} \cdot \frac{1300}{1300} = 877 \text{ н/см}^2 < 1300 \text{ н/см}^2,$$

демак, мустаҳкамлик таъминланган.

Стропилаларнинг пастки қисмининг ўртасидаги салқилигини текширамиз. Ходанинг кўрилаётган кесимдаги ҳисобий диаметри:

$$D = 13 + 0,008 \cdot \frac{300}{2 \cdot 0,766} = 14,5 \text{ см.}$$

Хода устки томонидан эни $D/3$ қийматга тенг қилиб чоғиб текисланган ($h_{CT} \approx 0,5 \text{ см}$). Кесимнинг инерция ва қаршилиқ моментларини ҳисоблаймиз:

$$J = 0,0476 \cdot 14,5^4 = 2100 \text{ см}^4;$$

$$W = 0,096 \cdot 14,5^3 = 293 \text{ см}^3.$$

Нисбий салқилик:

$$\begin{aligned} \frac{f}{\ell_1} &= \frac{5 \cdot q^n \cdot \ell_1^3}{384 \cdot EJ \cdot \cos \alpha} - \frac{M \cdot \ell_1}{16 \cdot EJ \cdot \cos \alpha} = \frac{5 \cdot q^n \cdot \ell_1^3 - 24 \cdot M \ell_1}{384 \cdot EJ \cdot \cos \alpha} = \\ &= \frac{5 \cdot 27,5 \cdot 300^3 - 24 \cdot 293000 \cdot 300}{384 \cdot 10^6 \cdot 2100 \cdot 0,766} = \frac{1}{385} < \left[\frac{f}{\ell} \right] = \frac{1}{200}, \end{aligned}$$

демак, бикрлик таъминланган.

Стропила оёғи остки қисмининг ўртасидаги кесимининг мустаҳкамлигини текширамыз; бунда стропила оёғининг ҳисоб схемаси икки таянчли бир оралиқли тўсинники каби қабул қилинади. Қўрилаётган кесимдаги эғувчи момент:

$$M_1 = \frac{q \ell_1^2}{8} = \frac{3450 \cdot 3^2}{8} = 3881 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

Кучланишлар:

$$\sigma = \frac{M_1}{W} = \frac{388100}{293} = 1325 \text{ н/см}^2 < R_u = 1600 \text{ н/см}^2.$$

Тўсиндаги чўзувчи зўриқиш N зўриқишнинг горизонталь проекциясига тенг бўлади:

$$H = N \cdot \cos \alpha = \frac{P}{2 \cdot \tan \alpha} = \frac{2700}{2 \cdot 0,839} = 1610 \text{ Н}.$$

Тўсин диаметри 14 смли иккита пластинадан ташкил топади. N зўриқишнинг қиймати кичиклиги сабабли тўсиннинг стропила оёғига бириктирилишининг ҳисобини бажармаймиз. Конструктив тарзда чокнинг ҳар икки томонидан қарама-қарши йўналишда қоқилувчи 5x150 ммли учтадан мих қабул қиламиз.

Стропила оёғининг прогонга таяниш жойидаги ўйманинг етарлилигини текширамыз (3.4, в-расм). Ўйма чуқурлиги $h_{bp}=3 \text{ см}$ ва ходанинг ҳисобий диаметри $D=16 \text{ см}$ қийматларида ўйманинг эзилиши юзаси:

$$F_{cm} = \frac{F_{ce2}}{\sin \alpha} = \frac{27}{0,643} = 42 \text{ см}^2.$$

Ўймага таъсир этувчи эзувчи зўриқиш икки оралиқли тўсиннинг ўрта ва четки (чўққидаги) таянчларидаги босимларининг йиғиндисига тенг:

$$\begin{aligned} V &= \left[\frac{q \cdot (\ell_1 + \ell_2)}{2} + \frac{M}{\ell_1} + \frac{M}{\ell_2} \right] + \left(\frac{q \cdot \ell_2}{2} - \frac{M}{\ell_2} \right) = \frac{q \cdot (\ell_1 + 2\ell_2)}{2} + \frac{M}{\ell_1} = \\ &= \frac{3450 \cdot (3 + 2 \cdot 1,75)}{2} + \frac{2930}{3} = 12200 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Ушбу зўриқиш прогон ёғочи толаларига 90° бурчак остида таъсир этади. Ўймадаги эзувчи кучланишлар:

$$\sigma_{cm} = \frac{12200}{42} = 290 \text{ Н / см}^2 < R_{cm90} = 300 \text{ Н / см}^2,$$

демак, уйма етарли юзага эга ва таянч бирикмасининг мустаҳкамлиги таъминланган.

3.3. Вассатўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш

Том ёпмаларининг панеллари, тўлқинсимон ва текис варақлари, профилланган металл листлари каби тўсиқ конструкциялари ва элементларининг фермалар ва бошқа катта оралиқли юк кўтарувчи конструкциялар (қўшма-йиғма тўсинлар, равоқлар, Рамалар, харилар ва ш.к)га таянувчи вассатўсинлар (прогонлар) устига ўрнатилиши қурилиш амалиётида кенг қўлланилади.

Вассатўсинлар том ёпмасидан тушадиган юкларни қабул қилиб олиб, уларни асосий юк кўтарувчи конструкцияларга узатиб бериш учун хизмат қилади.

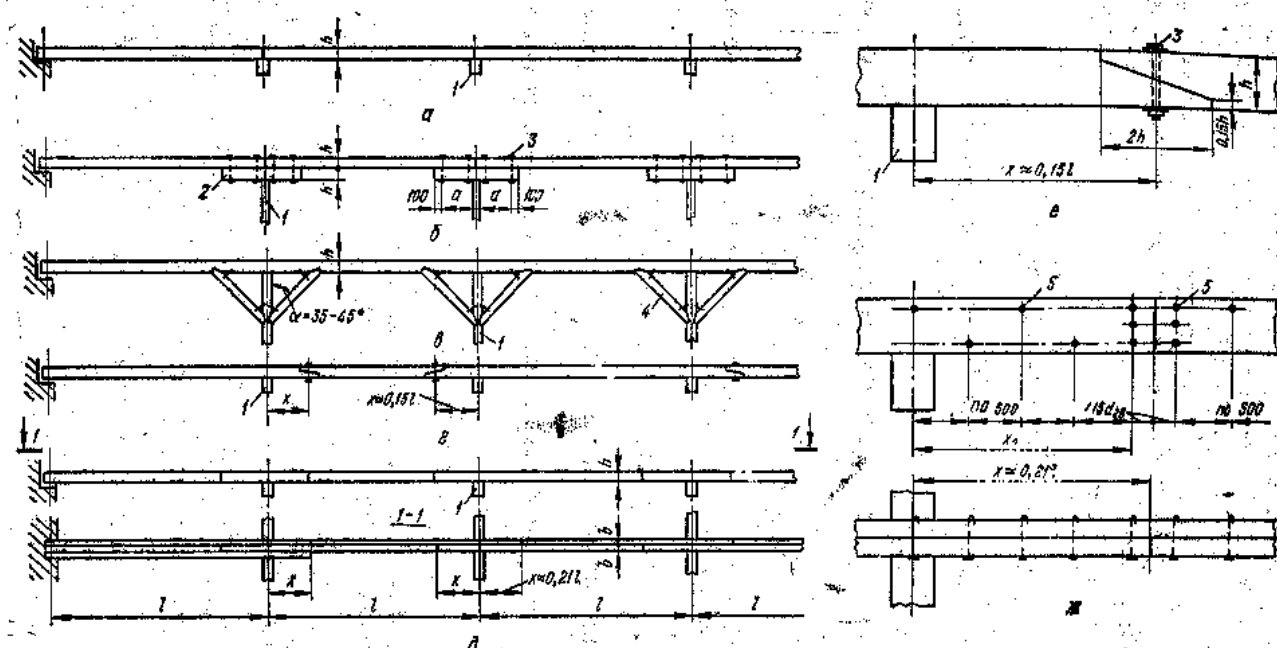
Бино-иншоотларни тиклашда бўлинган (бир оралиқли), рафақли-тўсинсимон ва туташ вассатўсинлар қўлланилади.

Асосий юк кўтарувчи конструкциялар қадами 4 м гача бўлганда бўлинган (бир оралиқли) вассатўсинларнинг қўлланилиши мақсадга мувофиқдир. Улар одатда, яхлит кесимли тахталар, чорқирра (брус)лар ёки доиравий кесимли ходалардан тайёрланади. Рафақли – тўсинсимон ва туташ вассатўсинларни тиклашда жуфтланган тахталар ва пластиналар ишлатилади.

Бўлинган вассатўсинларнинг тайёрланиши ва ўрнатилиши осон ва содда бўлсада, материал сарфи туташ вассатўсинларникига нисбатан бирмунча юқори бўлади. Бўлинган вассатўсинларнинг оралиғини камайтириш мақсадида тагтўсинлар ва кашаклар кўзда тутилади. Уларнинг уланиш чоклари таянчларда кўшни элементлар четларини яқин жойлаштириб қопламалар воситасида ёки учларни қия кесиб бириктириб бажарилади.

Рафақли-тўсинсимон ва туташ вассатўсинларнинг уланиш чоклари ораликда эгувчи моментларнинг қийматлари энг кичик соҳаларда кўзда тутилади (3.7-расм).

Рафақли-тўсинсимон вассатўсинларнинг уланиш чоклари оралик оралатиб, жуфтлаб қўйилади, улар ёғочларнинг учларини қия кесиб бириктириш орқали бажарилади. Таянчдан чоккача бўлган масофа $x=0,15\ell$ ни ташкил этса - вассатўсиннинг оралик ва таянч моментлари тенг бўлади, $x=0,21\ell$ да – барча ораликларнинг салқиликлари тенг бўлади.



3.7-расм. Вассатўсинларнинг схемалари ва конструкциялари:

а-бўлинган; б-тагтўсинли, бўлинган; в-кашакли, бўлинган; г-рафақли-тўсинли; д-жуфтланган элементлардан, туташ; е-рафақли-тўсинли вассатўсиннинг қия кесилган уланиш чоки; ж-туташ вассатўсиннинг уланиш чоки; 1-юк кўтарувчи конструкция; 2-тагтўсин; 3-болтлар; 4-кашаклар; 5-михлар.

Жуфтланган элементлардан тикланувчи туташ вассатўсинларнинг уланиш чоклари таянчдан $x=0,21\ell$ масофада алмашлаб жойлаштирилади.

Бунда жуфтланувчи бир элементнинг чоки икки яхлит элемент томонидан қопланади. Узунлиги бўйича вассатўсин элементлари 50 см оралитиб шахмат тартибида қоқилувчи михлар воситасида бир-бирига бириктирилади, уланиш чокидаги михлар сони ҳисоб натижалари бўйича қабул қилинади.

Туташ вассатўсинлар, яхлит кесимли кўп оралиқли тўсинлар каби, ўрта таянчлаги энг катта эгувчи момент бўйича ҳисобланади. Ўрта оралиқларга нисбатан каттароқ эгувчи моментлар ҳосил бўлувчи четки оралиқларда вассатўсинларнинг кесими учинчи элементни қўйиш орқали катталаштирилади (3.7, д-рasm). Бино четига яқин жойлашувчи юк кўтарувчи конструкциядаги зўриқишларни камайтириш учун четки оралиқлар қийматини 20% га қисқартириш мақсадга мувофиқдир.

Ташқи юклар остида вассатўсинлар қийшиқ эгилиш шароитида ишлайди. Бир оралиқли (бўлинган) вассатўсиннинг мустаҳкамлиги (3.4) формула бўйича текширилади, салқилиги эса (3.6) формула асосида аниқланади.

Тенг тақсимланган юкдан салқиликнинг ташкил этувчилари қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилади:

$$f_x = \frac{5q^n \cdot \sin \alpha \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J_y} \quad (3.9)$$

$$f_y = \frac{5q^n \cdot \cos \alpha \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J_x} \quad (3.10)$$

Фермалар қадами 3,6-4,7 мни ташкил этса, рафақли-тўсинсимон вассатўсинлар қўлланилиши яхши самара беради. Шарнирли оралиқлардаги рафақларининг узунлиги $0,15\ell$ га тенг бўлган, тенг оралиқли қилиб тикланган, тенг тақсимланган юклар таъсир этувчи вассатўсиннинг ўрта оралиқларидаги ҳисобий эгувчи моменти қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$M = 0,6375 \cdot q \cdot \ell^2, \quad (3.11)$$

салқилиги эса қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f = \frac{1}{192} \cdot \frac{q^n \cdot \ell^4}{E \cdot J} \quad (3.12)$$

Четки ораликларда вассатўсиннинг кесими кучайтирилиши керак. Улоқсиз четки ораликдаги максималь эгувчи момент қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$M = 0,095 \cdot q \cdot \ell^2, \quad (3.13)$$

салқилик эса қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f = \frac{3,5 \cdot q^n \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J} \quad (3.14)$$

Юк кўтарувчи конструкциялар қадами 5-6 мни ташкил этганда жуфтланган элементлардан тайёрланувчи туташ вассатўсинлар қўлланилиши мақсадга мувофиқдир. Туташ вассатўсиннинг кесимининг четки ва ўрта ораликлар учун бир хил бўлишини таъминлаш учун ҳисобларда фақат ёнма-ён жойлашувчи учта оралик бўйича вассатўсин конструкцияси узлуксиз деб қаралади.

Бу ҳолда оралик таянчдаги максималь эгувчи момент:

$$M = \frac{q \cdot \ell^2}{10} \quad (3.15)$$

Четки ораликдаги салқилик:

$$f = \frac{2,6 \cdot q^n \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot J} \quad (3.16)$$

Ярим вассатўсинлар чокларидаги михларнинг зарурий сони қўйидаги формула бўйича аниқланади:

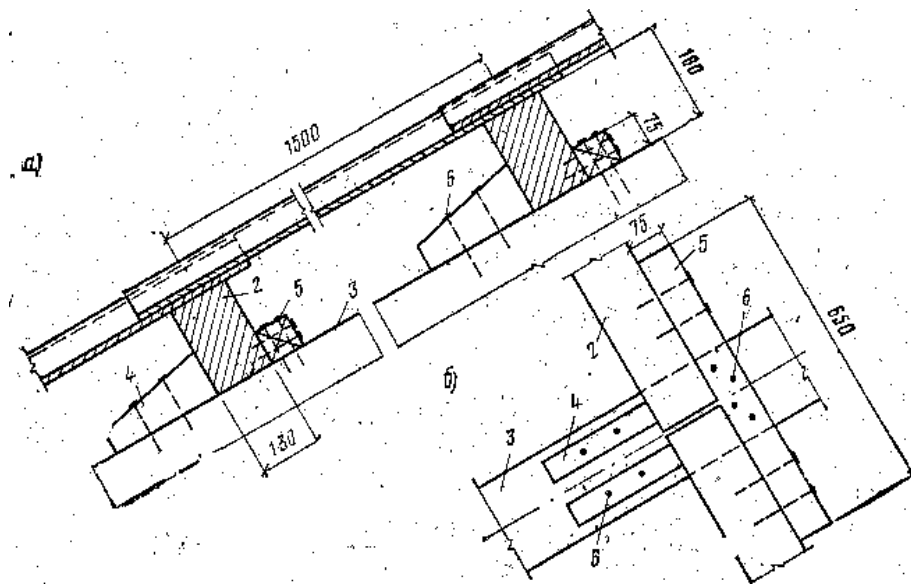
$$n_{\text{эб}} = \frac{M}{2a_1 \cdot T_{\text{эб}}} \quad (3.17)$$

бу ерда: a_1 — таянч ўқидан михларнинг чокдаги жойлашиш марказигача бўлган масофа; $T_{\text{гв}}$ — бир қирқимли михнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти.

Жуфтланган вассатўсинлар қийшиқ эгилишга ишламаслик шарти билан қўлланилади. Агар вассатўсинлар қия нишабли ташкил этувчиси том қиялиги бўйича бикр бўлган қўш кесишувчи ёки қалқонли тўшама томонидан қабул қилиниши керак.

3.5-мисол. Бўлинган вассатўсиннинг кўндаланг кесими танлансин (3.8-расм). Лойиҳалаш учун бошланғич маълумотлар: том ёпмаси бевосита

вассатўсинларга ўрнатиловчи ВУ маркали тўлқинсимон асбестоцемент варақлардан ташкил топади. Ёпманинг нишаблилиги $i=1:3$ ($\cos\alpha=0,949$; $\sin\alpha=0,316$). Асосий юк кўтарувчи конструкциялар қадами 4 м. Қор юкининг меъёрий қиймати $P_{сн}^n = 1500 \text{ Н/м}^2$.



3.8-рasm. Бўлинган вассатўсин:

1-асбестоцемент варақлар; 2-вассатўсин; 3-юк кўтарувчи конструкциянинг устки белбоғи; 4-тиргак тахта; 5-улаш бурсоғи; 6-5x150 ммли михлар.

Ечиш:

Асбестоцемент варақларнинг ўлчамларини эътиборга олган ҳолда вассатўсинлар ўқлари орасидаги масофани том нишаблилиги бўйича 1,5 мга тенг қилиб белгилаймиз.

Вассатўсиннинг 1п.м узунлигига таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз: ёпманинг оғирлиги:

$$200 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 330 \text{ Н/м};$$

вассатўсиннинг оғирлиги (кесим ўлчамларини тақрибан 15x18 см қабул қиламиз):

$$0,15 \cdot 0,8 \cdot 5000 \cdot 1,1 = 150 \text{ Н/м};$$

қор юки:

$$1500 \cdot 1,5 \cdot 0,949 \cdot 1,4 = 2990 \text{ Н/м};$$

тўлиқ юк:

$$q^n = 2570 \text{ Н/м}; \quad q = 3470 \text{ Н/м}.$$

Вассатўсиннинг ҳисобий оралиғи:

$$\ell = 400 - 2 \cdot \frac{10}{2} = 390 \text{ см} = 3,9 \text{ м},$$

бу ерда: 10 см – таянч майдончасининг эни.

Максималь эгувчи момент:

$$M = \frac{q \cdot \ell^2}{8} = \frac{3470 \cdot 3,9^2}{8} = 6600 \text{ Н.м.}$$

Вассатўсин қийшиқ эгилишга ишлайди. Кесим бош ўқларига нисбатан эгувчи моментнинг ташкил этувчилари:

$$M_x = M \cos \alpha = 6600 \cdot 0,949 = 6250 \text{ Н.м};$$

$$M_y = M \sin \alpha = 6600 \cdot 0,316 = 2080 \text{ Н.м.}$$

Вассатўсин кесими баландлигининг энига нисбатини $\eta = \frac{h}{b} = 1,4$ га тенг қилиб белгилаймиз.

Кесимнинг талаб этилувчи қаршилиқ моменти:

$$W_{\text{тр}} = \frac{M_x + \eta M_y}{R_u} = \frac{62500 + 1,4 \cdot 208000}{1300} = 705 \text{ см}^3.$$

Кесимнинг талаб этилувчи баландлиги:

$$h_{\text{тр}} = \sqrt[3]{6 \cdot \eta W_{\text{тр}}} = \sqrt[3]{6 \cdot 1,4 \cdot 705} = 18,1 \text{ см.}$$

Кесимнинг талаб этилувчи эни:

$$b_{\text{тр}} = \frac{h_{\text{тр}}}{1,4} = \frac{18,1}{1,4} = 12,9 \text{ см.}$$

Вассатўсин учун кесими $b \times h = 13 \times 18$ смли чорқирра қабул қиламиз.

Кесимнинг геометрик характеристикаларини ҳисоблаймиз:

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{13 \cdot 18^2}{6} = 702 \text{ см}^3;$$

$$W_y = \frac{hb^2}{6} = \frac{18 \cdot 13^2}{6} = 507 \text{ см}^3;$$

$$J_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{13 \cdot 18^3}{12} = 6318 \text{ см}^4;$$

$$J_y = \frac{hb^3}{12} = \frac{18 \cdot 13^3}{12} = 3295 \text{ см}^4.$$

Кучланишларни (3.4) формула бўйича аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{625000}{702} + \frac{208000}{507} = 1300,5 \text{ Н / см}^2 \approx R_u = 1300 \text{ Н / см}^2.$$

Салқиликнинг ташкил этувчиларини (3.8) ва (3.9) формулалар бўйича ҳисоблаймиз:

$$f_x = \frac{5 \cdot 25,7 \cdot 0,316 \cdot 390^4}{384 \cdot 10^6 \cdot 3295} = 0,74 \text{ см};$$

$$f_y = \frac{5 \cdot 25,7 \cdot 0,949 \cdot 390^4}{384 \cdot 10^6 \cdot 6318} = 1,16 \text{ см}.$$

Тўлиқ салқиликни (3.5) формула бўйича аниқлаймиз:

$$f = \sqrt{0,74^2 + 1,16^2} = 1,38 \text{ см} < \frac{390}{200} = 1,95 \text{ см}.$$

Вассатўсиннинг асосий юк кўтарувчи конструкцияга таяниш жойида юкнинг қия ташкил этувчисини қабул қилишга мўлжалланган тиргак тахтачалари юк кўтарувчи конструкциянинг устки белбоғига 5x150 мм иккита мих билан қоқиб маҳкамланади (3.8, б-расм). Вассатўсинларнинг чоки устига кесими 75x75 мм брусokлардан тайёрланган ён қопламалар қўйилиб, улар асосий юк кўтарувчи конструкция белбоғига ва вассатўсинларга михланади.

3.6-мисол. Тахталардан жуфтлаб тайёрланувчи туташ вассатўсинни ҳисоблаш ва лойиҳалаш талаб этилади. Лойиҳалаш учун бошланғич маълумотлар: вассатўсиннинг оралиқлари тенг бўлиб, $\ell = 6$ мни ташкил этади (3.9, а-расм).

Вассатўсинга таъсир этувчи юклар:

меъёрий $q^n = 2300 \text{ Н/м}$; ҳисобий $q = 2900 \text{ Н/м}$.

Ечиш:

(3.14) формула бўйича ҳисобий эгувчи момент:

$$M = \frac{2900 \cdot 6^2}{10} = 10440 \text{ Н/м}.$$

Кесимнинг талаб этилувчи қаршилик моменти:

$$W_{\text{тр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{1044000}{1300} = 803 \text{ см}^3.$$

Вассатўсин кесимини иккита 6x20 смли тахталардан ташкил этамиз, у ҳолда кесимнинг геометрик характеристикалари:

$$W = 2 \cdot \frac{6 \cdot 20^2}{6} = 800 \text{ см}^3;$$

$$J = 2 \cdot \frac{6 \cdot 20^3}{12} = 8000 \text{ см}^4.$$

Эгилишдаги кучланишлар:

$$\sigma = \frac{1044000}{800} = 1305 \text{ Н / см}^2 \approx 1300 \text{ Н / см}^2.$$

(3.15) формула бўйича четки ораликдаги нисбий салқилик:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{2,6 \cdot 23 \cdot 600^3}{384 \cdot 10^6 \cdot 8000} = \frac{1}{238} < \frac{1}{200}.$$

Таянч ўқидан чоккача бўлган масофа:

$$a = 0,2 \cdot \ell = 0,2 \cdot 600 = 120 \text{ см.}$$

Чокни маҳкамлаш учун 4x120 ммли михлар қабул қиламиз. Михлар икки қатор жойлаштирилади. У ҳолда таянч ўқидан михларнинг жойлашиш марказигача бўлган масофа:

$$a_1 = 120 - (8 + 4) = 108 \text{ см.}$$

Бир қирқимли михнинг ҳисобий юк кўтариш қобиляти:

$$T_{\text{гв}} = 4000 \cdot d_{\text{гв}}^2 = 4000 \cdot 0,4^2 = 640 \text{ Н.}$$

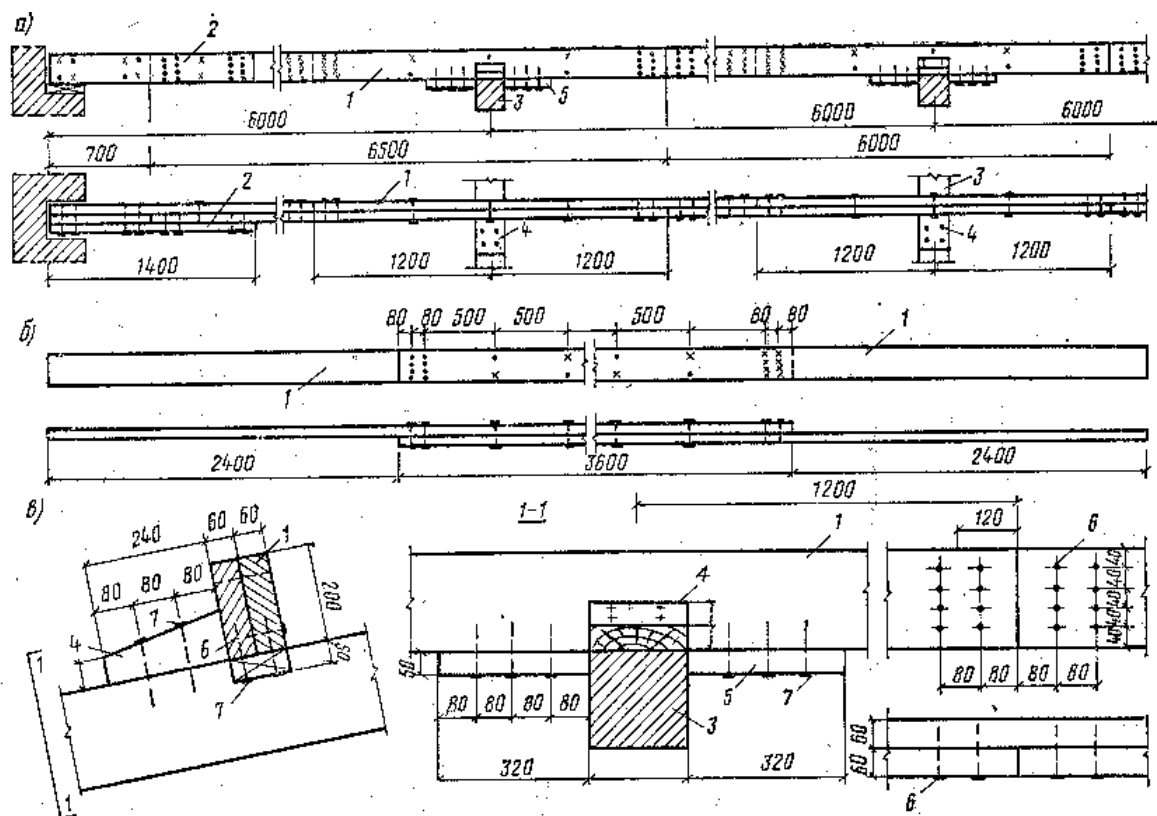
(3.16) формула бўйича чокнинг ҳар бир томонидан қоқилиши керак бўлган михларнинг сони:

$$n_{\text{зг}} = \frac{1044000}{2 \cdot 108 \cdot 640} = 7,6 \text{ дона.}$$

Михлар сонини $n_{\text{гв}} = 8$ та қабул қиламиз. Михларни икки қатор қилиб, ҳар бир қаторда 4 тадан жойлаштирамиз. Вассатўсиннинг бошқа қисмларида конструктив равишда 50 см оралатиб 2 тадан қоқилувчи 4x120 ммли михлар қабул қиламиз.

Тахталарнинг узунлиги 6,5 м билан чегараланганлиги сабабли, вассатўсиннинг битта тахтаси четки таянч яқинида уланиши керак бўлади. Бу жойдаги чок уланувчи тахтага михлар билан маҳкамланувчи қоплама билан ёпилади. Вассатўсиннинг лойиҳа ўрнига кўтариб ўрнатишдан аввал йиғилиш

вақтида иккита ярим вассатўсинларнинг устма-уст уланувчи участкасидаги михлар қоқилиб, монтаж элементи ҳосил қилинади (3.9, б-расм). Қолган михлари бунда фақат битта тахтадан ўтгунча қоқилади, лойиҳа жойига кўтариб қўйилгандан сўнггина улар қўшни тахтага охиригача қоқиб киритилади.



3.9-расм. Жуфтланган кўп ораликли вассатўсин:

1-вассатўсин тахталари; 2-четки ораликдаги чокнинг қопламаси; 3-юк кўтарувчи конструкциянинг устки белбоғи; 4-тиргак тахтача; 5-қўшимча тагқопламалар; 6-4x120 ммли михлар; 7-5x150 ммли михлар.

IV БОБ. ЁПМА ПАНЕЛЛАРИНИ ВА ТЎШАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

4.1. Ёпма панелларини лойиҳалашга доир кўрсатмалар

Ёпма панеллари кўп қатламли қилиб тайёрланади. Қопламаларининг материалига кўра улар фанерали, пластмасса, металл, асбестоцемент листли, тўлқинсимон шишапластикли ёпма панелларига бўлинади.

Панелларнинг юк кўтарувчи синчи тахталардан, фанера, металл, шишапластик, асбестоцементдан тайёрланади.

Иситгич қатлами сифатида ёпма панелларида асосан пенопластлар қўлланилади, айрим ҳолларда эса бошқа турлардаги енгил материаллардан ҳам фойдаланиш мумкин.

Конструкциялар элементларининг бирикмалари асосан синтетик елимлар воситасида бажарилади. Металл қопламалар учун елимли-пайванд, елимли-парчин михли, елимли-винтли бирикмалар қўлланилади.

Ёруғлик ўтказиш қобилиятига кўра ёпма панеллари ёруғлик ўтказмайдиган ва ёруғлик ўтказувчан турларга бўлинади. Конструкциясига кўра бир, икки ва уч қатламли бўлиб, ўрта қатлами яхлит ёки қобирғали қилиб бажарилиши мумкин. Сиртининг шаклига кўра ёпма панеллари текис ёки эгри чизиқли сиртли бўлиши мумкин. Ёпма панелларининг статик ҳисобида доимий юклар қабул қилинган ўлчамлар асосида материалларнинг зичлиги бўйича аниқланади, вақтинчалик юклар эса ҚМҚ 2.01.07-96 бўйича олинади. Дастлабки ҳисобларда юк кўтарувчи конструкцияларнинг хусусий оғирлиги (1.1) формула бўйича аниқланади.

Ёруғлик ўтказувчан ёпма панелларининг контури бўйича қопламаларга мустаҳкам бириктирилган бикр қобирғалар қўйилади. Панелларнинг қопламалари ташқи юкларни қабул қила оладиган, атмосфера ва бошқа механик таъсирларга етарлича чидамли бўлиши керак. Қоплама листлари имкони борича чоксиз бўлиши лозим. Панелларнинг ўрта (иситгич) қатлами енгил бўлиши, сиқилиш ва силжишга етарлича мустаҳкамликка эга, биологик

емирувчилар таъсирига чидамли ва имкони борича ўтга чидамли (оловбардошлиги етарли даражада) бўлиши керак. Ўрта қатлам қалинлиги теплотехник ва конструктив ҳисоблар асосида белгиланади ва меъёрий талабларга жавоб бериши лозим.

Юк кўтарувчи конструкцияларга панеллар ўрнатма деталлар ва болтлар воситасида маҳкамланади. Ҳарорат-намлик таъсирида улар эркин деформацияланиши керак. Панелларнинг деформацияларини камайтириш учун уларнинг узунлиги бўйича 1,2-2 м масофада робиталар (боғловчилар) қўйилади.

Металл қопламали панеллар учун қалинлиги 0,5-1 мм ли пўлат листлар ёки 0,8-1,5 мм ли алюминий қотишмасидан тайёрланган листлар қўлланилади. Металл листлар ўрта қатламга елимлаб бириктирилади - қоплама листларининг чоклари «устма-уст» ёки «учма-уч» қилиб бир ёки ҳар икки томонидан қоплама тасмалар қўйиш орқали бажарилади.

Асбестоцемент қопламали ёпма панеллари тахталардан тайёрланувчи қобирғали-синчли ёки яхлит текис ўрта қатламли ва контур бўйича қўйилувчи асбестоцемент профиллардан тайёрланган қобирғали кўринишда бажарилиши мумкин. Асбестоцемент листлар тахталарга шуруплар воситасида, профилларга эса елим воситасида бириктирилади.

Фанера қопламали панеллар одатда, тахталардан қобирғали-синчли қилиб, минерал момиқлардан тайёрланувчи иситгич қатламли қилиб тайёрланади. Бундай панелларнинг бўйлама қобирғаларининг кесими камида 46x114 мм бўлиб, улар орасидаги масофа 500 мм дан ошиб кетмаслиги керак. Улар кўндаланг қобирғалар орқали михлар воситасида бир-бири билан бириктирилади. Панелларнинг остки қопламаси учун қалинлиги 6 мм ва ундан катта бўлган, устки қопламаси учун эса қалинлиги камида 8 мм бўлган, сувга чидамлилиги юқори бўлган ФСФ маркали фанера қўлланилади. Фанера чоклари «учма-уч» шаклда ёки тахта қопламалар ёрдамида сувга чидамли елимлар воситасида бажарилади.

Агрессив муҳит шароитларида листли шишапластик қопламали ёпма панеллари қўлланилади.

Бундай материалларнинг кенг тарқалгани КАСТ-В маркали шишатеколит ҳисобланади. Иситгич сифатида бундай панелларда қуйма пенопласт, контур бўйича қўйилувчи қобирға сифатида эса шишатеколит швеллерлар қўлланилади.

4.1-мисол. Фанерали ёпма плитасини лойиҳалаш талаб этилади (4.1-расм). Лойиҳаланаётган бино тури – кўргазма павилрони, қурилиш жойи Тошкент ш. Юк кўтарувчи конструкциялар қадами 6 м. Ёпма плитаси иситиладиган бино учун қўлланилади, иситгич сифатида қалинлиги 50 мм ли минерал момиқдан тайёрланган плиталар олинади, улар икки қават қилиб қўйилади.

Минерал момиқнинг ҳажмий оғирлиги $\gamma_0=1750 \text{ Н/м}^3$. Плиталар учун материаллар: сортамент бўйича қарағай тахталари ва ФСФ маркали қайиндан тайёрланган, сувга чидамлилиги бўйича нави В/ВВ бўлган қурилиш фанераси (ГОСТ 3961-69).

Плитанинг номиналр ўлчамлари 6x1,5 м, конструктив ўлчамлари – 5980x1470 мм. Плитанинг кўндаланг кесимини қутисимон шаклда қабул қиламиз, унда 4 та бўйлама тахта қобирғалар қуйилади. Қобирғалар кесимининг баландлиги: $h = \frac{l}{35} = \frac{600}{35} = 17,2 \text{ см.}$

Қобирғалар учун кесим ўлчамлари 46x170 мм ли (рандалагунча 50x175 мм) тахталар қабул қиламиз. Дастлабки ҳисобларда остки қоплама қалинлигини 6 мм, устки қопламаникини эса 8 мм қабул қиламиз. Иситгич плиталарини ўз ўрнида ушлаб туришини таъминловчи қисқич ёғоч брусокларнинг кўндаланг кесим ўлчамлари 25x25 мм олинади. Кўндаланг қобиғалар панель четларида ва қоплама фанералари бириктирилувчи жойларда қуйилади. Ёпма плитасига таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз ва ҳисоблаш натижаларини 5.1-жадвалда келтирамиз.

Ёпма плитасига таъсир этувчи юклар

4.1-жадвал

1 п.м. плита узунлигига таъсир этувчи юклар	Меъёрий юк, Н/м	Юкланиш коэффициенти, γ_j	Ҳисобий юк, Н/м
Рубероид қатлами: 100x1,5	150	1,3	195
Фанера қопламалар: (0,008+0,006)x1,5x6500	130	1,1	150
Бўйлама ва кўндаланг қобирғалар: $0,046x0,025x\frac{(5,98x0,43x15)x5000}{6}$	204	1,1	224
Қисқич брусочлар: $0,025x0,025x\frac{1,42x3+0,43x6}{0,6}x12x5000$	43	1,1	47
Иситгич: $\frac{0,43x1,4x0,1x1750}{6}$	210	1,2	252
Жаоми доимий юклар	743	-	868
Қор юки 500x1,5	750	1,4	1050
Тўлиқ юк	1493	-	1918

Ёпма плитасига таъсир этувчи ҳисобий юклардан ҳосил бўлувчи энг катта эгувчи момент ва кўндаланг кучни аниқлаймиз:

$$M_{\max} = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{1918 \cdot 5,92^2}{8} = 8400 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$Q_{\max} = \frac{ql_0}{2} = \frac{1918 \cdot 5,92}{2} = 5680 \text{ Н};$$

бу ерда: $l_0 = 5,98 - 2 \cdot 0,03 = 5,92$ м –плитанинг ҳисобий оралиғи.

Плита кўндаланг кесимининг геометрик характеристикаларини ҳисоблаймиз.

Токчаларнинг келтирилган эни:

$$e_{np}^n = 0,9 \cdot \Sigma b_o + \Sigma b_p = 0,9 \cdot 3 \cdot 43,2 + 4 \cdot 4,6 = 134,9 \text{ см.}$$

Устки ва остки токчалар кўндаланг кесимларнинг юзаси:

$$F_{\phi}^b = \delta_{\phi}^b \cdot b_{np}^n = 0,8 \cdot 134,9 = 107,6 \text{ см}^2,$$

$$F_{\phi}^n = \delta_{\phi}^n \cdot b_{np}^n = 0,6 \cdot 134,9 = 81 \text{ см}^2.$$

Бўйлама қобирғаларнинг кўндаланг кесим юзаси:

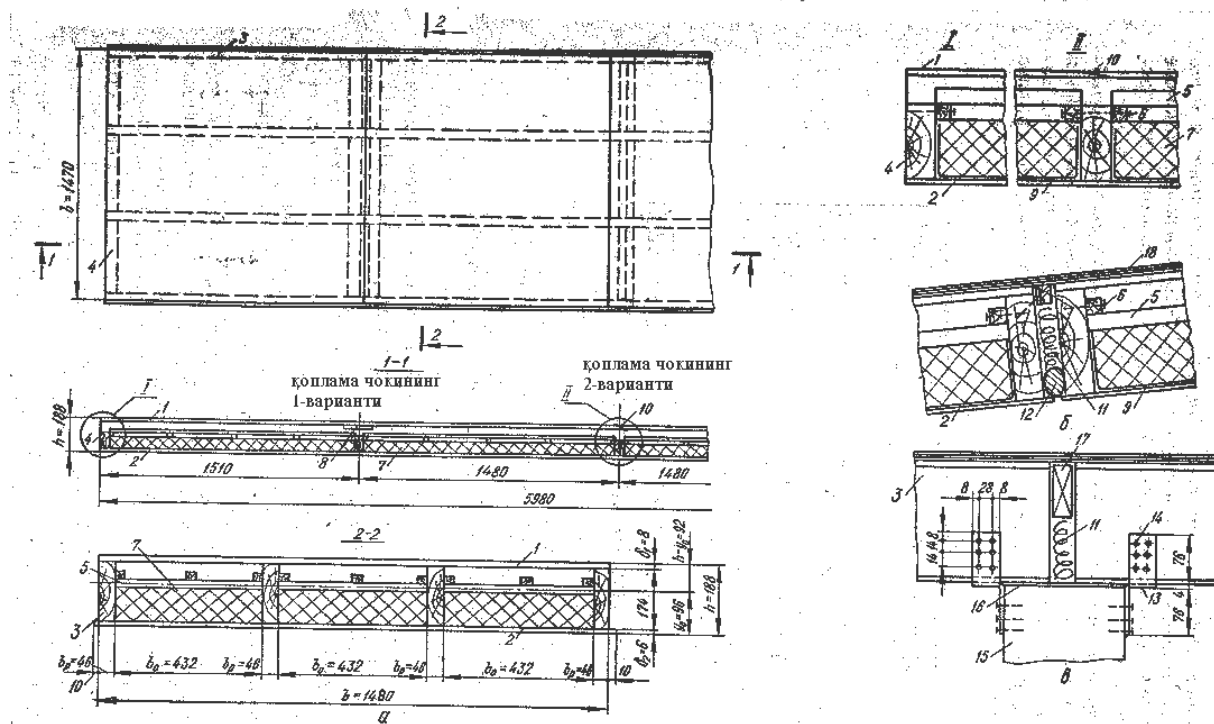
$$F_q = b_p \cdot h_p \cdot 4 = 4,6 \cdot 17 \cdot 4 = 313 \text{ см}^2.$$

Токча ва қобирғалар материаллари – ёғоч ва фанеранинг эластиклик модуллари нисбати:

$$\frac{E_q}{E_\phi} = \frac{10000}{8500} = 1,18.$$

Панелнинг келтирилган кўндаланг кесими юзаси:

$$F_{np} = F_\phi^H + F_\phi^6 + F_\phi \cdot 1,18 = 81 + 107,6 + 313 \cdot 1,18 = 565 \text{ см}^2.$$



4.1-расм. Фанерали ёпма панели.

Панель кесимининг остки қиррасидан келтирилган кесимнинг оғирлик марказига бўлган масофа:

$$Y_0 = \frac{S}{F_{np}} = \frac{F_\phi^b \cdot \left(h - \frac{\delta_\phi}{2}\right) + F_\phi^H \cdot \frac{\delta_H}{2} + F_q \cdot 1,18 \cdot \left(\frac{h_p}{2} + \delta_H\right)}{F_{np}} =$$

$$= \frac{107,6 \cdot \left(18,4 - \frac{0,8}{2}\right) + 81 \cdot \frac{0,6}{2} + 313 \cdot 1,18 \cdot \left(\frac{17}{2} + 0,6\right)}{565} = 9,4 \text{ см.}$$

Келтирилган кесимнинг инерция моменти:

$$J_{np} = F_{\phi}^e \cdot \left(h - Y_0 - \frac{\delta_e}{2} \right)^2 + F_{\phi}^e \cdot \left(Y_0 - \frac{\delta_n}{2} \right)^2 + 4 \cdot \frac{e_p h_p^3}{12} \cdot 1,18 + F_q \cdot 1,18 \cdot \left(Y_0 - \frac{h_p}{2} \right)^2 =$$

$$= 107,6 \cdot \left(18,4 - 9,4 - \frac{0,8}{2} \right)^2 + 81 \cdot \left(9,4 - \frac{0,6}{2} \right)^2 + 4 \cdot \frac{4,6 \cdot 17^3}{12} \cdot 1,18 + 313 \cdot 1,18 \cdot \left(9,4 - \frac{17}{2} \right)^2 = 24660 \text{ см}^4.$$

Кесимнинг келтирилган қаршилиқ моментлари:

$$w_{np}^n = \frac{J_{np}}{Y_0} = \frac{24660}{9,4} = 2620 \text{ см}^3,$$

$$w_{np}^b = \frac{J_{np}}{h - Y_0} = \frac{24660}{18,4 - 9,4} = 2740 \text{ см}^3,$$

бу ерда: $h = h_p + \delta_n + \delta_b = 17 + 0,6 + 0,8 = 18,4$ см - панель кесимининг тўлиқ баландлиги.

Кучланишларни текшираимиз. Остки қопламада:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{np}^n} = \frac{840000}{2620} = 320 \text{ Н / см}^2 = 3,2 \text{ МПа} < R_p^{\phi} \cdot m = 13,5 \cdot 0,6 = 8,1 \text{ МПа},$$

бу ерда: $m = 0,6$ – фанера қоплама елимли чоки учун иш шароити коэффиценти.

Устки қопламада:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{np}^n \cdot \varphi_{\phi}} = \frac{840000}{2740 \cdot 0,44} = 696 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} = 6,96 \text{ МПа} < R_c^{\phi} = 10 \text{ МПа},$$

бу ерда: $\frac{b_0}{\delta_b} < 50$ бўлса $\varphi_{\phi} = 1 - \frac{(b_0 / \delta_b)^2}{5000},$

$$\frac{b_0}{\delta_b} \geq 50 \text{ бўлса } \varphi_{\phi} = \frac{1250}{(b_0 / \delta_b)^2} \text{ олинади,}$$

$$\frac{b_0}{\delta_b} = \frac{42,9}{0,8} = 53,5 > 50, \text{ демак, } \varphi_{\phi} = \frac{1250}{53,5^2} = 0,44.$$

Устки қопламани $P = 1000 \times 1,2 = 1200$ Н монтаж юкига маҳаллий эгилишга қуйидаги формула бўйича текшираимиз:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{P \cdot e_0 \cdot 6}{8 \cdot e_p \cdot \delta_b^2} = 0,75 \cdot \frac{1200 \cdot 42,9}{100 \cdot 0,8^2} = 603 \text{ Н / см}^2 = 6,03 \text{ МПа} > R_{u90}^{\phi} = 5,0 \text{ МПа},$$

бу ерда: $v_p = 100$ см – устки қопламанинг ҳисобий йўлкаси.

Маҳаллий эгилишга мустаҳкамлик таъминланмаган, шу сабабли устки қопламанинг қалинлигини оширамиз ва $\delta_6^{\phi}=1,0$ см деб қабул қиламиз. У ҳолда кучланишлар:

$$\sigma = 0,75 \cdot \frac{1200 \cdot 42,9}{100 \cdot 1^2} = 3,86 \text{ МПа} < R_{u90}^{\phi} = 5 \text{ МПа}.$$

Панелнинг салқилигини куйидаги формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q'' \cdot l_0^4}{E_{\phi}^e \cdot J_{np}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,493 \cdot 592^4}{8500 \cdot 24660(100)} = 1,14 \text{ см},$$

$\frac{f}{l} = \frac{1,14}{592} = \frac{1}{520} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}$, демак, панелнинг салқилиги меъёрларда белгиланган чегаравий салқиликнинг қийматидан ошмас экан.

4.2. Ёғоч тўшамалар

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

Ёғоч тўшамалар асосан ёғочли ва елимфанерли турларга бўлинади. Ёғоч тўшамалар энг кўп тарқалган ва қўлланиладиган тўшамалардир. Уларни тайёрлашга иккинчи ва учинчи нав ёғоч материаллари ишлатилади. Шунинг учун тўшамалар нисбатан арзон туради. Уларнинг энг асосий камчилиги тайёрлаш учун меҳнат сарфининг юқорилиги ва юк кўтариш қобилятининг пастлиги ҳисобланади. Ёғоч тўшамаларни 3 метргача узунликда ва яхлит ва панжарасимон кўринишларда тайёрланиши мумкин. Панжарасимон тўшамаларда ёғоч тахта оралиқлари энг камида 2 см оралиқ билан қўйилади.

Яхлит тўшамаларни бир қатламли яхлит ва икки қатламли қилиб тайёрланади. Кесишган тўшамаларнинг биринчи қатлам тахталари

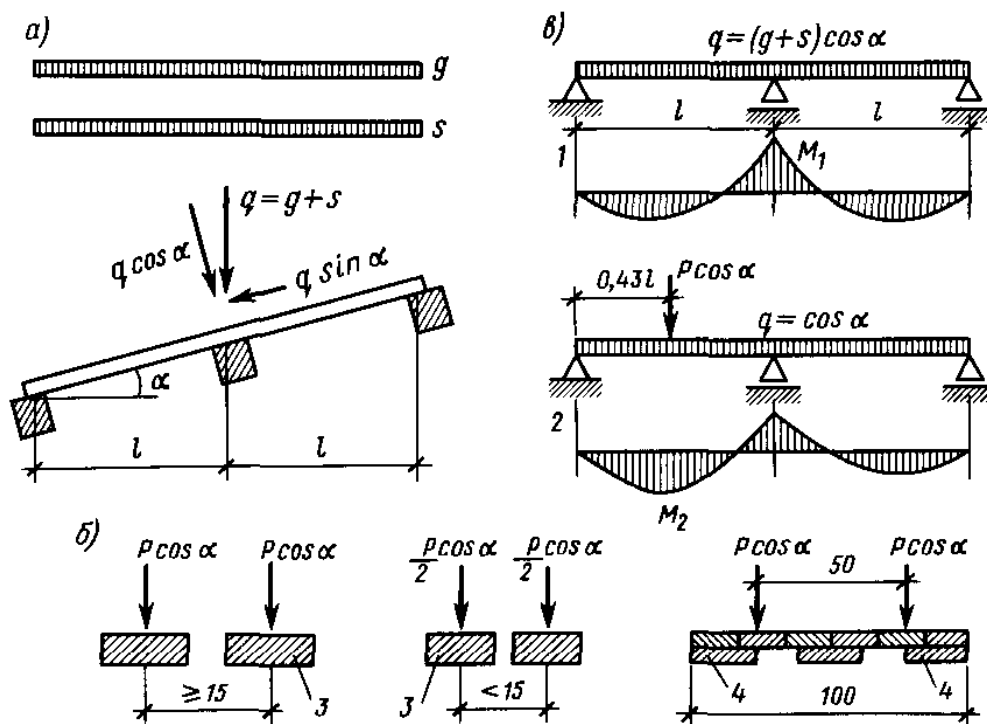
оралиқларини камида 2 см очик қолдирилади ва тепасига $45\div 60$ градус бурчак остида ҳимоя ёғоч қатлами михланади. Бунда биринчи қатлам тахтаси асосий ишчи қатлам ҳисобланади. Ҳимоя қатламидаги тахтанинг қалинлиги камида 16 мм ни, эни эса 100 мм ни ташкил қилади.

Ёғоч тўшамалар эгилишга меъёрий ва ҳисобий тарқалган ва тўпланган юкламалар бўйича ҳисобланади (4.2-расм). Тўшаманинг хусусий оғирлиги - иссиқлик сақлагич, том элементлари қалинликлари ва зичликлари орқали аниқланади, ҳамда бу юкламалар тўшама юзаси бўйича текис тарқалган ҳисобланади.

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

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

b_m - талаб қилинган тахтанинг эни.



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

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

Биринчи чегаравий ҳолатда қуйидаги формула ёрдамида:

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

иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

бўлмаган кадамларда, кўндаланг қобирғалар эса энг кўпи билан 1,5 метр масофада қўйилади. Қоплама сифатида қалинлиги 8 мм дан кичик бўлмаган фанералар ишлатилади.

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

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

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

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

Қўштавр кўринишидаги қутисимон плитанинг инерция моменти:

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

Қўштавр кесимининг қаршилик моменти, $W = 2J/h$; тавр кесим учун эса, $W_{\phi} =$

J/z_{ϕ} ва $W_{\bar{e}} = J/(h - z_{\bar{e}})$ га тенгдир. Фанера қопламани нейтрал ўққа

нисбатан статик моменти $S_{\zeta} b \delta (h - \delta/2)$ ёки $S_{\zeta} b \delta (z - \delta/2)$ га тенг.

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

$J_{\text{кел.}\bar{e}} = J_{\bar{e}} + J_{\phi} E_{\phi} / E_{\bar{e}}$ дан иборатдир ($E_{\bar{e}}$ қ 10000 МПа; E_{ϕ} қ 9000 МПа).

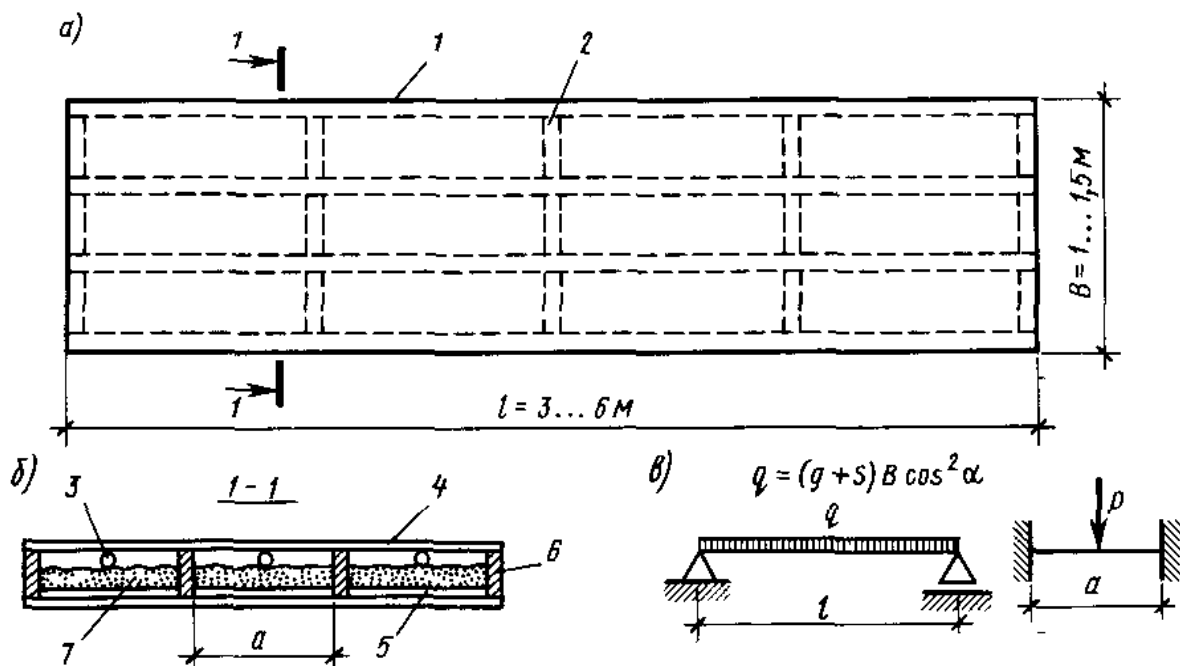
Елимфанерли плита кесимларини кетма-кет яқинлашиш орқали аниқла-ниши

мумкин. Бунда кесим баландлиги- $h = \frac{l}{300} l$ га, h -баландлиги; l -оралиғи.

Плита фанерасининг талаб қилинган қалинлигини қуйидаги формуладан аниқланади,

$$\delta = \frac{M}{0,6 \cdot b \cdot h \cdot R_{ф.с.}} \quad (4.7)$$

бу ерда: h -кесим баландлиги, $R_{ф.с.}$ -фанеранинг сиқилишга ҳисобий қаршилиги.



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

Юқори қопламанинг сиқилишга ва эгилишдаги устиворлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

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

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

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

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

Қуйи қопламанинг эгилишдаги чўзилиши қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

бу ерда : $R_{\phi.ч}$ - чўзилишдаги ҳисобий қаршилиқ ($R_{\phi.ч} = 13 \text{ МПа}$); m_{ϕ} қ0,6-фанеранинг бир-бирини бириктирилган чокларидаги заифликни ҳисобга оладиган коэффицент.

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

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

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

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

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

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

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

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

Плитанинг эгилиши қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

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

Ёғоч тўшамалар билан бир қаторда пластмасса тўшамалар ҳам кенг қўлланилади.

4.2-мисол. Икки қатламли кесишувчи тахтали иситиладиган том тўшамасининг кесимини танланг ва текширинг. Том қиялиги $i=1:4$, $\alpha=14^\circ$, $\sin \alpha=0,25$, $\cos \alpha=0,97$. Тўшама узунлиги $l=3\text{ м}$ ва у сарровларга таянади. Сарровлар қадами - $L=1,5\text{ м}$. Тўшамани устки ҳимоя тахтаси яхлит ва унинг кесими $b \times h=10 \times 16\text{ см}$ бўлиб ишчи тўшама қуйи тахтасига 45° бурчак остида михланган. Ишчи тўшама тахтасининг кесими ва қадамини аниқлаш керак. Тўшамага чизиқли тарқалган ва йиғилган юкламалар таъсир қилади. Уларнинг меъёрий ва ҳисобий қийматлари қуйидагига тенг:

хусусий оғирлиги - $g^m=0,7\text{ кН/м}$; $g=0,8\text{ кН/м}$;

қор юкламаси - $S^m=1,5\text{ кН/м}$; $S=2,4\text{ кН/м}$.

монтажчининг оғирлиги - $P=1,2\text{ кН}$.

Ечиш:

Ишчи тўшаманинг ҳисобий юзасининг эни $B=l\text{ м}$.

Тўшаманинг ҳисобий схемаси - икки ораликли қирқимсиз шарнирли таянган, ораликларини горизонтал проекцияси $l=a \cdot \cos \alpha=1,5 \cdot 0,97=1,45\text{ м}$ га тенгдир. Биринчи йиғма ҳисобий юкламалар сифатида хусусий оғирлик ва қор юкламалари олинади. Бу йиғма юкламалар тўшама узунлиги бўйича тенг тарқалган ва унинг қиймати қуйидагига тенг:

$$q=g+S=0,8+2,4=3,2\text{ кН/м}.$$

Эгилишдаги ёғочнинг ҳисобий қаршилиги $R_{\text{э}}=13\text{ МПа}$ га тенг.

Ўрта таянч кесимидаги ҳисобий эгувчи моментнинг қиймати,

$$M=\frac{q \cdot l^2}{8}=\frac{3,2 \cdot 1,45^2}{8}=0,84\text{ кН} \cdot \text{м}=0,00084\text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Талаб қилинадиган кесимнинг қаршилик моменти,

$$W_{\tau}=\frac{M}{R_{\text{э}}}=\frac{0,00084}{13}=65 \cdot 10^{-6}\text{ м}^3=65\text{ см}^3.$$

Тахта кесимини $b \times h = 10 \times 2,5 \text{ см}$ қабул қиламиз. Талаб қилинадиган l метр кенглик юзадаги тахта эни қуйидагига тенг,

$$B_r = \frac{6 \cdot W}{h^2} = \frac{6 \cdot 65}{2,5^2} = 62,5 \text{ см}.$$

Тахтани қўйиш қадами,

$$a = \frac{100 \cdot b}{B_r} = \frac{100 \cdot 10}{62,5} = 16 \text{ см}.$$

Тўшамани юк кўтариш қобилитини иккинчи йиғма ҳисобий юкламаларда (хусусий оғирлик - $q = g = 0,8 \text{ кН/м}$ ва монтажчи иккита одам оғирликлари - $P = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ кН}$) текшираамиз. Одамлардан тушадиган йиғма юк четки таянчдан $a = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625 \text{ м}$ масофада қўйилган. Максимал эгувчи момент йиғма юк қўйилган кесимда ҳосил бўлади:

$$M = 0,07ql^2 + 0,21Pl = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,00086 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Йиғма юкни қисқа вақт таъсир қилишини ҳисобга олган ҳолда эгилишдаги ҳисобий қаршилиқ - $R_{\text{э}} = R \cdot m_H = 13 \cdot 1,2 = 15,6 \text{ МПа}$.

Кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00086}{65 \cdot 10^{-6}} = 14,9 \text{ МПа} < R_{\text{э}} = 15,6 \text{ МПа}.$$

Биринчи йиғма меъёрий юкламаларда эгилишни текшираамиз,

$$q^{\text{м}} = g^{\text{м}} + S^{\text{м}} = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ кН/м} = 0,0022 \text{ МН/м}$$

$$\text{Инерция моменти} - J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{62,5 \cdot 2,5^3}{12} = 81 \text{ см}^4 = 81 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Ёғочнинг эластиклик модули - $E = 10^4 \text{ МПа}$

$$\text{тўшамани нисбий эгилиши} - \frac{f}{l} = \frac{2,13}{384} \frac{q^{\text{м}} l^3}{EI} = \frac{2,13}{384} \frac{0,0022 \cdot 1,45^3}{10000 \cdot 81 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{316} < \frac{1}{150};$$

4.3 - мисол. Қутисимон елимфанерли иссиқ том тўшама плитаси кесимини танлансин ва текширилсин. Плита узунлиги $L = 6 \text{ м}$, кенлиги $B = 1,5 \text{ м}$, иккита фанера қопламалари, тўртта бўйлама ва бешта кўндаланг қобирғалари бор. Плитанинг чеккалари елимланган ёғоч тўсинларга таянади ва текис тенг тарқалган ҳамда йиғма юкламаларни кўтаради:

хусусий оғирлик ва қор юкламаларидан: меъёрий ва ҳисобий,

$$q^m = 2,5 \text{ кН/м}, \quad q = 3,2 \text{ кН/м};$$

одамдан тушадиган юклама: меъёрий ва ҳисобий, $P^m = 1,0 \text{ кН}$, $P = 1,2 \text{ кН}$.

Ечиш:

Бўйлама қобирғаларни кесимини олдиндан $b \times h = 4 \times 18 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. Плитани ҳисобий схемаси - бир оралиқли шарнирли таянган тўсин ва ҳисобий узунлиги: $l = 6 - 0,05 = 5,95 \text{ м}$ га тенг.

Юқори қопламасининг ҳисобий схемаси - бир оралиқли 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:

$$\text{Эгувчи момент, } M = \frac{P \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 5,95^2}{8} = 14,16 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,01416 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$$\text{Қирқувчи куч, } Q = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{3,2 \cdot 5,95}{2} = 9,52 \text{ кН} = 0,00952 \text{ МН}.$$

Юқори қопламадаги маҳаллий эгувчи момент:

$$M_1 = \frac{P \cdot l_1}{8} = \frac{1,2 \cdot 0,45}{8} = 0,0675 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,0675 \cdot 10^3 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Фанера қопламасининг талаб қилинадиган қалинлиги

$$\delta_r = \frac{M}{0,6 \cdot B \cdot h_0 \cdot R_{\phi.c}} = \frac{0,01416}{0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 \cdot 12} = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ см}$$

$$\text{бу ерда: } h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}.$$

Фанера қопламаларини бир хил $\delta = 1 \text{ см}$ қалинликда олинади. Плита кесимининг геометрик характеристикаларини аниқлаймиз:

- қопламанинг ҳисобий кенглиги, $b = 0,9 \cdot 150 = 135 \text{ см}$;
- бўйлама қобирғаларини умумий кесими, $b_k \cdot h_k = 4 \cdot b \cdot h = 4 \cdot 4 \cdot 18 = 288 \text{ см}^2$;
- кесимнинг умумий баландлиги $h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19 \text{ см} = 0,19 \text{ м}$;
- кесим нейтрал ўқининг ҳолати, $Z = h/2 = 20/2 = 10 \text{ см}$.

$$\begin{aligned} \text{Кесимнинг инерция моменти, } J &= J_{\phi} + J_{\epsilon} = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta/2)^2 \cdot 2 + b_k \cdot h_k^3 / 12 = \\ &= 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2)^2 + 16 \cdot 18^3 / 12 = 3214,4 \text{ см}^4 = 0,0032144 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

$$\text{Кесимнинг қаршилик моменти, } W = J/0,5 \cdot h = 0,0032144/0,5 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ м}.$$

Нейтрал ўққа нисбатан қопламанинг статик моменти,

$$S = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta / 2) = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1 / 2) = 1282,5 \text{ см}^3 = 0,001282 \text{ м}^3.$$

$B=I$ м ҳисобий кенгликдаги қоплама кесимининг қаршилик моменти:

$$W_{\phi} = \frac{b \cdot \delta^2}{8} = \frac{100 \cdot 1^2}{8} = 12,5 \text{ см}^3 = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$R_{\phi.c} = 12 \text{ МПа}$ - фанеранинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.k} = 14 \text{ МПа}$ - фанеранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.э} = 6,5 \text{ МПа}$ - фанеранинг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги;

$R_{\phi.ер}$ - фанеранинг ёрилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Плитани юқори қопламасини юк кўтариш қобилиятини эгилишда, сиқилишда ва устиворликка текширилади (*нисбат* $a/\delta = 18/1 = 18$ *га тенг бўлади*).

Устиворлик коэффиценти - $\varphi = 1 - [(a/\delta)^2 / 5000] = 1 - [18^2 / 5000] = 0,94$

$$\text{Кучланиш} - \sigma = \frac{M}{W \cdot \varphi} = \frac{0,01416}{0,006 \cdot 0,94} = 2,51 \text{ МПа} < R_{\phi.c}.$$

Қуйи қопламани чоклари билан заифлашганини ҳисобга олган ҳолдаги чўзилишдаги юк кўтариш қобилиятини текширамыз: $b = b_k = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м}$;

$$\tau = Q \cdot S / (J \cdot b) = 0,00952 \cdot 0,001282 / (0,00032144 \cdot 0,16) = 0,24 \text{ МПа} < R_{\phi.ер}.$$

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?

У БОБ ЁҒОЧ ТЎСИН ВА УСТУНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИХАЛАШ

5.1. Ёғоч тўсин конструкцияларини кўндаланг эгилишга ҳисоблаш

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

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

Мисол тариқасида учта тўсинни кўриб чиқайлик:

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

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

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

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

Эгилиш ҳолатида тўсин чап таянчидаги кесим φ - бурчакка бурилади.

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

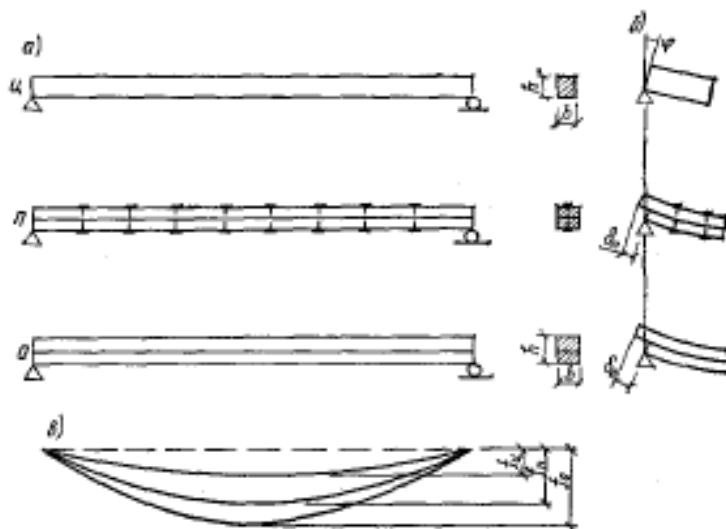
Эгилиш ҳолатида, таянч кесимда φ_i - бурчакка бурилиш ва δ_i - масофага кўчиш юз беради.

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

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

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

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



5.1-расм. Кўндаланг эгилишга ишловчи тўсинлар. Б - бутун кесимли; Й - мойил боғланишдаги таркибий кесимли; О- боғловчиларсиз таркибий кесимли; а-тўсинни умумий кўриниши; б-юклама таъсирида тўсин таянчидаги деформация; в- юклама таъсиридаги тўсиннинг эгилиши.

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

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

Юқоридаги тенгсизликларга асосланган ҳолда, мойил боғланишлардаги таркибий кесимли тўсиннинг геометрик характеристикаларини ($I_{\bar{y}}, W_{\bar{y}}, f_{\bar{y}}$) аниқлаймиз. $I_{\bar{y}} = K_{\text{бикрлик}} \cdot I_{\bar{o}}$, бу ерда: $K_{\text{бикрлик}}$ - 1 дан $I_0/I_{\bar{o}}$ гача бўлган қийматларни олади. Масалан: иккита брус учун, $I_0/I_{\bar{o}} = 0,25$ га тенг.

Йиғма таркибли тўсиннинг қаршилик моменти:

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

Мойил боғланишлардаги таркибли тўсиннинг солқилигини қуйидаги формуладан аниқланади:

$$f_{\bar{y}} = \frac{f_{\bar{o}}}{K_{\text{бикр}}} = k \frac{P_{\text{м}} \cdot l^3}{E \cdot I_{\bar{o}} \cdot K_{\text{бикр}}} \leq f_{\text{чегаравий}}, \quad P_{\text{м}} = q_{\text{м}} \cdot l. \quad (5.6)$$

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

$$\sigma_{\text{эз}} = M / (W_{\bar{o}} \cdot K_{\text{w}}) \leq R_{\text{эз}} \quad (5.7)$$

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

Боғловчиларнинг сонини аниқлаётганда иккита шартга риоя қилинади:

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

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

2. Таянч яқинидаги боғловчилар ортиқча юкланмаган бўлиши керак:

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

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

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

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

Бўйлама эгилишда чокдаги силжиш, кўндаланг эгилишдагига нисбатан кичикдир.

Бўйлама эгилишда кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

Бу ерда: σ_c - нормал кучланиш; N - бўйлама куч; φ - бўйлама эгилиш коэффициенти;

$A_{\text{хис}}$ - ҳисобий кўндаланг кесим юзаси; R_c - сиқилишдаги ҳисобий қаршилиқ.

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

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

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

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

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

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

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

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

Бу ҳолатда нормал кучланишлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

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

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

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

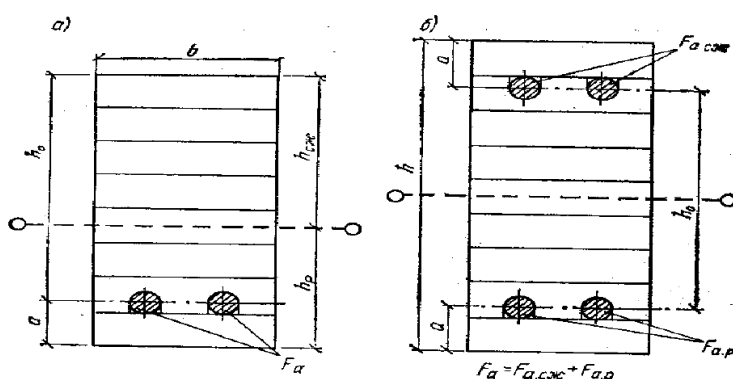
Солқилигини қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

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

5.2. Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш



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

Чўзилиш ва сиқилиш зоналарига қўйилган арматураларни умумий арматуралар кўндаланг кесим юзаларининг йиғиндиси (5.2-расм):

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

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

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

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

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

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

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

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

Якка арматуралашда келтирилган инерция моменти:

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

бу ерда: $I_{\text{ёғоч}} = b \cdot h^3 / 12$ - ёғочнинг ҳисобий инерция моменти; μ - арматуралаш фоизи.

Қўш симметрик арматуралашда ёғочга келтирилган кўндаланг кесимнинг қаршилиқ моменти:

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

якка арматуралашда:

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

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

Нормал кучланишлар:

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

Уринма кучланишлар:

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

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

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

Солқилиқ - эгилиш:

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

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

5.1-мисол. Тахталардан елимланиб, пўлат стерженлар билан арматураланиб тайёрланувчи тўсинни ҳисоблаш талаб этилади:

Тўсин оралиғи 6,75 м, қадами – 5,4 м. Материаллар - намлиги 12%ли қарағай тахтаси, синтетик елим ва А – II синфли пўлат арматура. Қурилиш жойи – Таллинн ш. Том конструкциялари оғирлигидан тўсинга таъсир этувчи юк $g^n=169$ Н/м.

Статик ҳисоб

Тўсинга тарсир этувчи юкларни аниқлаймиз:

Доимий юк: $g^H = 31 \text{ Н/м}^2$; $g = 34 \text{ Н/м}^2$.

Қор юки: $P_{CH}^n = 700 \text{ Н/м}^2$, $P_{CH} = 980 \text{ Н/м}^2$.

Тўсиннинг хусусий оғирлиги:

$$g_{ce}^n = \frac{31 + 700}{\frac{1000}{5 \cdot 6,75} - 1} = 26 \text{ Н/м}^2;$$

$$g_{ce} = 26 \cdot 1,1 = 29 \text{ Н/м}^2.$$

Тўсинга таъсир этувчи тўлиқ юк:

$$g^H = (31 + 26 + 700) \cdot 5,4 = 4088 \text{ Н/м};$$

$$g = (34 + 29 + 980) \cdot 5,4 = 5632 \text{ Н/м}.$$

Тўсиннинг кесимларида ҳосил бўлувчи энг катта зўриқишларни аниқлаймиз:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_p^2}{8} = \frac{5632 \cdot 6,45^2}{8} = 29300 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$Q_{\max} = \frac{q \cdot l_p}{2} = \frac{5632 \cdot 6,45}{2} = 18160 \text{ Н}.$$

Конструктив ҳисоб

Ҳисоблашларни соддалаштириш учун пўлат арматуранинг кесим юзасини $n = \frac{E_a}{E_d}$ - пўлат арматура ва ёғочнинг эластиклик модуллари нисбати

ва арматуралаш коэффициенти $\mu = \frac{F_a}{bh}$ кўрсаткичлар воситасида ёғоч кесимга келтириб – «алмаштириб» олинади.

Кесимнинг геометрик характеристикалари:

$$F_{np} = b \cdot h(1 + n\mu) - \text{келтирилган кесимнинг юзаси};$$

$$J_{np} = \frac{b \cdot h^3}{12}(1 + 3n\mu) - \text{инерция моменти};$$

$$S_{np} = \frac{b \cdot h^2}{8}(1 + 2n\mu) - \text{статик моменти},$$

бу ерда: $n = \frac{E_a}{E_d}; \quad \mu = \frac{F_a}{bh}$ - арматуралаш коэффициенти ($\mu = 0,01 - 0,03$).

Тўсин кесимини дастлабки ҳисоблар учун $b \times h = 120 \times 720$ см оламиз.

Арматураланган тўсин кесимининг талаб этилувчи баландлиги:

$$h = \sqrt[3]{\frac{12J}{1 + 3n\mu}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 370000}{1 + 3 \cdot 21 \cdot 0,01}} = 61 \text{ см};$$

бу ерда: $n = \frac{2,1 \cdot 10^6}{10^5} = 21; \quad J = \frac{12 \cdot 72^3}{12} = 370000 \text{ см}^4.$

Қабул қиламиз: $h = 4,5 \cdot 13 = 58,5$ см, у ҳолда

келтирилган кесимнинг инерция моменти:

$$J_{np} = \frac{12 \cdot 58,5 \cdot (1 + 3 \cdot 21 \cdot 0,01)}{12} = 326000 \text{ см}^4.$$

Кучланишларни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{M(h/2)}{J_{np} \cdot m_b} = \frac{29300 \cdot 58,5(100)}{326000 \cdot 2 \cdot 1,07} = 246 \text{ Н/см}^2 < R_u = 1400 \text{ Н/см}^2;$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{np}}{J_{np} \cdot b} = \frac{18160 \cdot 7300}{326000 \cdot 12} = 34 \text{ Н/см}^2 < R_{ck} = 160 \text{ Н/см}^2;$$

бу ерда: $S_{np} = \frac{12 \cdot 58,5^2}{8}(1 + 2 \cdot 21 \cdot 0,01) = 7300 \text{ см}^3$ - келтирилган кесимнинг статик моменти.

Тўсиннинг устиворлигини текшираимиз:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_m \cdot W_{np}} = \frac{2930000}{0,93 \cdot 11145} = 283 \text{ Н/см}^2 < R_u = 1400 \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда: $\varphi_m = 0,93$; $W_{np} = \frac{J_{np}}{h/2} = \frac{326000}{58,5/2} = 11145 \text{ см}^3$

Тўсиннинг салқилиги:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l_p^4}{E_d \cdot J_{np}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,088 \cdot 645^4}{10^5 \cdot 326000} = 0,28 \text{ см};$$

$$\frac{f}{l} = \frac{0,28}{645} = \frac{1}{2300} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300},$$

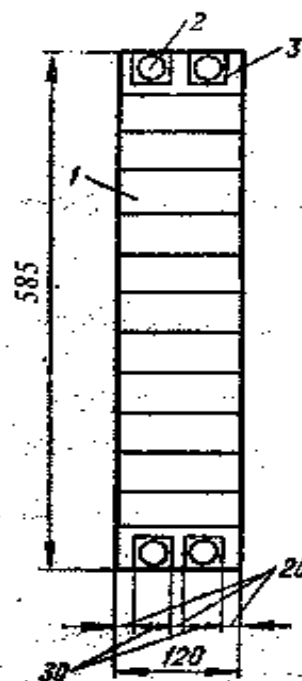
демак, тўсиннинг бикрлиги таъминланган.

Пўлат арматура юзаси:

$$F_a = \mu F_d = 0,01 \cdot 12 \cdot 58,5 = 7,02 \text{ см}^2,$$

қабул қиламиз: 4 Ø16 А-II, $F_a = 8,04 \text{ см}^2$.

Тўсин арматураси кесимда симметрик ҳолда махсус очилган ариқчаларга эпоксид елими воситасида ўрнатилади (4.3-расм). Арматуралаш натижасида тўсинни тайёрлашда $0,11 \text{ м}^3$ ёғоч-тахта тежалади



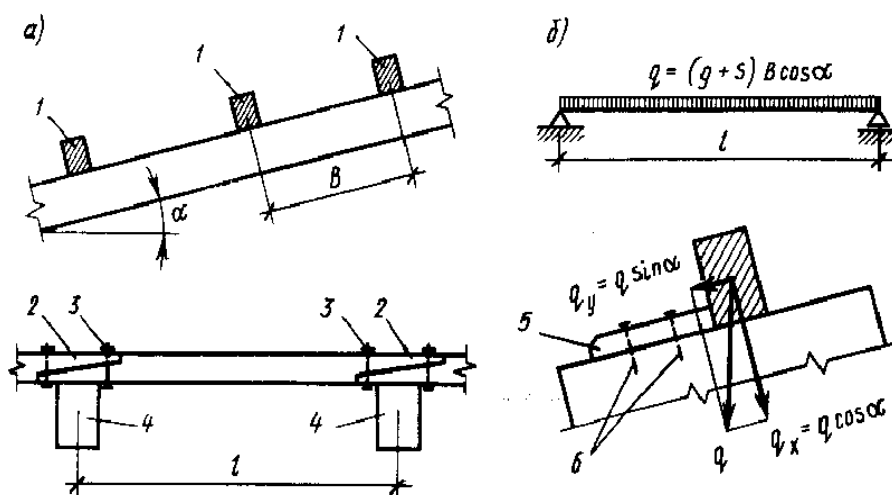
5.3-расм. Арматураланган тўсиннинг кўндаланг кесими: 1-тахталар; 2-2Ø16 А-II; 3-эпоксид елими.

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 оралиқларда ишлатилади. Ёғоч тўсинлар том ёпма тўшамалари учун асосий юк кўтарувчи конструкциялар ҳисобланади. Тўсинлар 3 метргача бўлган қадамларда қўйилади. Тўсинлар эгилишга ишлайди ва улар биринчи ҳамда иккинчи чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Тўсинларга тенг текис тарқалган юкламалар таъсир қилади (32-расмга қаралсин).

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Кесимнинг қаршилик ва инерция моментларини қуйидаги формулалар

ёрдамида аниқланади:

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

$M_x, M_y, W_x, W_y, J_x, J_y, f_x, f_y$ - эгувчи, қаршилик ва инерция моментларини ҳамда эгилишларнинг x ва y ўқлари бўйича ташкил этувчилари; b - кесим эни; h - кесим баландлиги; α -қиялик бурчаги q - ҳисобий юклама; q_m - меъёрий юклама; $q=q_m \cdot \gamma$,

бу ерда: γ -ишонччилик коэффициенти: $\gamma=1,1 \div 1,3$ -доимий юкламалар учун; $\gamma=1,4 \div 1,6$ - вақтинчалик юкламалар учун олинади.

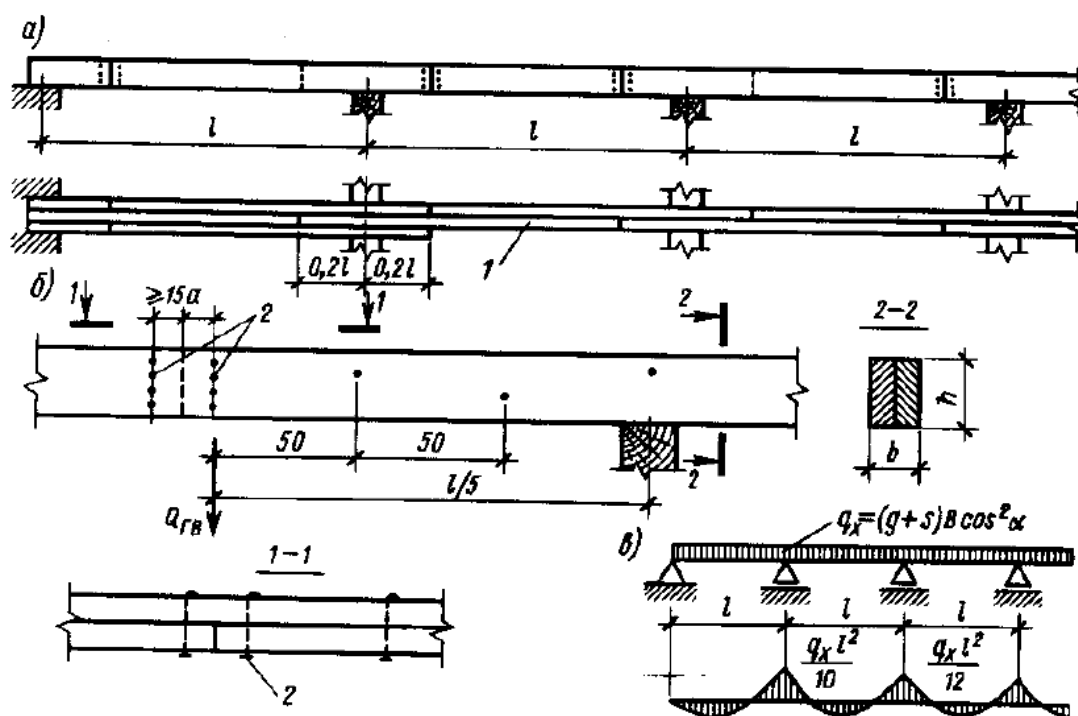
Яхлит кесимли тўсинларни узунлиги кичкина b м гача бўлганлиги учун асосан алоҳида битта - узлукли тўсин сифатида оралиқларда ишлатилади.

Амалиётда эса кўпроқ узлуксиз тўсинлар ишлатилади. Улар иқтисодий жиҳатдан арзон тушади. Ёғоч тахта михли тўсинлар шулар жумласига киради (5.5-расм).

Мустаҳкамликка нормал кучланишлар бўйича ҳисобланади:

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

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



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

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

бу ерда: q_x , q_M - ҳисобий ва меъёрий ташқи юкламалар; M - эгувчи момент; кўндаланг кесимнинг 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 оралиқларда самарали ҳисобланади. Консол тўсинларда икки хил бириктириш-улаш натижасида тенг моментли ёки тенг солқили ечимларни олиш мумкин бўлади. Тенг моментли тўсинда, чокни таянчдан $0,15l$ масофада қўйилади ва четки оралиқлар $0,85 \cdot l$ га кичрайтирилади. Бунда таянч ва оралиқларда $M = ql^2/16$ га тенг эгувчи момент ҳосил бўлади. Энг катта нисбий солқилик,

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

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

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

5.2- мисол. Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган бир ораликли шарнир таянчли тўсиннинг кўндаланг кесими аниқлансин. Тўсиннинг узунлиги $l = 4,5\text{ м}$ ва тўсинга текис тенг тарқалган $g^M = 1,5\text{ кН/м}$ ($g^{xuc} = 1,65\text{ кН/м}$) чизиқли юклама таъсир қилади.

Ечиш:

Кўндаланг кесимни мустаҳкамлик шарти бўйича танлаймиз. Эгилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{\text{э2}} = 13\text{ МПа}$ га тенг. Ҳисобий юкламадан ҳосил бўладиган эгувчи моментнинг қийматини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{1,65 \cdot 4,5^2}{8} = 4,17\text{ кН} \cdot \text{м} = 0,00417\text{ МН} \cdot \text{м}$$

Талаб қилинадиган кўндаланг кесимнинг қаршилик моменти.

$$W_T = \frac{M}{R_{\text{э2}}} = \frac{0,00417}{13} = 321 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 321\text{ см}^3$$

Агар кўндаланг кесимни энини $b = 10\text{ см}$ га тенг деб олсак, у ҳолда кўндаланг кесимнинг баландлиги

$$h_T = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 321}{10}} = 13,88\text{ см}$$

Кўндаланг кесим ўлчамларини $b \times h = 10 \times 15\text{ см}$ қабул қиламиз.

Қабул қилинган ўлчамлар орқали кўндаланг кесимнинг 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 текшираамиз: $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00417}{375 \cdot 10^{-6}} = 11,12\text{ МПа} < R_{\text{э2}}$

Эгилишни текшириб кўрамыз. Кўндаланг кесимнинг инерция моменти:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2821 \text{ см}^4 = 2821 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Эластиклик модули - $E = 10^4 \text{ МПа}$ га тенг.

Нисбий эгилиш - $\frac{f}{l}$ ни аниқлаймиз:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^3}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 2821 \cdot 10^{-8}} = 0,0063 < \left[\frac{f}{l} \right]$$

Рухсат этиладиган нисбий эгилиш

$$\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ га тенг.}$$

$0,0063 > 0,005$ бу тенгсизликдан кўриниб турибдики, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича мустаҳкамлик шarti бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштирамыз: $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ деб қабул қилайлик.

У ҳолда

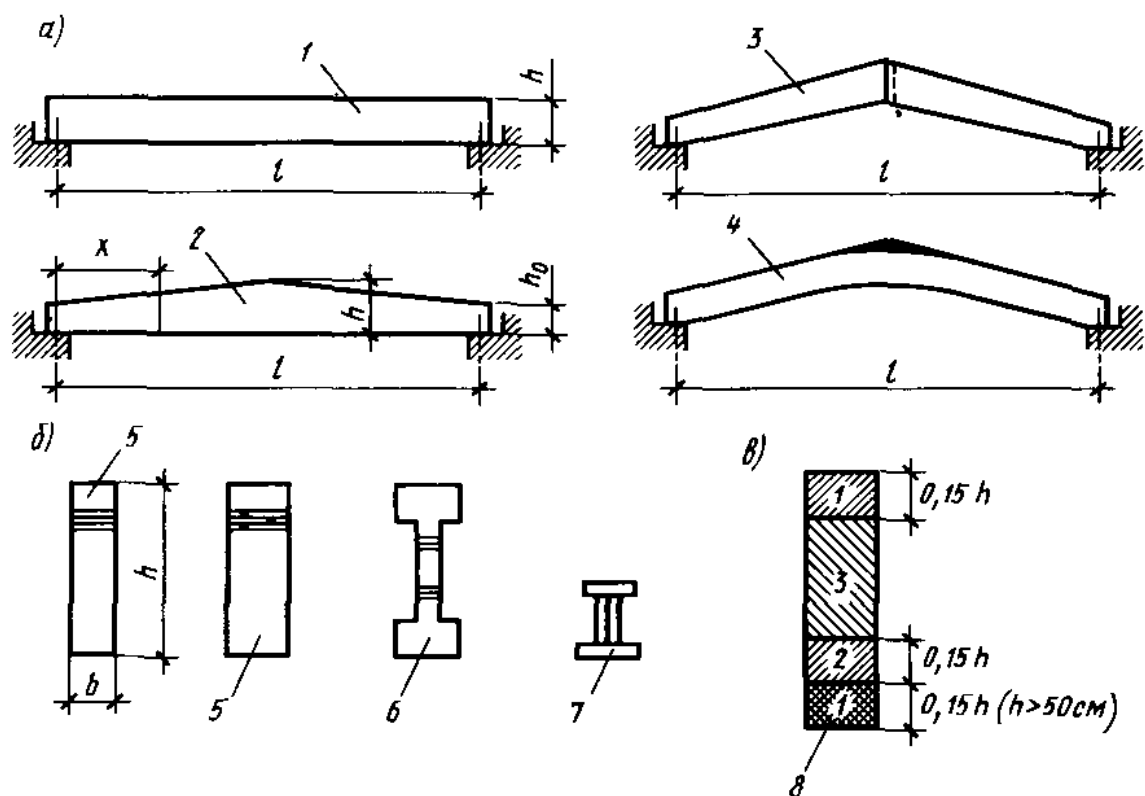
$$J = \frac{12 \cdot 18^3}{12} = 5832 \text{ см}^4 = 5832 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 5832 \cdot 10^{-8}} = 0,003 < 0,005$$

Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича шарт бажарилди. Демак, танланган кўндаланг кесим ўлчами $b \times h = 12 \times 18 \text{ см}$ тўғри танланган.

5.4. Елимланган ёғоч тўсинлар

Елимланган ёғоч тўсинлар - сувга чидамли синтетик елим билан тахталарни елимлаш орқали завод шароитида қарағай ёки қора қарағай ёғочларидан тайёрланади (5.6-расм). Қўллаш оралиғининг энг мақбул қиймати-24 метргача. Хорижий мамлакатларда 30 метргача бўлган оралиқларда ҳам елимланган ёғоч тўсинлар қўлланилган ҳолатлари мавжуд.



5.6- расм. Елимланган ёғоч тўсинлар: а-тўсин турлари; б-тўсинларнинг кесим шакллари; в-тўсинларда қўлланилган тахта навлари; 1-текис тўсин, 2-қўшнишабли тўсин, 3-қўшнишабли уланган тўсин, 4-эгиб елимланган тўсин, 5-тўғри тўртбурчак кесим, 6-қўштавр кесим, 7-рельссимон тўсин, 8-тахта навлари.

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

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

бу ерда: m_6 - кўндаланг кесимнинг баландлиги қийматини ўзгариши ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент; $m_{и.ш.}$ - елимланадиган ёғочларнинг қалинлиги ҳисобига мустаҳкамликни ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент.

m_6 - коэффициентни қиймати 1 дан 0,8 гача ўзгаради; уларнинг қийматлари қуйидаги жадвалларда келтирилган.

5.1-жадвал. m_6 -кесимни баландлигига боғлиқ бўлган коэффициент

h	50 ва ундан кичик	60	70	80	100	120 ва ундан катта
m_6	1	0,96	0,93	0,9	0,85	0,8

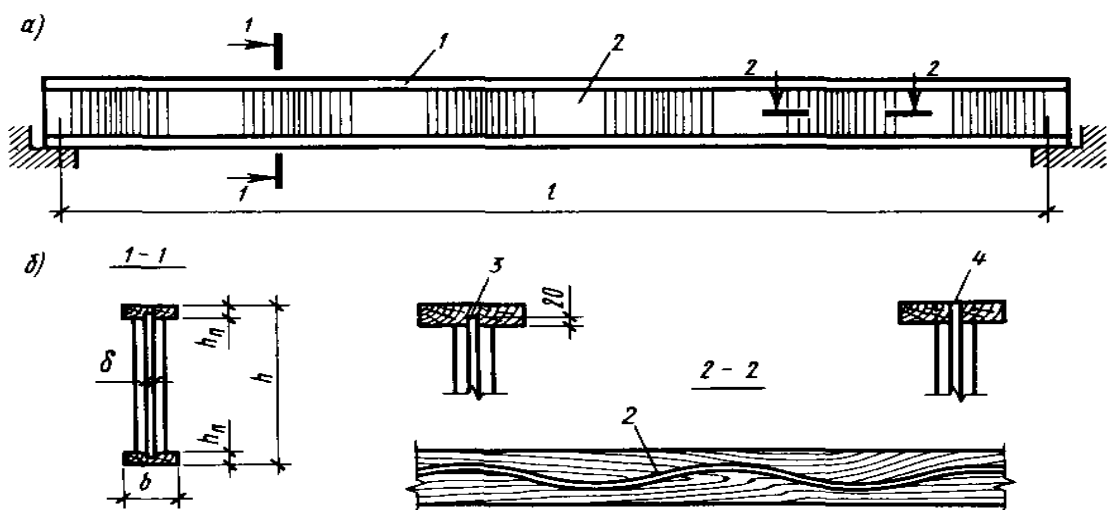
5.2-жадвал. $m_{и.ш.}$ –тўсинни ишлаш шароитига боғлиқ бўлган
коэффициент

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

Елимланган фанерали тўсинлар - фанера девор, ёғоч белбоғ ва қобирғалардан ташкил топади. Елимланган фанерли тўсинлар икки турга бўлинади: қобирғали ва тўлқинсимон деворли (5.6-расм).

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

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



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

5.3-мисол. Тахталардан елимлаб тайёрланувчи тўсинни ҳисоблаш талаб этилади. Тўсин таянчлари орасидаги масофа $\ell=6,75$ м, тўсин қадами $B=5,4$ м (5.7-расм). Қурилиш жойи – Фарғона ш. Материаллар - қарағай тахталари ва синтетик елим. Том конструкциялари оғирлигидан тўсинга таъсир этувчи меъёрий юк $g^n = 169$ н/м.

Тўсиннинг статик ҳисоби

Тўсинга таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз.

Том конструкциялари оғирлигидан:

$$g^n = \frac{169}{5,4} = 31 \text{ Н/м}^2; \quad g = g^n \cdot 1,1 = 31 \cdot 1,1 = 34 \text{ Н/м}^2.$$

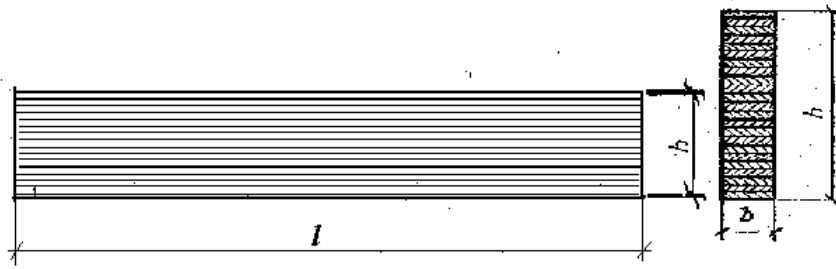
Қор юки:

$$P_{cn}^n = 1000 \text{ Н/м}^2; \quad P_{cn} = P_{cn}^n \cdot 1,4 = 1400 \text{ Н/м}^2.$$

Тўсиннинг хусусий оғирлиги:

$$g_{cm}^H = \frac{q^H + P_{cn}^H}{\frac{1000}{k_c \cdot b \cdot l} - 1} = \frac{31 + 1000}{\frac{1000}{5 \cdot 6,75} - 1} = 36 \text{ Н/м}^2;$$

$$g_{cm} = 36 \cdot 1,1 = 40 \text{ Н/м}^2.$$



5.8-расм.

Тўлиқ юк:

$$q^H = (31 + 36 + 1000) \cdot 5,4 = 6762 \text{ Н / м};$$

$$q = (34 + 40 + 1400) \cdot 5,4 = 7960 \text{ Н / м}.$$

Эгувчи момент ва кўндаланг кучнинг $M_{\max}$ ва $Q_{\max}$ қийматларини топамиз:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_p^2}{8} = \frac{7960 \cdot 6,45^2}{8} = 41400 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$Q_{\max} = \frac{q \cdot l_p}{2} = \frac{7960 \cdot 6,45}{2} = 25670 \text{ м}.$$

бу ерда: $l_p = l - 2\delta = 6,75 - 2 \cdot 0,15 = 6,45 \text{ м}$ - тўсиннинг ҳисобий оралиғи.

Тўсиннинг конструктив ҳисоби

Тўсин кесимининг тақрибий ўлчамлари:

$$h = \frac{l_p}{12} = \frac{645}{12} = 54 \text{ см};$$

$$b = \frac{h}{6} = \frac{54}{6} = 9 \text{ см};$$

қабул қиламиз: $b \times h = 100 \cdot 585 \text{ мм}$.

Кесимнинг геометрик характеристикаларини ҳисоблаб топамиз:

инерция моменти: $J = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \cdot 58,5^3}{12} = 166834 \text{ см}^4;$

статик моменти: $S = \frac{bh^2}{8} = \frac{10 \cdot 58,5^2}{8} = 4277 \text{ см}^3;$

қаршилик моменти: $W = \frac{bh^2}{6} = \frac{10 \cdot 58,5^2}{6} = 5703 \text{ см}^3.$

Тўсин кесимларидаги энг катта кучланишларни қуйидаги формулалар бўйича текширамиз:

$$\sigma = \frac{M}{W \cdot m_b} \leq R_u; \quad \tau = \frac{Q \cdot S_{bp}}{J_{bp} \cdot b} \leq R_{ck},$$

бу ерда: $m_b=1,06$ – кесим ўлчамларини ҳисобга олувчи тузатиш коэффициенти.

Ҳисоблаймиз:

$$\sigma = \frac{4140000}{5703 \cdot 1,06} = 684 \text{ Н/см}^2 < R_u = 1400 \text{ Н/см}^2;$$

$$\tau = \frac{25670 \cdot 4277}{166834 \cdot 10} = 66 \text{ Н/см}^2 < R_{ck} = 150 \text{ Н/см}^2.$$

Тўсиннинг устиворлигини қуйидаги формула бўйича текширамыз:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_M \cdot W_{bp}} = \frac{4140000}{0,97 \cdot 5703} = 748 \text{ Н/см}^2 < R_c = 1400 \text{ Н/см}^2$$

бу ерда: $\varphi_M = 140 \frac{b^2}{l_p^3 h} K_\phi = 140 \frac{10^2}{215 \cdot 58,5} 1,13 = 0,97;$

$$l_p^c = \frac{l_p}{3} = \frac{645}{3} = 215 \text{ см};$$

$K_\phi = 1,13$ -эгувчи момент эпюраси шаклини ҳисобга олувчи коэффициент – жадвал).

Тўсиннинг устиворлиги таъминланган.

Тўсиннинг салқилигини аниқлаймиз:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l_p^4}{E \cdot J} = \frac{5}{384} \cdot \frac{5,762 \cdot 645^4}{10^5 \cdot 166834} = 0,8 \text{ см};$$

$$\frac{f}{l} = \frac{0,8}{645} = \frac{1}{806} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300},$$

демак, тўсиннинг салқилиги ҚМҚ да белгиланган чегаравий қийматдан ошмас экан.

Тўсин кесимида устки ва остки 2 тадан тахта I навли, ўрта қисмидаги 9 та тахта эса II навли қарағай ёғочидан тайёрланади.

5.4-мисол. Трапециясимон икки нишабли елимланган ёғоч тўсиннинг кўндалаланг кесими танлансин. Тўсин оралиғи - $l=12\text{м}$, том қиялиги -

$i = 1:12$. Тўсинга тушадиган меъёрий юклама - $q'' = 10 \text{ кН/м}$; ҳисобий юклама - $q = 15 \text{ кН/м}$.

Ечиш:

Ёғочнинг ҳисобий қаршиликлари, $R_{эс} = 15 \text{ МПа}$; $R_{еп} = 1,5 \text{ МПа}$

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

$$h_T = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot b \cdot R_{еп}} = \frac{3 \cdot 0,078}{2 \cdot 0,17 \cdot 1,5} = 0,5$$

b - тўсин эни, $b = 17 \text{ см}$;

$R_{еп} = 1,5 \text{ МПа}$;

Q - қирқувчи куч, $Q = 0,078 \text{ кН}$.

Ораликни ўртасидаги баландлиги:

$$h = h_T + \frac{l}{2 \cdot 12} = 0,5 + \frac{12}{24} = 1 \text{ м}.$$

Энг хавфли кесим таянчдан x масофада жойлашган,

$$x = \frac{l \cdot h_T}{2 \cdot h} = \frac{12 \cdot 0,5}{2 \cdot 1} = 3 \text{ м}.$$

Хавфли кесимдаги эгувчи моментнинг қиймати,

$$M = q \cdot x \cdot (1 - x) / 2 = 15 \cdot 3(12 - 3) : 2 = 202,5 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,2025 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

хавфли кесимдаги баландлик,

$$h_x = h_T + (h - h_T)2 \cdot x / l = 0,5 + (1 - 0,5)2 \cdot 3 / 12 = 0,75 \text{ м}.$$

Хавфли кесимнинг қаршилик моменти,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,17 \cdot 0,75^2}{6} = 0,016 \text{ м}^3.$$

Кесим баландлиги ва елимланган қатлам қалинлиги коэффициентлари - $m_{\sigma} = 0,915$ ва $m_{\kappa} = 1,05$.

Ҳисобий қаршилик:

$$R = R_{эс} \cdot m_{\sigma} \cdot m_{\kappa} = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 = 14,4 \text{ МПа}.$$

Кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,2025}{0,016} = 12,656 \text{ МПа} < R = 14,4 \text{ МПа}.$$

Энди тўсиннинг кесимини иккинчи чегаравий ҳолат бўйича эгилишини текшираимиз:

$$q^m = 10 \kappa H / m; \quad b \times h = 17 \times 100 \text{ см}^2;$$

$h_T = 0,5 \text{ м}$ - 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,

$$f_0 = \frac{5}{384} \frac{q^m \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,01 \cdot 12^4}{10^4 \cdot 0,014} = 0,019 = 1,9 \text{ см}.$$

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 - $l_\kappa = 1,2 \text{ м}$ га тенг.

$$l_\kappa < \frac{70 \cdot b^2}{l} = \frac{70 \cdot 0,17^2}{1} = 2,023 \text{ м}.$$

Тўсиннинг кўндаланг кесими, елимланган ёғочни ёрилиш шартидан келиб чиққан ҳолда аниқланади ва у нормал кучланишлар бўйича ҳамда бикрлик бўйича қўшимча мустаҳкамликка эгадир.

5.5-мисол. Параллел белбоғли фанерали елимланган қобирғали тўсинни ҳисоблаш талаб этилади (4.4-расм). Тўсин таянчлари оралиғи – 4,5 м, қадами 6 м. Тўсинга ёпма панелларидан, том конструкцияларидан, хусусий оғирлигидан ва қор юкидан ҳосил бўлувчи юклар таъсир этади. Тўсин қарағай тахталари (намлиги 12 %), ФСФ фанераси ва резорцин-формалрдегидли елим воситасида тайёрланади. Тўсин кесимини қўштавр кўринишида оламиз. Кесим токчалари эни 100 мм ли рандаланган тахталардан ташкил топади, девори эса – 1 қават фанерадан тайёрланади. Тўсин 1:10 қияликда бир томонлама нишабли қилиб тайёрланади. Қор юкнинг меъёрий қиймати $P_{сн}^n = 1500 \text{ Н/м}^2$.

Юкларни ҳисоблаш.

Том конструкциялари оғирлигидан:

$$g^n = 570 \text{ Н/м}^2; \quad g = 690 \text{ Н/м}^2.$$

Тўсиннинг хусусий оғирлигидан:

$$g_{св}^n = \frac{g^n + P^n}{\frac{1000}{K_{св} \cdot \ell} - 1} = \frac{570 + 1500}{\frac{1000}{4 \cdot 4,5} - 1} = 38 \text{ Н/м}^2.$$

Тўсиннинг 1 м узунлигига таъсир этувчи тўлиқ юк:

$$g^n = (570 + 1500 + 38) \cdot 6 = 12650 \text{ Н/м};$$

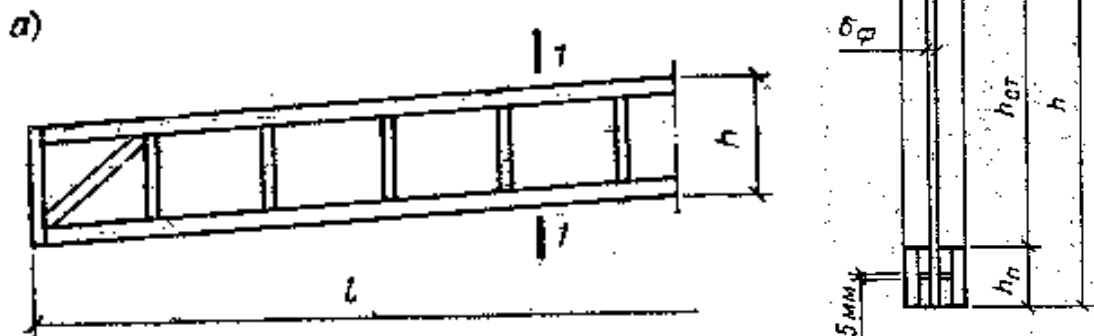
$$g = (690 + 2100 + 38 \cdot 1,1) \cdot 6 = 16990 \text{ Н/м}.$$

Тўсин кесимларида ҳисобий юклардан ҳосил бўлувчи энг катта зўриқишларни аниқлаймиз.

$$\text{Эгувчи момент: } M = \frac{q \cdot \ell_p^2}{8} = \frac{16990 \cdot 4,3^2}{8} = 39300 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\text{Кўндаланг куч: } Q = \frac{q \cdot \ell_p}{2} = \frac{16990 \cdot 4,3}{2} = 36500 \text{ Н},$$

бу ерда $\ell_p = \ell - 2 \cdot \Delta = 4,5 - 2 \cdot 0,1 = 4,3 \text{ м}$ - тўсиннинг ҳисобий оралиғи.



5.9-расм. Фанерали елимланган қобирғали тўсин:
а-умумий кўриниши; б-кўндаланг кесими.

Тўсин девори учун қалинлиги $\delta = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см}$ ли фанера қабул қилинади. Кесим баландлиги:

$$h = \frac{\ell}{10} = \frac{4,5}{10} = 0,45 \text{ м} = 45 \text{ см},$$

қабул қиламиз: $h = 50 \text{ см}$.

Фанера девор инерция моменти: $J_\phi = \frac{\delta_\phi \cdot h^3 \cdot n}{12} = \frac{1 \cdot 50^3 \cdot 0,6}{12} = 6250 \text{ см}^4.$

Кесимнинг талаб этилувчи қаршилиқ моменти:

$$W_{TP} = \frac{M}{R_p} = \frac{3930000}{1200} = 3275 \text{ см}^3.$$

Инерция моменти:

$$J_{TP} = W_{TP} \cdot 0,5 \cdot h = 3275 \cdot 0,5 \cdot 50 = 81875 \text{ см}^4.$$

Токчанинг инерция моменти:

$$J_n = 81875 - 6250 = 75625 \text{ см}^4.$$

Кесимнинг талаб этилувчи юзаси:

$$F_{TP} = \frac{J_n}{2 \cdot (0,5 \cdot h)^2} = \frac{75625}{2 \cdot (0,5 \cdot 50)^2} = 60,5 \text{ см}^2.$$

Токча 4 та тахтадан ташкил топади:

$$B_n = 2,8 \cdot 4 = 11,2 \text{ см}; \quad h_n = 7 \text{ см};$$

$$F_n = B_n \cdot h_n = 11,2 \cdot 7 = 78,4 \text{ см}^2.$$

Фанерадан тайёрланувчи девор устиворлигини таъминлаш учун тахта қобирғалар қўйилади.

Тўсин кесимидаги кучланишларни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{M}{W_{TP}} = \frac{393000}{3275} = 1200 \text{ Н/см}^2 = R_p = 12 \text{ МПа};$$

$$W_{np} = \frac{2 \cdot J_{np}}{h} = \frac{2 \cdot 81875}{50} = 3275 \text{ см}^3;$$

$$J_{np} = \frac{\delta_\phi \cdot h^3}{12} n + J_n = \frac{1 \cdot 50^3 \cdot 0,6}{12} + 75625 = 81875 \text{ см}^4.$$

$$\tau_u = \frac{Q \cdot S_n^{on}}{J_{np}^{on} \cdot \sum h_u} = \frac{36500 \cdot 1960}{13360 \cdot 14} = 380 \text{ Н/см}^2 = 3,8 \text{ МПа} < R_{ck}^\phi = 8 \text{ МПа};$$

$$S_n^{on} = \frac{F_n \cdot h_{on}}{2} = \frac{78,4 \cdot 50}{2} = 1960 \text{ см}^3;$$

$$J_{on}^{np} = \frac{\delta_\phi \cdot h^3}{12} n + \left[\frac{b_n \cdot h_n^3}{12} + F_n \cdot \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right] \cdot 2 = \frac{1 \cdot 50^3}{12} \cdot 0,6 + \left[\frac{11,2 \cdot 7^3}{12} + 78,4 \cdot \left(\frac{7}{2} \right)^2 \right] \cdot 2 = 13360 \text{ см}^4;$$

$$\sum h_{uu} = 2 \cdot 7 = 14 \text{ см};$$

$$S_{np}^{on} = F_n \cdot \frac{h}{2} + \frac{\delta_\phi \cdot h^2}{8} \cdot n = 78,4 \cdot \frac{50}{2} + \frac{1 \cdot 50^2}{8} \cdot 0,6 = 2148 \text{ см}^3;$$

$$\tau_u = \frac{Q \cdot S_n^{on}}{J_{np}^{on} \cdot \sum h_u} = \frac{36500 \cdot 2148}{13360 \cdot 1} = 58,7 \text{ Н/см}^2 = 0,59 \text{ МПа} < R_{ck}^\phi = 8 \text{ МПа}.$$

Тўсин деворининг устиворлигини текшираимиз:

$$\frac{h_{cr}}{\delta_\phi} = \frac{50}{1} = 50 < 80;$$

$$\tau = \frac{Q_i}{\delta_\phi \cdot h \cdot \varphi_\phi} = \frac{32250}{1 \cdot 50 \cdot 0,49} = 13,2 \text{ МПа} < R_{cp}^\phi = 60 \text{ МПа},$$

бу ерда:

$$\varphi_\phi = \left(\frac{65 \cdot \delta_\phi}{a_0} \right)^2 = \left(\frac{65 \cdot 1}{93} \right)^2 = 0,49,$$

$$Q_i = \frac{\left(\ell_p - \frac{a}{2} \right) \cdot Q}{\frac{\ell_p}{2}} = \frac{(4,3 - 0,5) \cdot 36500}{\frac{4,3}{2}} = 32250 \text{ Н}.$$

Тўсиннинг салқилиги:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot \ell_p^4}{0,7 \cdot E \cdot J_{np}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,65 \cdot 4,3^4}{0,7 \cdot 10^3 \cdot 81875} = 0,99 \text{ см};$$

$$\frac{f}{\ell} = \frac{0,99}{430} = \frac{1}{434} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300},$$

демак, тўсиннинг бикрлиги таъминланган.

5.5. Яхлит ёғочли устунлар

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

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

Яхлит ёғоч устунлар кўндаланг кесимининг ўлчамлари максимал 275 х 275 мм ни, узунлиги эса 6500 мм ни ташкил этади, яъни чекланган. Айрим ҳолларда узунлиги 9000 мм ли ёғоч устунлар алоқа чизиғи таянчлари учун буюртма асосида келтирилади.

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

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

бу ерда: $\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{чок}} / (l^2 \cdot n_{\text{болт}})}$ - эгилувчанликни келтириш коэффициенти; K_c - бирикмани мойиллик коэффициенти ва у болтли бирикмаларда d/h_l нисбатга боғлиқдир (d - болт диаметри, h_l - тўртқирра ёғоч қалинлиги, $d/h_l \leq 1/7 \rightarrow K_c = 0,2/d^2$, $d/h_l \geq 1/7 \rightarrow K_c = 1,5/h_l \cdot d$); $n_{\text{чок}}$ -

чоклар сони; $n_{\text{болт}}$ - 1 метрдаги боғловчилар сони; l - устун узунлиги; $\lambda_y \cdot q l / i$ (бу ерда $i \sqrt{I / A}$); λ_I - битта яхлит устунни эгилувчанлиги.

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

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

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

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

Бу турдаги устунларнинг кўндаланг кесимлари қуйидагича топилади:

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

5.6-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.

Ечиш:

Устун эгилувчанлигини олдиндан берайлик, $\lambda = 90$ бўлсин, яъни $\lambda < 120$.

Устиворлик коэффиценти,

$$\varphi_y = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{90^2} = 0,37.$$

Устун эни - $b = 20 \text{ см}$ бўлсин. У ҳолда устун кесими баландлиги,

$$h_m = \frac{l}{0,29 \cdot \lambda} = \frac{350}{0,29 \cdot 90} = 13,4 \text{ см}.$$

Кўндаланг кесимини иккита, ўлчамлари $b \times h = 20 \times 7 \text{ см}$ бўлган тўртқиррали ёғочлардан иборат деб қабул қиламиз.

$$A = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot 7 = 280 \text{ см}^2 - \text{кўндаланг кесимининг юзаси};$$

$$r_x = 0,29 \cdot b = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см} - \text{инерция радиуси};$$

$$\lambda_x = \frac{l}{r_x} = \frac{350}{5,8} = 60,3 < 70 - \text{эгилувчанлик};$$

$$\varphi_x = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,71 \text{ - устиворлик коэффиценти.}$$

$$\text{Кучланиш } -\sigma = \frac{N}{\varphi_x \cdot A} = \frac{0,2}{0,71 \cdot 0,028} = 10,06 \text{ МПа}$$

y - ўқига нисбатан устуннинг бирикмадаги мойиллигини ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамлиги ва устиворлигини текширамыз.

Битта тўртқирра ёғочнинг кўндаланг кесими ва инерция моменти,

$$A_1 = b \cdot h_1 = 20 \cdot 7 = 140 \text{ см}^2; \quad a = 7/2 = 3,5;$$

$$J = 2(b \cdot h_1^3 / 12 + A_1 \cdot a^2) = 2(20 \cdot 7^3 / 12 + 140 \cdot 3,5^2) = 4573 \text{ см}^4$$

Инерция радиуси - r_y ,

$$r_y = \sqrt{J/A} = \sqrt{4573/140} = \sqrt{32,66} = 5,72 \text{ см.}$$

Бирикмадаги мойилликни ҳисобга олмаган ҳолатдаги устуннинг эгилювчанлиги,

$$\lambda_y = \frac{l}{r_y} = \frac{350}{5,72} = 61,2;$$

Иккита тўртқирра ёғочни бир-бирига диаметри - $d = 2 \text{ см}$ бўлган болтлар ёрдамида бириктирамыз,

$$\frac{d}{h_1} = \frac{1}{3,5} < \frac{1}{2}, \quad K_c = \frac{1,5}{d \cdot h_1} = \frac{1,5}{2 \cdot 7} = 0,107.$$

Боғловчилар сони - l метрда 2 та (2 та/метр),

чоклар сони - l та ($n_{\text{чок}} = 1$).

Эгилювчанлика келтириш коэффиценти - μ_y

$$\mu_y = \sqrt{1 + K_c \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{ч}} / l^2 \cdot n_{\text{б}}} = \sqrt{1 + 0,107 \cdot 20 \cdot 14 / 350^2 \cdot 2} = 0,00006.$$

Битта тўртқирра ёғочнинг инерция радиуси, болтлар орасидаги масофа ва эгилювчанлиги,

$$i = 0,29 \cdot h_1 = 0,29 \cdot 7 = 2,03 \text{ см}; \quad l_1 = 50 \text{ см};$$

$$\lambda_y = l_1 / i = 50 / 2,03 = 24,6; \quad \text{бу ҳолда } \lambda = 60,3 \text{ деб олинади.}$$

Келтирилган эгилювчанлик - $\lambda_{\text{кел}}$,

$$\lambda_{\text{кел}} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda^2} = \mu_y \cdot \lambda_y = \sqrt{(0,00006 \cdot 24,6)^2 + 60,3^2} = 60,3 < 70.$$

устиворлик коэффиценти - φ_y

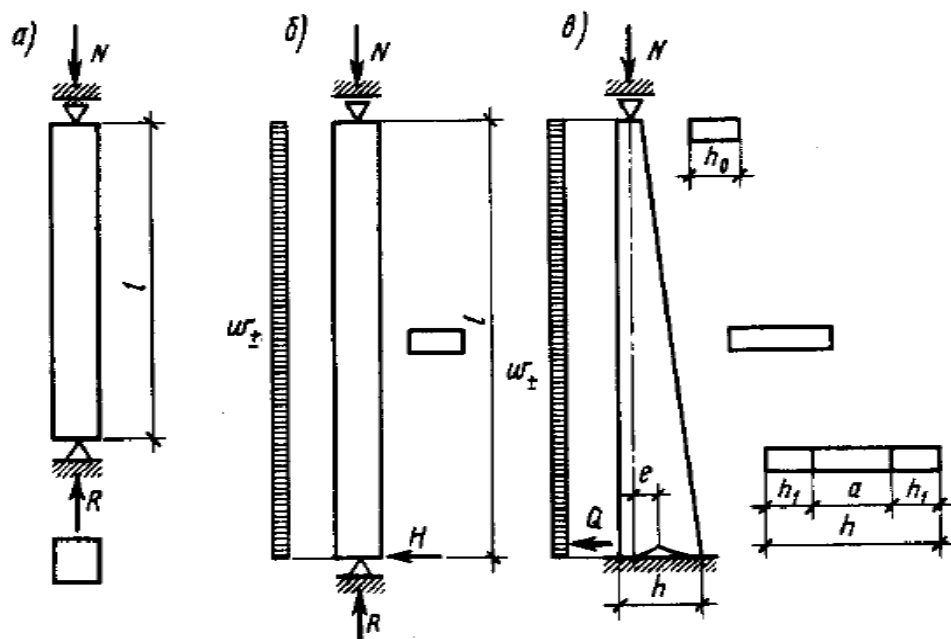
$$\varphi_y = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_{\text{кел}}}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,7$$

Кучланиш - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{0,2}{0,7 \cdot 0,0280} = 10,2 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа}.$$

5.6. Елимланган ёғоч устунлар

Елимланган ёғоч устунлар - завод шароитида тайёрланади. Уларнинг кўндаланг кесимлари чекланмайди ва турлича бўлиши мумкин. Кўндаланг кесим кўринишлари ўзгармас тўғри бурчакли, квадрат, узунлиги бўйича кўндаланг кесими ўзгарувчан ва ўзгармас бўлиши мумкин (36-расм).



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

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

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

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

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

Мустаҳкамликка қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_D}{W} \leq R_c, \quad (5.44)$$

бу ерда:

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

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

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

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

Бундай устунларнинг юқори учининг кўндаланг кесим ўлчамлари мустаҳкамлик шарти бўйича, қуйи учи кўндаланг кесими ўлчамлари эса устуннинг рухсат этилган чегаравий эгилувчанлиги 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:

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

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

Бундай устунлар сиқилиш - эгилиш бўйича мустаҳкамликка текширилади:

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

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

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

Устиворлик коэффициенти- φ

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

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

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

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

5.7-мисол. Иккинчи нав қарағай ёғочдан тайёрланган тўрт қиррали ёғоч устуннинг кўндаланг кесими танлансин. Устун узунлиги $l = 4,5 \text{ м}$ ва учлари шарнирли маҳкамланган. Устунда заиф кесим йўқ ва унга $N = 300 \text{ кН} = 0,3 \text{ МН}$ сиқувчи бўйлама куч таъсир қилади.

Ечиш:

Олдиндан устун эгилувчанлигини $\lambda = 80$ деб қабул қиламиз. Устиворлик коэффиценти - φ ни аниқлаймиз:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80^2} = 0,47 \quad (\lambda > 70 \text{ бўлганлиги учун}).$$

Ёғочни сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги кўндаланг кесим ўлчами 13 см дан катта бўлган ҳолатда $R_c = 15 \text{ МПа}$ га тенгдир.

Устуннинг талаб қилинган кўндаланг кесим юзаси

$$A_T = \frac{N}{\varphi \cdot R_c} = \frac{0,3}{0,47 \cdot 15} = 0,04 \text{ м}^2 = 400 \text{ см}^2.$$

Агар кўндаланг кесимини квадрат шаклида деб олсак,

$$b_T = h_T = \sqrt{A_T} = \sqrt{400} = 20 \text{ см}.$$

Қабул қиламиз: $b = h = 20 \text{ см}$ га тенг

Текшириш. Кўндаланг кесим юзаси $b \times h = 20 \times 20 = 400 \text{ см}^2 = 0,04 \text{ м}^2$.

Кесимнинг инерция радиуси: $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см}$.

Эгилувчанлиги: $\lambda = \frac{l}{i} = \frac{450}{5,8} = 78 > 70$

Устиворлик коэффиценти - $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78^2} = 0,49$

Кучланиш: $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,04} = 15,3 > 15 \text{ МПа}$,

мустаҳкамлик шарти бажарилмади. Шунинг учун кўндаланг кесим ўлчамини катталаштирамиз. $b \times h = 20 \times 22 = 440 \text{ см}^2$.

Кўндаланг кесимни кичик томони бўйича инерция радиуси:

$$i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ см} \quad (\lambda = 78 \text{ га тенг бўлади, шунинг учун } \lambda \text{ ни қайта ҳисоблашнинг ҳожати йўқ}).$$

Кучланганликни текшираамиз:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,044} = 13,91 < 15 \text{ МПа}$$

мустаҳкамлик шарти бажарилди.

Тахталардан елимлаб тайёрланган устун ҳисоби

5.8-мисол. Асосий бинога ҳар икки томондан туташтириб қурилувчи қўшимча ораликлар устунини ҳисоблаш талаб этилади (5.10-расм).

Устун қарағай тахталаридан елимлаб тайёрланади. Устуннинг баландлиги $H=3,6$ м, қадами 6 м; том ёпмасы асбестоцемент листли панеллардан бажарилади. Қурилиш жойи – Новосибирск шаҳри.

Ечиш:

Устунга таъсир этувчи юкларни ҳисоблаймиз.

Томдан:

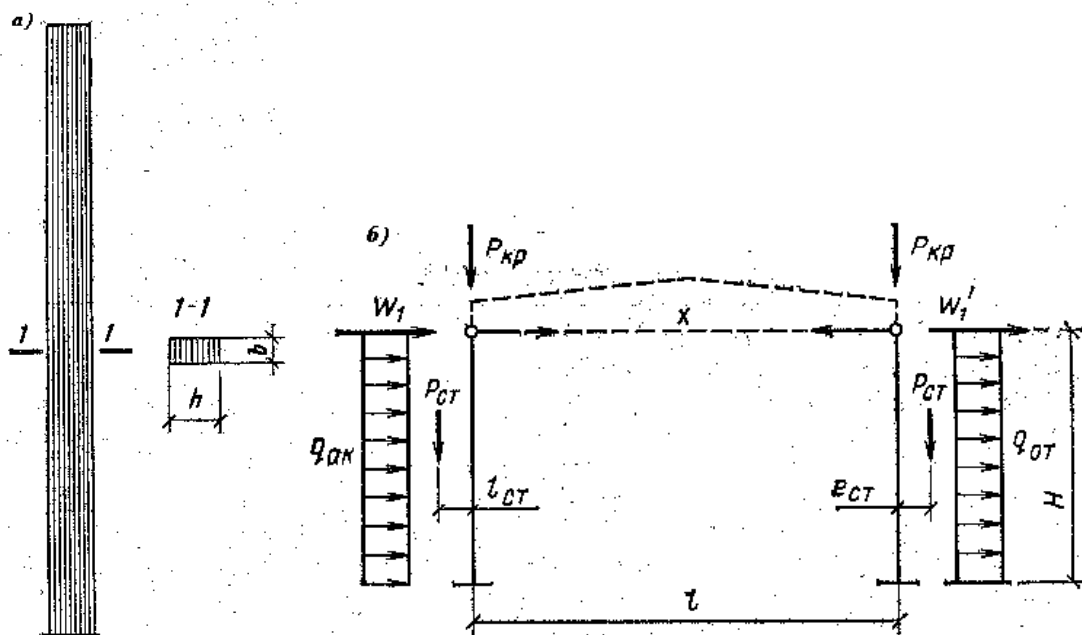
$$g^n = 570 + 38 = 608 \text{ н/м}^2;$$

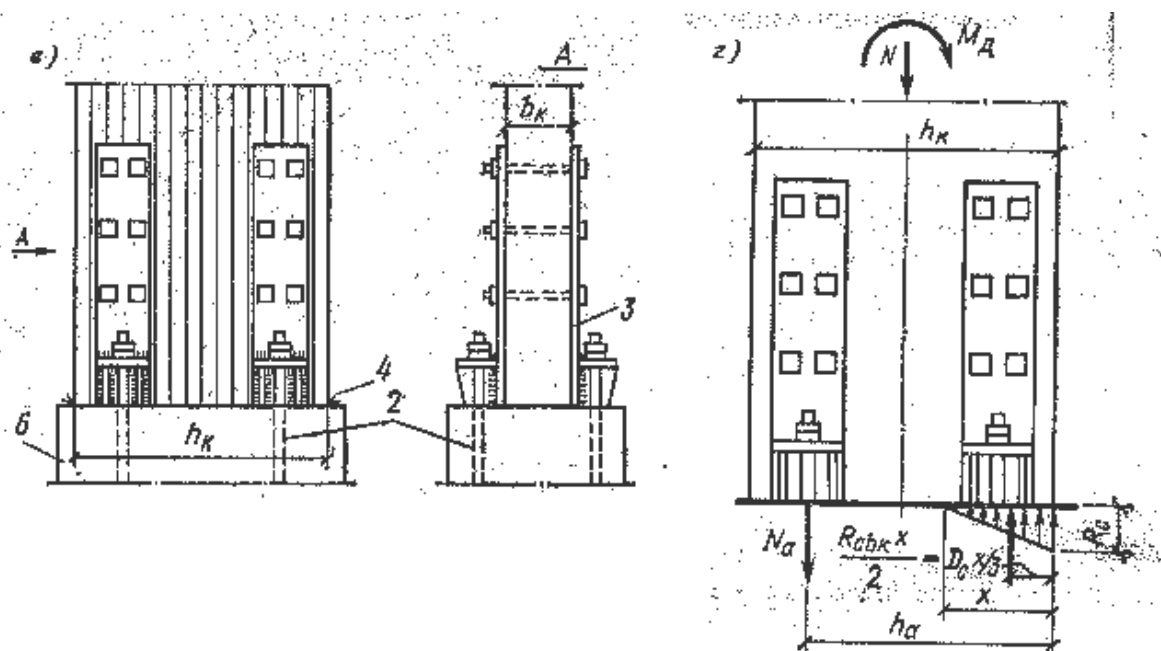
$$g = 690 + 38 \cdot 1,1 = 732 \text{ н/м}^2;$$

бу ерда: $g^n = 570 \text{ н/м}^2$, $g = 690 \text{ н/м}^2$ - том конструкцияларининг оғирлиги;

$g_t = 38 \text{ н/м}^2$ - тўсиннинг хусусий оғирлигидан таъсир этувчи юк.

Қор юки: $P_{CH}^n = 1500 \text{ Н/м}^2$; $P_{CH} = 2100 \text{ Н/м}^2$.





5.11-расм.

Устунга таъсир этувчи кучлар:

а) тўсиндан: $N_m = g \cdot B \cdot \ell / 2 = 732 \cdot 6 \cdot 4,5 / 2 = 9298 \text{ H}$;

бу ерда: $\ell = 4,5 \text{ м}$ қўшимча оралик эни.

б) қордан: $N_{сн} = 2100 \cdot 6 \cdot 4,5 / 2 = 26460 \text{ H}$;

в) девордан: $N_c = 500 \cdot 6 \cdot (3,6 + 0,9) = 16560 \text{ H}$.

Устун кесимини 15х40 см оламиз, у ҳолда хусусий оғирлиги:

$$N_{св} = 0,15 \cdot 0,4 \cdot 3,6 \cdot 5000 \cdot 1,1 = 1190 \text{ H}.$$

Шамол юкидан:

$$q_0 = 0,38 \text{ кН} / \text{м}^2 = 380 \text{ H} / \text{м}^2,$$

аэродинамик коэффициентлар: $C = +0,8$ ва $C = -0,6$ олинади.

$$P_q = q_0 \cdot B \cdot \gamma_f \cdot C = 380 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 1750 \text{ H} / \text{м};$$

$$P_0 = -380 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 0,6 = -1313 \text{ H} / \text{м};$$

$$W_q = 380 \cdot 6 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 1575 \text{ H};$$

$$W_0 = -0,75 \cdot 1575 = -1180 \text{ H}.$$

Устун икки шарнирли Рама элементи бўлгани учун, куч усулида ҳосил бўладиган горизонталь номаълум кучни топамиз.

Шамол юкидан:

$$X_w = \frac{W_q - W_o}{2} = -\frac{1575 - 1180}{2} = -197 \text{ H};$$

$$X_p = -\frac{3}{16} \cdot H \cdot (P_q - P_0) = -\frac{3}{16} \cdot 3,6 \cdot (1750 - 1313) = -295 \text{ H}.$$

Девор юкидан:

$$M_c = N_c \cdot e = 16560 \cdot 0,3 = 4970 \text{ H} \cdot \text{м},$$

бу ерда: $e=0,3 \text{ м}$.

$$X_c = \frac{9}{8} \cdot \frac{M_c}{H} = \frac{9 \cdot 4970}{8 \cdot 3,6} = 1550 \text{ H}.$$

Устун таянчидаги эгувчи момент:

$$M_{чан} = \left[(W_q + X_w + X_p) \cdot H + \frac{P_q H^2}{2} \right] \cdot K + X_c H - M_c = \left[(1575 - 197 - 295) \cdot 3,6 + \frac{1750 \cdot 3,6^2}{2} \right] \cdot 0,9 + 1550 \cdot 3,6 - 4970 = 12460 \text{ Hм};$$

$$M_{щнг} = \left[(1180 + 197 + 295) \cdot 3,6 + \frac{1313 \cdot 3,6^2}{2} \right] \cdot 0,9 - 1550 \cdot 3,6 + 4970 = 12460 \text{ Hм}.$$

Кўндаланг кучлар:

$$Q_{чан} = (W_q + X_w + X_p + P_q \cdot H) \cdot K + X_c = (1575 - 197 - 295 + 1750 \cdot 3,6) \cdot 0,9 + 1550 = 8200 \text{ H};$$

$$Q_{щнг} = (1180 + 197 + 295 + 1313 \cdot 3,6) \cdot 0,9 - 1550 = 4200 \text{ H}.$$

Бўйлама куч:

$$N = N_T + N_{св} + N_{сн} \cdot K + N_c = 9298 + 1190 + 26460 \cdot 0,9 + 16560 = 50860 \text{ H}.$$

бу ерда: $K=0,9$ – қор юки учун тузатиш коэффициентини.

Устуннинг конструктив ҳисоби

Устун кесими $b \cdot h = 15 \cdot 40 \text{ см}$. Кесимнинг геометрик характеристикаларини ҳисоблаймиз:

$$F = b \cdot h = 15 \cdot 40 = 600 \text{ см}^2;$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{15 \cdot 40^2}{6} = 4000 \text{ см}^3;$$

$$r_x = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 40 = 11,6 \text{ см}; \quad \lambda_x = \frac{l_0}{r_x} = \frac{360}{11,6} = 31 < \lambda_{np} = 120;$$

$$\xi = 1 - \frac{\lambda_x^2 \cdot N}{3100 \cdot F \cdot R_c} = 1 - \frac{31^2 \cdot 50860}{3100 \cdot 600 \cdot 1300} = 0,97,$$

бу ерда: $R_c=1300 \text{ н/см}^2$ – ёғочнинг сиқилишга ҳисобий қаршилиги.

Кучланишларни ҳисоблаймиз:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W \cdot \xi} = \frac{50860}{600} + \frac{1432000}{4000 \cdot 0,97} = 454 \text{ Н/см}^2 = 4,54 \text{ МПа} < R_c = 13 \text{ МПа}.$$

Устуннинг устиворлигини текшираимиз:

$$l_{oy} = \lambda_{np} \cdot r_y = 120 \cdot 0,289 \cdot 15 = 520 \text{ см};$$

$$l_{oy} = 520 \text{ см} > H = 360 \text{ см},$$

демак, устиворлик таъминланган.

Уринма кучланишларни аниқлаймиз:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b \cdot \xi} = \frac{8200 \cdot 7680}{327680 \cdot 15 \cdot 0,9} = 142 \text{ Н/см}^2 < R_{ck} = 160 \text{ Н/см}^2$$

бу ерда: $S = \frac{b \cdot h_n^2}{8} = \frac{15 \cdot 64^2}{8} = 7680 \text{ см}^2$; $J = \frac{b \cdot h_n^3}{12} = \frac{15 \cdot 64^3}{12} = 327680 \text{ см}^4$;

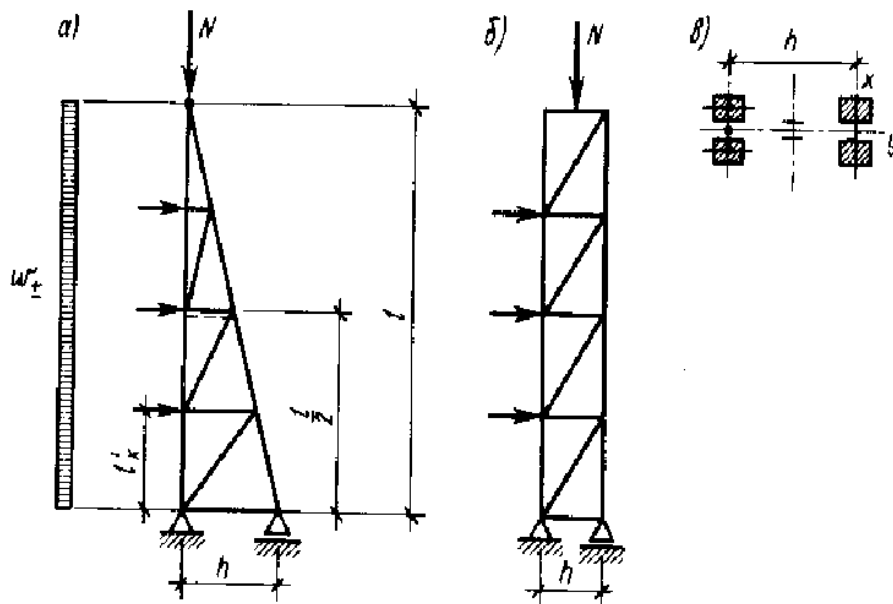
$h_n=64$ см – устуннинг пойдеворга бирикиш жойидаги кесими баландлиги.

Ҳисоблар натижасига кўра, устун конструкциясининг мустаҳкамлиги ва бикрлиги таъминланган.

Устун пойдеворга диаметри $d=20$ мм бўлган тўртта анкер болтлари воситасида бириктирилади.

5.7. Панжарасимон устунлар

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



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

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

Такрорлаш учун саволлар:

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

VI БОБ. ЁҒОЧ АРКАЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ ВА ҲИСОБЛАШ

6.1. Ёғоч арка конструкциялари

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

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

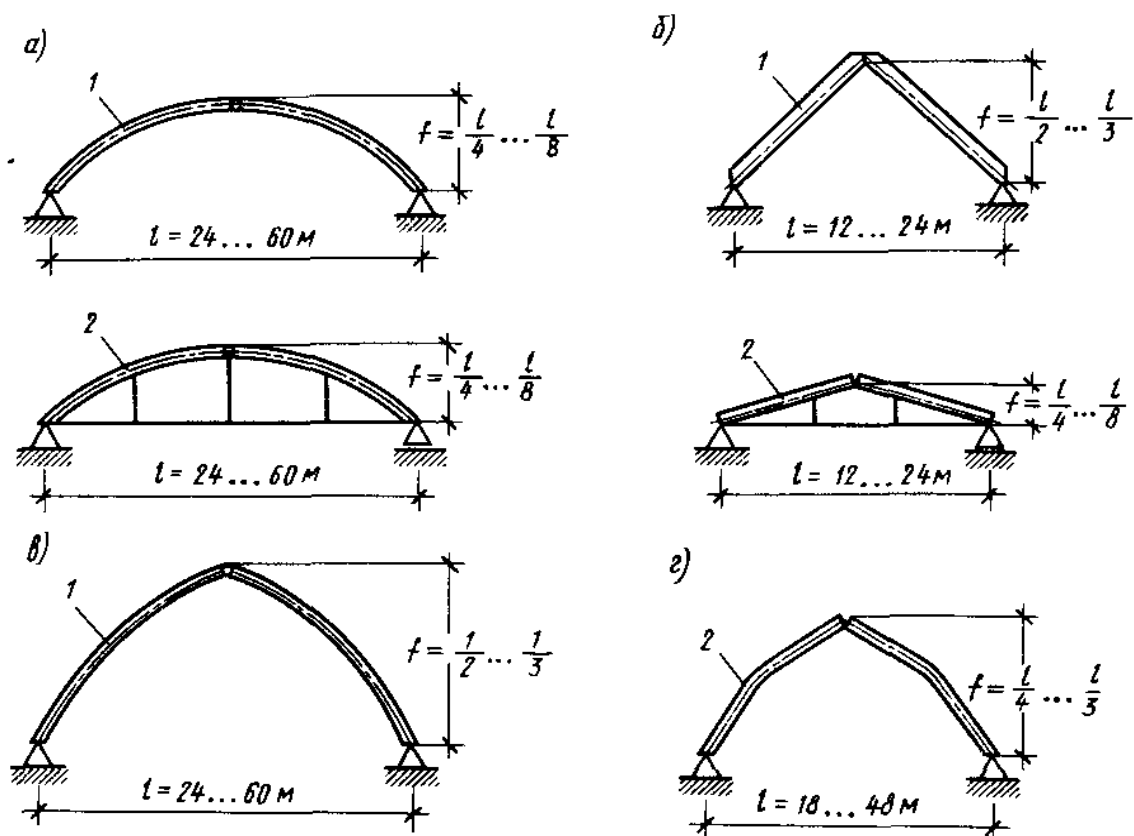
Статик схемалари бўйича аркаларни икки шарнирли ва уч шарнирли, таяниш схемаларига қараб тортқичли ва тортқичсиз аркаларга бўлинади. Конструкцияларига қараб эса уларни яхлит, елимланган ва фермали, арка ўқининг шакли бўйича эса сегментли, учбурчакли, кўрсаткичсимон аркаларга бўлинади.

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

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

Кўрсаткичсимон елимланган аркалар ҳам 12÷60 м гача бўлган ораликларда қўлланилади. Арка баландлиги $f = \frac{l}{2} \div \frac{l}{3}$ ораликларда бўлади. Бу турдаги аркалар катта баландлик талаб қилинадиган тўсиқсиз ишлаб - чиқариш биноларида қўлланилади ҳамда вертикал ва горизонтал таянч босимларини пойдеворга тўғридан - тўғри узатади. Синиқ чизиқ ўқли аркалар ҳам худди кўрсаткичсимон аркаларга ўхшайди, фақат унинг конструкцияси тўғри чизиқли қисмлардан иборат ва унга тўшама ҳамда тўсинларни

ўрнатиш қулайлиги мавжуд. Қуйидаги 6.1-расмда елимланган аркаларни геометрик схемалари келтирилган:

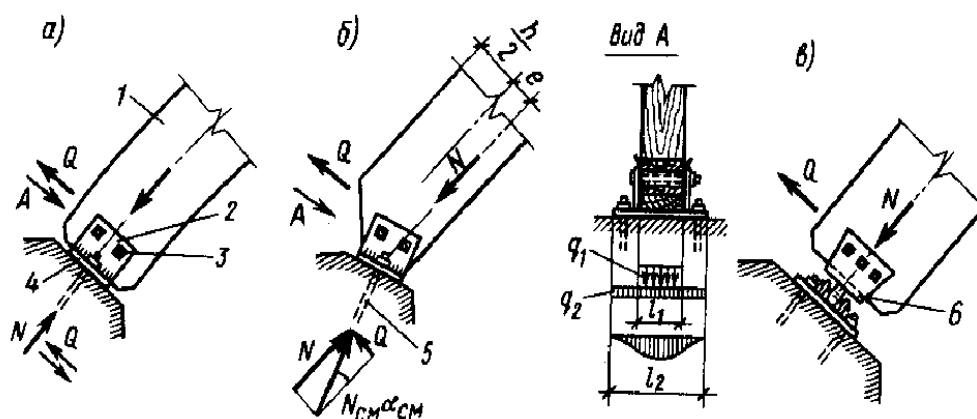


6.1- расм. Елимланган ёғоч аркалар: а - сегментли; б учбурчакли; в- кўрсатгичсимон; 1 - тортқичсиз; 2 - тортқичли.

Учбурчакли елимланган аркалар 12÷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 қўлланилишининг афзаллиги, том ёпмада текис нишабли том ҳосил бўлишидадир. Лекин учбурчакли аркалар кўндаланг кесимида ташқи юклардан катта қийматдаги эгувчи момент ҳосил бўлади, шунинг учун бу тоифадаги аркалар кичик 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 (6.2-расм). Кичик ва катта ораликларда қўлланиладиган аркаларнинг таянч листида анкер болтлари ва икки вертикал листда ярим аркани таянч қисмини маҳкамлаш учун тешиклар ҳосил қилинади. Вертикал листлар ораси арка кенглиги ўлчамида тайёрланади. Анкер болтларида ҳосил бўладиган силжиш зўриқишини камайтириш мақсадида таянч пўлат таглик пойдеворга қия текислик бўйича ўрнатилади ва таянч, таглик текислиги билан параллел жойлаштирилади.

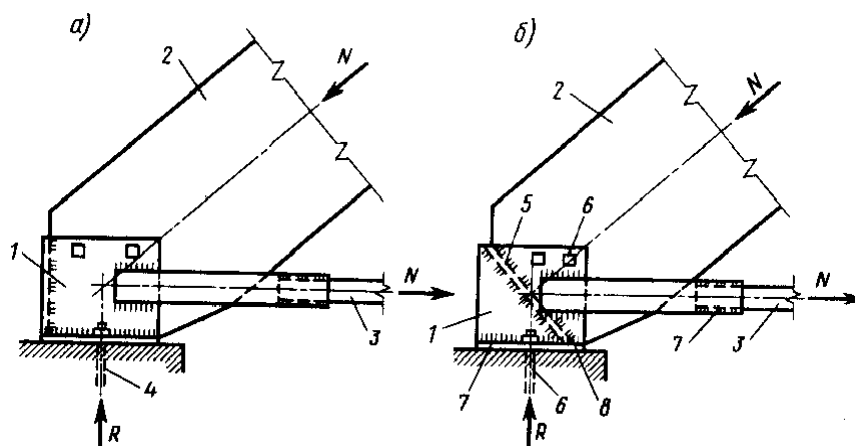


6.2- расм. Тортқичсиз елимёғоч аркаларни таянч тугунлари: а - сегментли; б - учбурчакли; в- катта ораликли; 1 - арка; 2 - пўлат қоплама; 3 - болт; 4 - пайванд; 5 - анкер; 6 - шарнир.

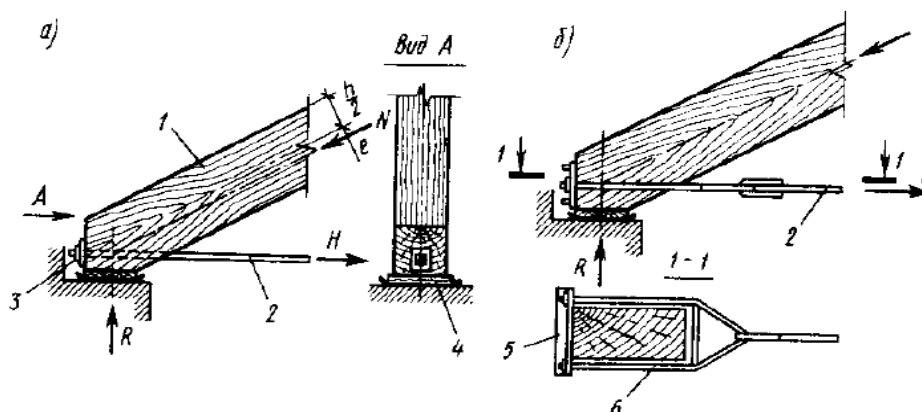
Тортқичли елимланган ёғоч арканинг таянч тугуни ҳам пўлат таглик ёрдамида бажарилади. Бунда арка горизонтал пойдевор текислигига маҳкамланади (6.3-расм).

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

Яхлит брус ёки доирасимон кўндаланг кесимли аркаларни таянч тугуни ўйиқ бирикма ёрдамида бажарилади. Агар арка тортқичли бўлса, унинг таянч тугуни соддароқ кўринишда бўлади (6.4-расм).



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



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

6.2. Ёғоч аркаларни ҳисоблаш

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

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

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

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

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

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

Кўрсаткичсимон аркаларда қуйидаги ўлчамлар аниқланади:

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

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

Аркаларни ҳисоблаш тартиби:

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

Текис тарқалган юклама - q ($\kappa H/m^2$) дан ҳосил бўладиган таянч реакциялари қуйидагига тенг: вертикал- $R = \frac{ql}{2}$; горизонтал- $H = \frac{ql^2}{8f}$.

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

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

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

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

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

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

Ҳисоблашларда арка кўндаланг кесимининг кенглиги - b га олдиндан қиймат берилади ва кейин h_m ни қийматини аниқланади. Арка кесимлари мустаҳкамлигини нормал кучланишлар бўйича текширилади:

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

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

N - бўйлама куч, сегментли аркаларда уч қисмидаги N нинг қиймати, учбурчак ва кўрсаткичсимон аркаларда оралиқни тўртдан бир қисмидаги N нинг қиймати олинади. Эгилувчанлик $\lambda = l_0 / r$, бу ерда: l_0 -ҳисобий узунлик; r -инерция радиуси. Сегментли аркаларни ҳисоблашда $l_0 = 0,58 \cdot 2 \cdot S = 1,16 \cdot S$ олинади. Учбурчакли ва кўрсаткичсимон аркаларни ҳисоблашда $l_0 = S$ (бу ерда S -ярим арка узунлиги) олинади. Бундан ташқари арканинг юқори белбоғи устиворликка деформацияланишнинг текис шакли бўйича ҳам текширилади. Арка ҳисобининг энг аҳамиятли жойи, унинг тугунларини ҳисоблашдадир.

Такрорлаш учун саволлар:

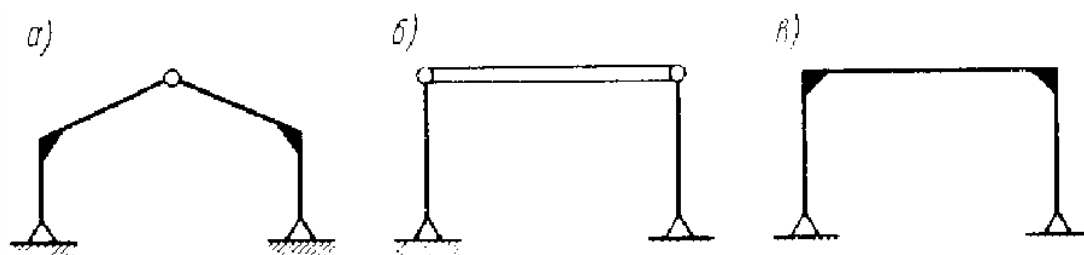
1. Аркаларнинг турлари ва қўлланиш соҳалари?
2. Аркаларни ҳисоблашда қайси юкламалар эътиборга олинади?
3. Аркаларни ҳисоблашда зўриқишларни қандай аниқланади?
4. Аркаларни ҳисоблаш тартибини тушунтириб беринг?
5. Арка кўндаланг кесим ўлчамлари қайси формулалар ёрдамида аниқланади?

VII БОБ ЁҒОЧ РАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

7.1. Ёғоч рама конструкциялари

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

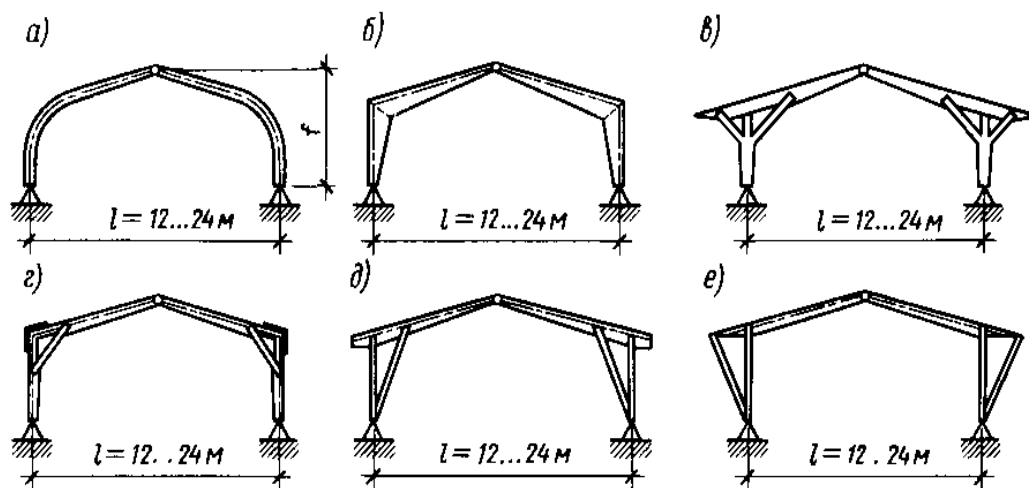
Статик схемалари бўйича рамалар статик аниқ ва статик ноаниқ турларга бўлинади. Уларнинг афзаллиги шундаки, рама кесимларидаги зўриқишлар пойдеворни чўкишига боғлиқ эмас ва уларнинг тугун ечимлари соддароқ ечилган. Камчилиги тугунларида катта зўриқишлар ҳосил бўлишидандир.



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

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

Уч шарнирли елимланган рамаларнинг конструкциялари:



7.2-расм. Елимланган уч шарнирли рамалар.

а-эгиб елимланган, б-тўғри чизиқли, в-тўрт ховонли, г-икки ховонли, д-ички таянч ховонли, е-ташқи таянч ховонли.

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

Эгиб елимланган уч шарнирли рамалар, иккита Г-симон шаклдаги бешбурчакли ярим рамалардан ташкил топган. Рама кўндаланг кесими энининг ўлчами ўзгармас, кесим баландлиги эса ўзгарувчандир. Бу рамаларнинг афзаллиги: йирик ярим рамалардан ташкил топган рамаларни йиғишнинг осонлиги ва йиғиш вақтининг камлиги; кесим баландлигининг ўзгарувчанлиги; максимал эгувчи момент бор жойда кесимни катта, эгувчи момент кичик бўлса кесимни кичик қилиб тайёрлаш имкониятининг борлиги (бу эса ўз навбатида ёғочни иқтисод қилишга олиб келади).

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

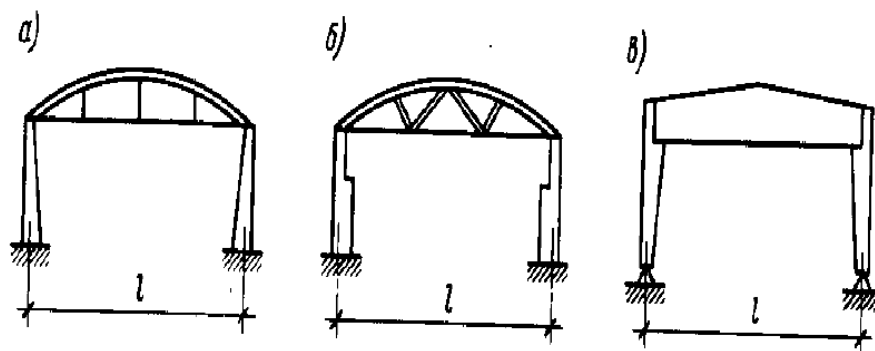
Тўғри чизиқли рама - устун ва сарровлардан ташкил топади. Битта рама Г-симон иккита ярим рамадан иборат. Рамадаги энг катта эгувчи момент, раманинг ўстирма тугунида ҳосил бўлади. Раманинг саррови тўғри чизиқли текис бўлганлиги учун тўсин ва тўшамаларни ўрнатиш, ҳамда томда

нишабликни қилиш осон бўлади. Ўстирмани тишли чок кесимида максимал эгувчи момент ҳосил бўлади.

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

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

Елимланган ёғоч таянч ички ҳавонли уч шарнирли рама - иккита ярим сарровлардан, иккита ҳавонлардан ва иккита устунлардан ташкил топади. Елимланган ёғоч таянч ташқи ҳавонли уч шарнирли рама - худди ички ҳавонли рамага ўхшайди, фақат ҳавони бу рамаларда ташқи бўлади. Икки шарнирли елимланган ёғоч рамалар учта конструктив элементлардан ташкил топади: иккита вертикал устунлар ва горизонтал сарровлардан. Бу рамалар бошқа рамаларга нисбатан осон тайёрланади ва алоҳида қисмлардан ташкил топгани учун уларни транспортда ташиш даражаси юқоридир. Горизонтал сарровни устунга маҳкамлаш жуда ҳам енгил бажарилади.



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

Икки шарнирли елимланган ёғоч рамалар бикр таянчли, шарнир таянчли қилиб лойиҳаланади. Рамаларда учта асосий тугунлар мавжуд: таянч,

ўстирма, уч тугунларидир. Рамаларни бутун ёғочлардан ҳам тайёрланади. Бундай рамалар елимланган ёғоч рамаларга нисбатан арзондир, лекин улар фақат кичик оралиқларда қўлланилади (*асосан 15 м гача*). Бутун кесимли ёғочлардан ҳавонли рамалар ҳам тайёрланади. Уларнинг оралиғи 9 м гача бўлиши мумкин. Рама конструкцияларини ҳисоблаш икки босқичдан иборат: геометрик ва статик.

7.2. Ёғоч рамаларни ҳисоблаш

Геометрик ҳисоблашда рама элементларини геометрик ўлчамларини аниқланади (яъни раманинг оралиғи, устун баландлиги, сарров узунлиги, сарров қиялиги, ҳисоблаш кесимларининг координаталари ва бошқа ҳисоблаш учун зарур бўлган ўлчамлар). Симметрик рамаларда бу ўлчамларни ярим рама учун аниқлаш етарлидир. Агар том асбестцементли бўлса, унинг қиялиги - $i \geq 25\%$, рубероидли том ёпмаларда эса $i \leq 25\%$ қабул қилинади. Эгри чизикли рамаларнинг ўстирма қисмидаги эгри чизикли ёй қисми эгрилик радиусини рухсат этилган энг кичик қийматидан келиб чиққан ҳолда олинишига тавсия берилади:

$$r \geq 150 \cdot \delta;$$

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

Рамани статик ҳисоблашда қуйидаги тартибга риоя қилинади:

1. Рамани ҳисоблаш схемаси аниқланади.
2. Рамага таъсир қилувчи ташқи юкламалар қўйилади.
3. Ташқи юкламаларнинг меъёрий ва ҳисобий қийматлари аниқланади.
4. Ташқи юкламалардан ҳосил бўладиган таянч реакциялари аниқланади.
5. Ҳисобий схемадаги асосий ҳисоблаш нуқталарининг координаталари топилади.
6. Доимий ва қор юкламаларидан ҳосил бўладиган эгувчи момент, қирқувчи куч ва бўйлама кучлар эпюралари курилади.
7. Шамол юкламасидан M , Q , N эпюраларини курилади.

8. Ички зўриқишларни (M , Q , N) асосий қийматларини ишораларига қараб йиғилади.

9. Аниқланган асосий йиғинди ички зўриқишларнинг қийматларига қараб кўндаланг кесим ўлчамлари аниқланади.

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

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

Такрорлаш учун саволлар:

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

7.1-мисол: Тахталардан эгиб елимланиб тайёрланган уч шарнирли

Рама ҳисоби.

Рама конструкцияси тахталардан эгиб елимланиб тайёрланади. Материаллар - намлиги $\varphi=12\%$ ли арча тахтаси ва синтетик елим. Рама оралиғи – 24 м, оралиқ ўртасидаги баландлиги – 10 м; томнинг қиялиги – 1:4 ёки $\alpha=14^0$; Рама тўсинининг кесими узунлиги бўйича ўзгарувчан қилиб қабул қилинади; Рамалар орасидаги масофа (қадами) $B=5,4$ м.

Раманинг ҳисобий ўқи сифатида учидаги кесимининг оғирлик марказидан ўтувчи ва ташқи қиррасига параллел ўқ қабул қилинади. Карниз

туғунида кесим баландлиги $h_i = \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{40} \right) \cdot \ell$; учида - $h_2 \geq 0,3 \cdot h_1$ таянчда -

$h_{on} \geq 0,4 \cdot h_1$. Рама учун қалинлиги $h_d \leq \frac{r_k}{250} \leq 3,3$ смли тахталар қўлланилади.

Раманинг геометрик ҳисоби

Рама конструкцияси иккита ярим Рамалардан ташкил топади. Ярим Рамалар бир-бири билан ва пойдеворга шарнирли бириктирилади.

Узунлиги бўйича элемент кесими баландлигининг ўзгариш қиялиги:

$$i = \frac{1}{5} \div \frac{1}{7}.$$

Эгилган жойидаги эгрилик радиуси:

$$r_k = h_d \cdot 250 = 1,4 \cdot 250 = 350 \text{ см} = 3,5 \text{ м},$$

бу ерда: $h_d = 1,4$ см - Рама учун ишлатилган тахталар қалинлиги (рандалангандан сўнг).

Ташқи контурнинг эгрилик радиуси:

$$r_n = r_k + h_0 = 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ м},$$

бу ерда:

$$h_0 = \frac{h_2}{2} = \frac{0,3 \cdot h_1}{2} = 15 \text{ см}; \quad h_1 = \frac{\ell}{25} \approx 100 \text{ см}.$$

$$\operatorname{tg} 14^\circ = 0,25; \quad \cos 14^\circ = 0,97; \quad \sin 14^\circ = 0,242.$$

Ярим рама эгри қисмининг ёйилиш бурчаги: $\varphi = 90 - \alpha = 90 - 14 = 76^\circ$.

Эгри участка ёйининг узунлиги:

$$S = \frac{\pi \cdot r_k \cdot \varphi}{180^\circ} = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 76^\circ}{180^\circ} = 4,6 \text{ м}.$$

Рама тўсинининг узунлиги:

$$\ell_p = \frac{0,5 \cdot \ell}{\cos \alpha} - r_k \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{0,5 \cdot 23,7}{0,97} - 2,73 = 9,48 \text{ м}.$$

Рама устунининг баландлиги:

$$H_{\text{ст}} = H - f_0 - r_k \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 10 - 2,96 - 2,73 = 4,31 \text{ м}.$$

бу ерда: $f_0 = \frac{\ell \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} = 0,25 \cdot 11,85 = 2,96 \text{ м}.$

Ярим раманинг тўлиқ узунлиги:

$$l_o = H_{\text{CT}} + S + l_p = 4,31 + 4,6 + 9,48 = 18,39 \text{ м.}$$

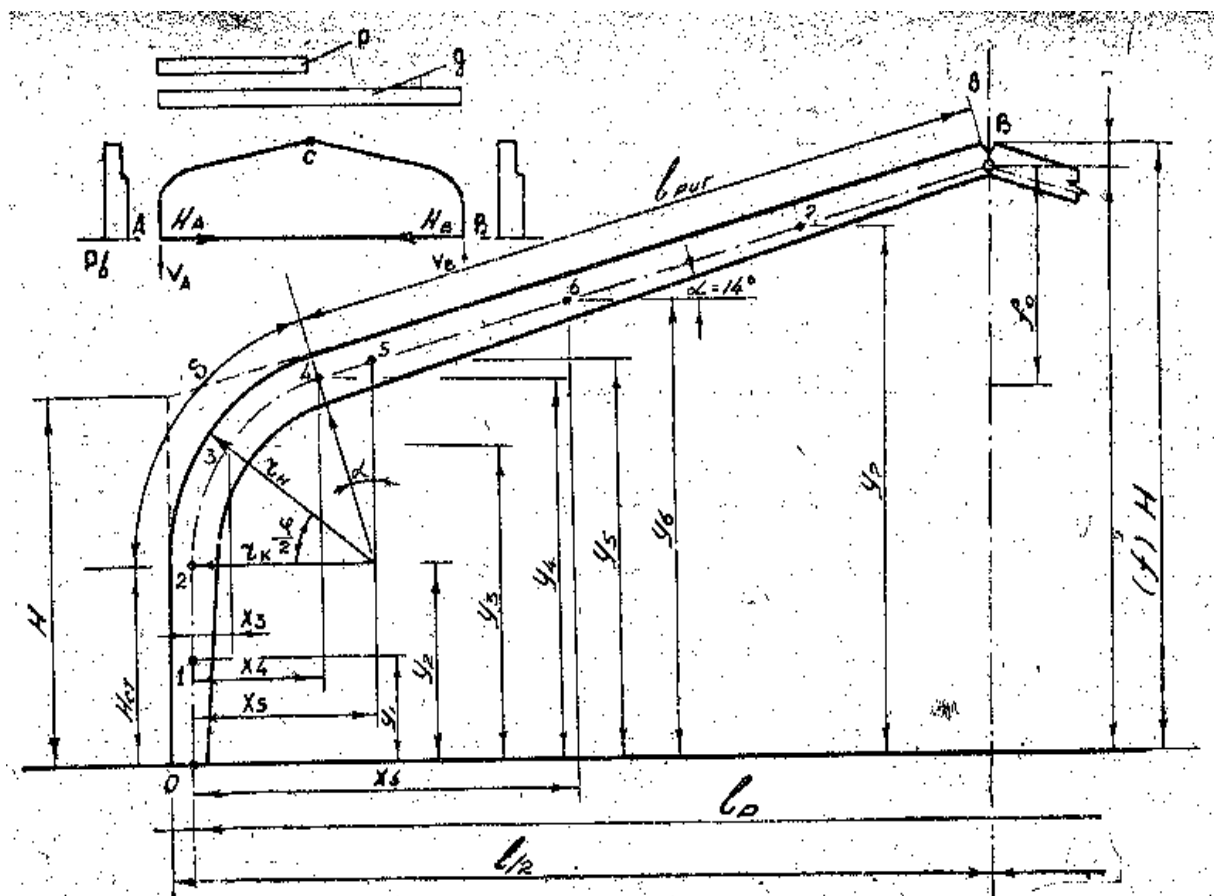
Рама кесимларида ҳосил бўлувчи зўриқишларни аниқлаш учун ярим рама ўқини 8 та участкага бўламиз (7.4-расм). Чап таянч 0 нукта (координата боши) деб белгиланади ва ярим Раманинг доиравий эгри қисмидаги кесимлар координаталари кўйидаги формулалардан топилади.

$$X_n = r_k - r_k \cdot \cos \varphi_n; \quad Y_n = r_k \sin \varphi_n - H_{\text{GT}}$$

Раманинг хусусий оғирлиги:

$$g_{cm}^H = \frac{g^H + P^H}{\frac{1000}{K_{cm} \cdot \ell} - 1} = \frac{130 + 700}{\frac{1000}{8 \cdot 27} - 1} = 197 \text{ H} / \mathcal{M}^2,$$

бу ерда: $K_{cm} - 7 \div 9$ - уч шарнирли рамалар учун хусусий оғирлик коэффициенти.



7.4-расм. Тахталардан эгиб елимланиб тайёрланган Раманинг ҳисоб ва геометрик схемалари.

Рамага таъсир этувчи юклар

7.1-жадвал

Юк тури	Меъёрий юк Н/м ²	Коэффициент γ	Ҳисобий юк Н/м ²
Том конструкциялари оғирлигидан	130	1,1-1,2	150
Раманинг хусусий оғирлигидан	197	1,1	217
Жами:	327	-	367
Қор юки	700	1,4	980
Тўлиқ юк	1027	-	1347

Рама ўқи нуқталарининг координаталари

7.2-жадвал

Кесим №	0 (А)	1	2	3	4	5	6	7	8 (с)
Х, м	0	0	0	0,74	2,65	3,5	6,28	9,06	11,85
У, м	0	2,155	4,31	6,45	7,70	7,91	8,60	9,30	9,999

Рамага таъсир этувчи ҳисобий юклар:

доимий:

$$G = 367 \cdot B = 367 \cdot 5,4 = 1982 \text{ Н} / \text{м}^2;$$

вақтинчалик: қор юки: $P = 980 \cdot B = 980 \cdot 5,4 = 5292 \text{ Н} / \text{м};$

шамол юки:

$$q_s = c q_0 n B = 0,8 \cdot 300 \cdot 1,2 \cdot 5,4 = 1555 \text{ Н} / \text{м}.$$

Тўсинга таъсир этувчи шамол юки:

$$q_s^n = q_s \cos \alpha = 1555 \cdot 0,97 = 1508 \text{ Н} / \text{м};$$

$$q_s^n = 0,5 q_s \cos \alpha = 0,5 \cdot 1555 \cdot 0,97 = 754 \text{ Н} / \text{м};$$

устунларга таъсир этувчи шамол юки:

$$q_{вд} = q_s = 1555 \text{ н} / \text{м};$$

$$q_{eo} = 0,75 q_s = 0,75 \cdot 1555 = 1166 \text{ н} / \text{м};$$

$$q_{вд_1} = 0,24 q_s = 0,24 \cdot 1555 = 372 \text{ н} / \text{м};$$

$$q_{eo_1} = 0,12 q_s = 0,12 \cdot 1555 = 186 \text{ н} / \text{м}.$$

Раманинг статик ҳисоби.

$q=1$ Н/м бирлик юкдан таянч реакциялари:

$$V_A = \frac{3q\ell}{8} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 23,7}{8} = 8,9 \text{ H};$$

$$V_B = \frac{1q\ell}{8} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 23,7}{8} = 3,0 \text{ H};$$

$$H_A = H_B = \frac{q\ell^2}{16H} = \frac{1 \cdot 23,7^2}{16 \cdot 10} = 3,5 \text{ H}.$$

Шамол юкидан таянч реакцияларини аниқлаймиз:

$$1) \quad \Sigma M_B = 0 = (1166 + 1555) \cdot \frac{7,04^2}{2} + (186 - 372) \cdot \left(7,04 + \frac{2,96}{2} \right) \cdot 2,96 + 754 \cdot \frac{11,85^2}{2} + \\ + 1508 \cdot 11,85 \cdot \left(11,85 + \frac{11,85}{2} \right) - V_A \cdot 23,7.$$

$$V_A = \frac{67428 - 4690 + 52939 + 317635}{23,7} = 18283 \text{ H};$$

$$2) \quad \Sigma M_A = 0 = (1555 + 1166) \cdot \frac{7,04^2}{2} + (-372 + 186) \cdot 2,96 \cdot \left(7,04 + \frac{2,96}{2} \right) - 1508 \cdot \frac{11,85^2}{2} - \\ - 754 \cdot 11,85 \cdot \left(11,85 + \frac{11,85}{2} \right) - V_B \cdot 23,7.$$

$$V_B = \frac{67428 - 4690 - 105878 - 158817}{23,7} = 8521 \text{ H};$$

$$3) \quad \Sigma M_c^{лев} = 0 = H_A \cdot 10 - 18283 \cdot 11,85 - 1555 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 2,96 \right) + 372 \cdot \frac{2,96^2}{2} + 1508 \cdot \frac{11,85^2}{2};$$

$$H_A = \frac{216653 + 70937 - 1629 - 105878}{10} = 18008 \text{ H};$$

$$4) \quad \Sigma M_c^{np} = 0 = H_B \cdot 10 - 8521 \cdot 11,85 - 1166 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 2,96 \right) - 186 \cdot \frac{2,96^2}{2} - 754 \cdot \frac{11,85^2}{2};$$

$$H_B = \frac{-100973 + 53191 + 814 + 52939}{10} = 597 \text{ H}.$$

Рама оралиғининг чап ва ўнг ярмида таъсир этувчи тенг тақсимланган вертикаль бирлик юкдан ярим раманинг ҳисобий нуқталарида ҳосил бўлувчи эгувчи моментларни (н·м) қуйидаги формулалар бўйича аниқлаймиз:

$$M_n^{лев} = V_A \cdot X_n - q \frac{X_n^2}{2} - H_A \cdot Y_n;$$

$$M_n^{np} = V_B \cdot X_n - H_B \cdot Y_n;$$

$$M_{o(A)}^{лев} = M_{o(A)}^{np} = 0;$$

$$M_1^{лев} = 8,9 \cdot 0 - 1 \cdot 0 - 3,5 \cdot 2,155 = -7,5;$$

$$M_1^{np} = 3 \cdot 0 - 3,5 \cdot 2,155 = -7,5;$$

$$M_2^{лев} = 8,9 \cdot 0 - 1 \cdot 0 - 3,5 \cdot 4,31 = -15,1;$$

$$M_2^{np} = 3 \cdot 0 - 3,5 \cdot 4,31 = -15,1;$$

$$M_3^{лев} = 8,9 \cdot 0,74 - 1 \cdot \frac{0,74^2}{2} - 3,5 \cdot 6,45 = -16,3;$$

$$M_3^{np} = 3 \cdot 0,74 - 3,5 \cdot 6,45 = -20,4;$$

$$M_4^{лев} = 8,9 \cdot 2,65 - 1 \cdot \frac{2,65^2}{2} - 3,5 \cdot 7,7 = -6,9;$$

$$M_4^{np} = 3 \cdot 2,65 - 3,5 \cdot 7,7 = -19;$$

$$M_5^{лев} = 8,9 \cdot 3,5 - 1 \cdot \frac{3,5^2}{2} - 3,5 \cdot 7,91 = -2,7;$$

$$M_5^{np} = 3 \cdot 3,5 - 3,5 \cdot 7,91 = -17,2;$$

$$M_6^{лев} = 8,9 \cdot 6,26 - 1 \cdot \frac{6,26^2}{2} - 3,5 \cdot 8,6 = 6;$$

$$M_6^{np} = 3 \cdot 6,26 - 3,5 \cdot 8,6 = -11,3;$$

$$M_7^{лев} = 8,9 \cdot 9,06 - 1 \cdot \frac{9,06^2}{2} - 3,5 \cdot 9,3 = 7;$$

$$M_7^{np} = 3 \cdot 9,06 - 3,5 \cdot 9,3 = -5,4;$$

$$M_{8(c)}^{лев} = M_{8(c)}^{np} = 0.$$

Шамол юкидан эгувчи моментлар куйидаги формулалар бўйича топилади:

$$M_n^A = H_A Y_n - (q_b Y_n^2 / 2) - V_A X_n;$$

$$M_n^B = H_B Y_n + (q_b Y_n^2 / 2) - V_B X_n$$

Шамол юкидан ярим раманинг ҳисобий нуқталарида ҳосил бўлувчи эгувчи моментларни (M) аниқлаймиз:

$$M_{o(A)} = 0;$$

$$M_1^{лев} = 18008 \cdot 2,155 - 1555 \cdot \frac{2,155^2}{2} = 35196;$$

$$M_1^{np} = 597 \cdot 2,155 + 1166 \cdot \frac{2,155^2}{2} = 3994;$$

$$M_2^{лев} = 18008 \cdot 4,31 - 1555 \cdot \frac{4,31^2}{2} = 63171;$$

$$M_2^{np} = 597 \cdot 4,31 + 1166 \cdot \frac{4,31^2}{2} = 13402;$$

$$M_3^{лев} = 18008 \cdot 6,45 - 1555 \cdot \frac{6,45^2}{2} - 18283 \cdot 0,74 = 70276;$$

$$M_3^{np} = 597 \cdot 6,45 + 1166 \cdot \frac{6,45^2}{2} - 8521 \cdot 0,74 = 21799;$$

$$M_4^{лев} = 18008 \cdot 7,7 - 1555 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 0,66 \right) + 372 \cdot \frac{0,66^2}{2} + 1508 \cdot \frac{2,65^2}{2} - 18283 \cdot 2,65 = 49828;$$

$$M_4^{np} = 597 \cdot 7,7 + 1166 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 0,66 \right) + 186 \cdot \frac{0,66^2}{2} + 754 \cdot \frac{2,65^2}{2} - 8521 \cdot 2,65 = 19017;$$

$$M_5^{лев} = 18008 \cdot 7,91 - 1555 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 0,87 \right) + 372 \cdot \frac{0,87^2}{2} + 1508 \cdot \frac{3,5^2}{2} - 18283 \cdot 3,5 = 39772;$$

$$M_5^{np} = 597 \cdot 7,91 + 1166 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 0,87 \right) + 186 \cdot \frac{0,87^2}{2} + 754 \cdot \frac{3,5^2}{2} - 8521 \cdot 3,5 = 15624;$$

$$M_6^{лев} = 18008 \cdot 8,6 - 1555 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 1,54 \right) + 372 \cdot \frac{1,54^2}{2} + 1508 \cdot \frac{6,28^2}{2} - 18283 \cdot 6,28 = 14838;$$

$$M_6^{np} = 597 \cdot 8,6 + 1166 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 1,54 \right) + 186 \cdot \frac{1,54^2}{2} + 754 \cdot \frac{6,28^2}{2} - 8521 \cdot 6,28 = 8248;$$

$$M_7^{лев} = 18008 \cdot 9,3 - 1555 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 2,26 \right) + 372 \cdot \frac{2,26^2}{2} + 1508 \cdot \frac{9,06^2}{2} - 18283 \cdot 9,06 = 1401;$$

$$M_7^{np} = 597 \cdot 9,3 + 1166 \cdot 7,04 \cdot \left(\frac{7,04}{2} + 2,26 \right) + 186 \cdot \frac{2,26^2}{2} + 754 \cdot \frac{9,06^2}{2} - 8521 \cdot 9,06 = 7218;$$

$$M_{8(c)} = 0.$$

Эгувчи моментларнинг аниқланган қийматларини 6.3-жадвалга киритамиз.

Юкларнинг асосий йиғиндисидан (доимий ва қор юки) манфий ишорали энг катта эгувчи момент (3) нуктада ҳосил бўлади: $M_3 = -266954$ н·м; мусбат ишорали энг катта эгувчи момент эса – (7) нуктада ҳосил бўлади: $M_7 = 40215$ н·м.

Юкларнинг асосий йиғиндисидан ҳисобий нукталар учун бўйлама ва кўндаланг кучларни аниқлаймиз.

Доимий ва қор юкидан таянч реакциялари:

$$V_A = \frac{q\ell}{2} = \frac{(1982 + 5292) \cdot 23,7}{2} = 86196 \text{ H};$$

$$H = \frac{q\ell^2}{8f} = \frac{(1982 + 5292) \cdot 23,7^2}{8 \cdot 10} = 51071 \text{ H}.$$

(3) нукта учун:

$$\sin \varphi_3 = \frac{r_\kappa - x_3}{r_\kappa} = \frac{3,5 - 0,74}{3,5} = 0,7885; \quad \varphi_3 = 52^\circ; \quad \cos \varphi_3 = 0,615.$$

$N_3 = (V_A - q \cdot X_3) \cdot \sin \varphi_3 + H \cos \varphi_3 = [86196 - (1982 + 5292) \cdot 0,74] \cdot 0,7885 + 51071 \cdot 0,615 = 95130 \text{ H}$
 (7) нукта учун:

$$\alpha = 14^\circ; \quad \sin \alpha = 0,242; \quad \cos \alpha = 0,97.$$

$$V_A = \frac{q\ell}{2} + \frac{3P_{ch} \cdot \ell}{8} = \frac{(1982 + 5292) \cdot 23,7}{2} + \frac{3 \cdot 5292 \cdot 23,7}{8} = 133229 \text{ H};$$

$$H = \frac{q\ell^2}{8f} + \frac{P_{ch} \cdot \ell^2}{16f} = \frac{(1982 + 5292) \cdot 23,7^2}{8 \cdot 10} + \frac{5292 \cdot 23,7^2}{16 \cdot 10} = 69649 \text{ H};$$

$$N_7 = (V_A - q \cdot X_7) \cdot \sin \alpha + H \cos \alpha = [133229 - (1982 + 5292) \cdot 9,06] \cdot 0,242 + 69649 \cdot 0,97 = 83852 \text{ H}.$$

Таянч реакцияларини қуйидаги формулалар бўйича аниқлаймиз:

қор юкидан:

$$V_A = V_B = \frac{P_{ch} \cdot \ell}{2} = \frac{5292 \cdot 23,7}{2} = 62710 \text{ H};$$

$$H = \frac{P_{ch} \cdot \ell^2}{8f} = \frac{5292 \cdot 23,7^2}{8 \cdot 10} = 37155 \text{ H};$$

доимий юклардан:

$$V_A = V_B = \frac{q\ell}{2} = \frac{1982 \cdot 23,7}{2} = 23486 \text{ H};$$

$$H = \frac{q\ell^2}{8f} = \frac{1982 \cdot 23,7^2}{8 \cdot 10} = 13915 \text{ H}.$$

Таянчлардаги бўйлама ва кўндаланг кучлар:

$$N = 62710 + 23486 = 86196 \text{ H};$$

$$Q = 37155 + 13915 = 51070 \text{ H}.$$

Ярим Рамалар туташиниш тугунидаги бўйлама куч $N_c = Q_{\max} = 51070 \text{ H}$; қор юкидан ҳосил бўлувчи кўндаланг куч таянч реакцияси V_B га тенг бўлади:

қор юки оралиқнинг чап ярмида таъсир этганда:

$$Q_{CH} = V_B = \frac{P_{CH} \cdot \ell}{8} = \frac{5292 \cdot 23,7}{8} = 15677 \text{ H};$$

шамол юкидан:

$$Q_c = -V_A + q_6^{лев} \cdot 0,5 \cdot \ell = -8521 + 1508 \cdot 0,5 \cdot 23,7 = 9348 \text{ H};$$

умумий кўндаланг куч:

$$Q_c = 0,9 \cdot (Q_{CH} + Q_6) = 0,9 \cdot (15677 + 9348) = 22522 \text{ H}.$$

Рама кесимларидаги эгувчи моментлар, н·м

7.3-жадвал

Кесим №	q=1 н/м бирлик юкдан			G=198 2 н/м хусусий оғирликдан	$P_{CH} = 5292 \text{ H/м}$ Қор юкидан			Шамол юкидан q_B , н/м		Ҳисобий эгувчи моментлар, н·м	
	чапда	ўнгда	тўлиқ		чапда	ўнгда	тўлиқ	чапда	ўнгда	асосий йиғинди	махсус йиғинди
0 (А)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-7,5	-7,5	-15	-29730	-39690	-39690	-79380	35196	3994	-109110	шамол юкидан зўриқишлар камаяди.
2	-15,1	-15,1	-30,2	-59856	-79909	-79909	-159818	63171	13402	-219674	
3	-16,3	-20,4	-36,7	-72739	-86259	-107956	-194215	70276	21799	-266954	
4	-6,9	-19	-25,9	-51333	-36514	-100548	-137062	49828	19017	-188395	
5	-2,7	-17,2	-19,9	-39441	-14288	-91022	-105310	39772	15624	-144751	
6	6	-11,3	-5,3	-10504	31752	-59799	-28047	14838	8248	-70303	шамол юкидан зўриқишлар камаяди.
7	7	-5,4	1,6	3171	37044	-28576	8468	1401	7218	40215 (-20405)	
8 (с)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Раманинг конструктив ҳисоби

Рама кесимини тўғри тўртбурчак шаклда қабул қиламиз; $h/b \leq 6$ нисбат бажарилиши шартидан кесим энини $b = \frac{h}{6} = 200$ мм қабул қиламиз.

(3) нуқтадаги максималъ эгувчи момент бўйича рама кесимининг баландлигини бўйлама кучлардан ҳосил бўлувчи кучланиш умумий кучланишларнинг ~10%ини ташкил этишини эътиборга олиб, қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$h_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\text{max}} \cdot K_c}{\xi \cdot b \cdot R_c \cdot \varphi}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 26695400 \cdot 1,07}{0,75 \cdot 20 \cdot 1300 \cdot 0,8}} = 104,8 \text{ см},$$

бу ерда: $K_c = 1,07$ – раманинг эгилган қисмида кучланишлар эпюрасининг эгри чизикли характери эътиборга олувчи коэффициент (7.4-жадвал бўйича $\frac{r}{h} = 5$ нисбатга мос қиймат қабул қилинган);

$\xi = 0,7-1,0$ – бўйлама эгилишдан ҳосил бўлувчи моментни ҳисобга олувчи коэффициент (дастлабки ҳисоб учун $\xi = 0,75$ қиймат қабул қилинди);

$\varphi = 0,8$ – элементнинг эгилувчанлигини ҳисобга олувчи коэффициент;

$R_c = 1300 \text{ Н/см}^2$ – арча ёғочининг сиқилишга ҳисобий қаршилиги.

Ҳисоб натижасига кўра кесим ўлчамларини $b \cdot h = 20 \cdot 105$ см қабул қиламиз; $h = 75 \cdot 1,4 = 105 \text{ см}$.

Таянчда кесим баландлиги елимли чокнинг ёрилишга мустаҳкамлиги шартидан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$h_{on} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{\text{max}}}{b \cdot R_{ck}} = \frac{3 \cdot 51070}{2 \cdot 20 \cdot 160} = 24 \text{ см}.$$

Конструктив талабларни эътиборга олган ҳолда Рама кесимининг ўлчамларини қуйидагича қабул қиламиз:

таянчда: $h_{on} = 1,4 \cdot 30 = 42 \text{ см}$; $b \cdot h_{on} = 20 \cdot 42 \text{ см}$;

тўсин учида: $h_c = 1,4 \cdot 25 = 35 \text{ см}$; $b \cdot h_c = 20 \cdot 35 \text{ см}$;

эгилган қисмида: $h_1 = 1,4 \cdot 75 = 105 \text{ см}$; $b \cdot h_1 = 20 \cdot 105 \text{ см}$.

Ярим рамалар қалинлиги 1,4 смли (рандалангандан сўнг, рандалангунча – 19 мм=1,9 см) тахталардан эгиб елимланиб тайёрланади.

Кесим баландлигининг энига нисбати:

$$\frac{h}{b} = \frac{105}{20} = 5,25 < 6,$$

демак, конструктив талаблар бажарилган.

К_с коэффициентнинг қийматлари

7.4-жадвал

$\frac{r}{h}$	2	3	4	5
K_c	1,17	1,12	1,08	1,07

Рама ички тахтасининг эгрилик радиусини аниқлаймиз:

$$e = \frac{h_1 - h_n}{2} = \frac{105 - 42}{2} = 31,5 \text{ см};$$

$$r_{\text{вн}} = r_{\text{к}} - e - \frac{h_1 - h_{\text{д}}}{2} = 3,5 - 0,315 - \frac{1,05 - 0,014}{2} = 2,67 \text{ м}.$$

$$\frac{r_{\text{вн}}}{h_{\text{д}}} = \frac{2,67}{1,4} = 190 < 250, \text{ демак, кесимнинг устиворлиги таъминланган.}$$

2-4 участкадаги кесимнинг геометрик характеристикаларини аниқлаймиз:

$$F = b \cdot h = 20 \cdot 105 = 2100 \text{ см}^2;$$

$$W_{\text{тр}} = m_{\delta} \cdot \frac{b \cdot h_1^2}{6} = 0,837 \cdot 20 \cdot \frac{105^2}{6} = 30760 \text{ см}^3,$$

бу ерда: $m_{\delta}=0,837$ – кесимнинг қаршилик моментига елиманган элементларнинг эгилишдаги иш шароитини эътиборга олувчи коэффициент, кесим баландлигига кўра иловаларнинг 7.4-жадвали бўйича қабул қилинади.

Ярим Раманинг ҳисобий узунлиги унинг геометрик узунлигига тенг бўлади:

$$\ell_{ox} = H_{\text{ст}} + S + \ell_p = 4,31 + 4,6 + 9,48 = 18,39 \text{ м}.$$

Кесимнинг инерция радиусини тақрибан қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$r_x = \frac{0,289 \sum h_i \cdot \ell_i}{\sum \ell_i} = \frac{0,289 \cdot \left(\frac{42+105}{2} \cdot 431 + 105 \cdot 460 + \frac{105+35}{2} \cdot 948 \right)}{1839} = 23 \text{ см}.$$

бу ерда: h_i ва ℓ_i – рама участкаларининг ўртача баландлиги ва узунлиги.

Элементнинг эгилувчанлиги (мойиллиги):

$$\lambda_x = \frac{\ell_{ox}}{r_x} = \frac{1839}{23} = 80.$$

(3) кесимдаги кучланишлар бўйича элементнинг мустаҳкамлигини текшираемиз, $M_3=266954 \text{ Н·м}$, $N_3=95130 \text{ Н}$. Кўндаланг кесимнинг ўртача юзаси:

$$F_{cp} = h_{cp} \cdot b = \frac{r_{cp} \cdot b}{0,289} = \frac{23 \cdot 20}{0,289} = 1592 \text{ см}^2.$$

Бўйлама эгилишдан ҳосил бўлувчи моментни ҳисобга олувчи коэффициентни қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$\xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{F_{cp} \cdot R_c \cdot m_{zn} \cdot 3000} = 1 - \frac{95130 \cdot 80^2}{1592 \cdot 1400 \cdot 1 \cdot 3000} = 0,91,$$

бу ерда: $m_{гн}=1$ – эгиб тайёрланган элементлар учун иш шароити коэффиценти (иловалардаги жадвал бўйича қабул қилинади). Ҳисобий эгувчи момент:

$$M = M_{\max} - N \cdot e = 266954 - 95130 \cdot 0,315 = 236988 \text{ Н·м.}$$

Раманинг (3) кесимидаги кучланишлар:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M \cdot K_c \cdot R_c}{\xi \cdot W \cdot R_u} = \frac{95130}{2100} + \frac{236988 \cdot 1,12 \cdot 1300 \cdot (100)}{0,91 \cdot 30760 \cdot 1500} = 867 \text{ Н/см}^2 < R_c \cdot m_{гн} = 1400 \cdot 1 = 1400 \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда: $K_c=1,12$, $\frac{r_{cp}}{h_1} = \frac{318,5}{105} = 3,03$ қийматига мос ҳолда 7.4-жадвал бўйича қабул қилинади;

$$r_{cp} = r_k - e = 350 - 31,5 = 318,5 \text{ см.}$$

Раманинг 2-4 участкасида текис эгилиш шаклида устиворлигини таъминлаш учун қўйилувчи қия робиталарнинг максималъ қадамини қуйидаги ифодадан аниқлаймиз:

$$\ell_p = 70 \cdot \frac{b^2}{h} = 70 \cdot \frac{0,2^2}{1,05} = 2,66 \text{ м.}$$

$$\frac{h_{\min}}{h_{\max}} = \frac{h_c}{h_1} = \frac{35}{105} = 0,3$$

бўлганлиги сабабли, раманинг бошқа кесимларини нормаль кучланишлар бўйича текшириш талаб этилмайди.

Раманинг таянч кесимини елимли чокнинг ёрилишга мустаҳкамлиги бўйича қуйидаги формула асосида текширамиз:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b_p} \leq R_{ск};$$

кесимнинг статик моменти:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{20 \cdot 105^2}{8} = 27562 \text{ см}^3.$$

Кесимнинг инерция моменти:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{20 \cdot 105^3}{12} = 1929375 \text{ см}^4.$$

$$\tau = \frac{51070 \cdot 27562}{1929375 \cdot 20} = 37 \text{ н/см}^2 < R_{\text{ск}} = 160 \text{ н/см}^2.$$

Рама устунининг товонида ҳосил бўлувчи эзувчи кучланишларни аниқлаймиз:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_A}{F_{\text{см}}} = \frac{86196}{42 \cdot 20} = 103 \text{ н/см}^2 < R_c = 1400 \text{ н/см}^2,$$

демак, Раманинг мустаҳкамлиги таъминланган.

Раманинг тугунларини ҳисоблаш

Таянч тугуни. Рама устунининг товонида пайвандланган пўлат бошмоқ қўйилади ва унга устун диаметри $d=20$ ммли 2 та болт воситасида бириктирилади; пўлат бошмоқ ўз навбатида бетон пойдевор танасига анкерланган болтларга маҳкамланади. Таянчда ҳосил бўлувчи распор кучи (H_A) бошмоққа таъсир этади, унинг қўйилиш жойида устун ёғочида талаларга қўндаланг йўналишда эзилиш юзага келади (7.5-расм).

Эзувчи кучланишларни қўйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

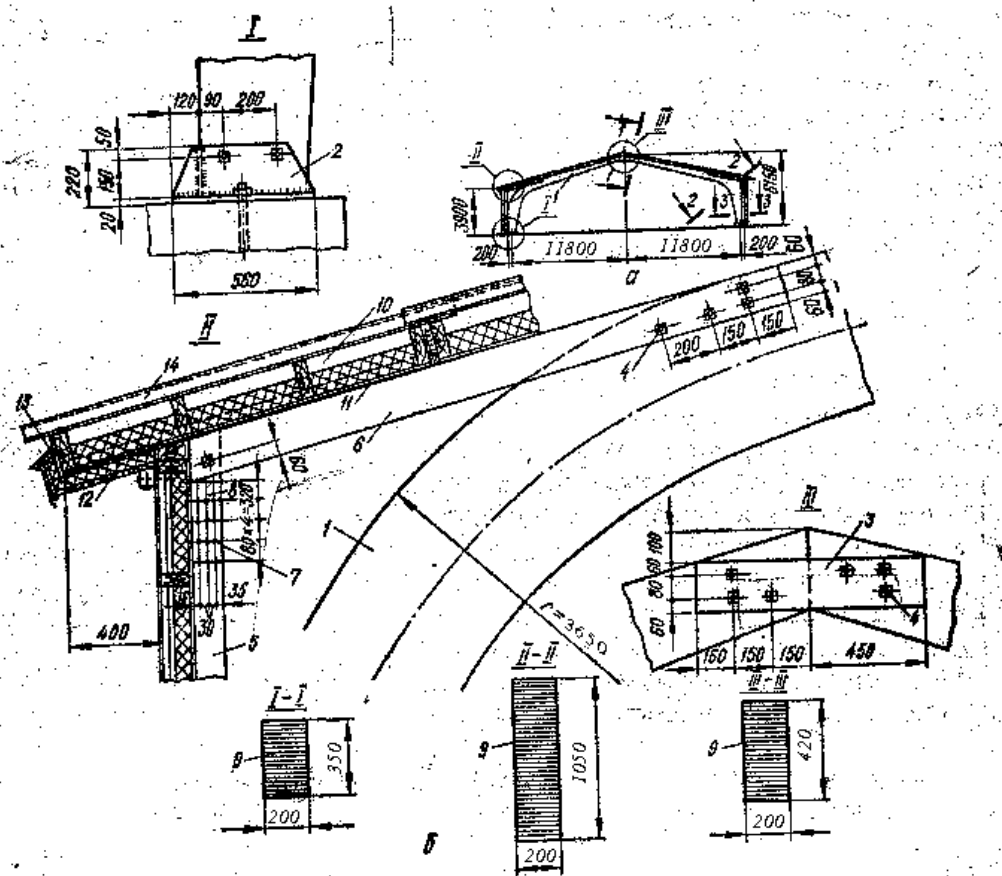
$$\sigma_{\text{см90}} = \frac{H_A}{F_{\text{см}}} = \frac{51070}{20 \cdot 20} = 127,7 \text{ н/см}^2 < R_{\text{см90}} = 300 \text{ н/см}^2.$$

Диаметри $d=20$ ммли анкер болтлар қабул қиламиз, $F_{\text{нт}}=2,25 \text{ см}^2$. У ҳолда

$$\tau = \frac{H_A}{F_{\text{нт}}} = \frac{51070}{2 \cdot 2,25} = 11350 \text{ н/см}^2 < R_{\text{ср}} = 15000 \text{ н/см}^2.$$

Таянч бошмоғи пойдеворга 2та диаметри $d=20$ ммли болтлар воситасида бириктирилади.

Ярим рамаларнинг ўзаро бириктирилиш тугуни. Ярим Рамаларнинг четлари бир-бирига тиралиб, ҳар иккала ёнидан қоплама-дастаклар қўйилиб, болтлар ёрдамида бириктирилади. Қопламалар ва болтларга қўндаланг куч таъсир этади (7.5-расмга қаралсин).



7.5-расм. Тахталардан эгиб елимланган Раманинг конструкцияси:
а-умумий кўриниши; б-тугунлари ва кесимлари.

Қор юкининг носимметрик таъсиридан тугунда ҳосил бўлувчи кўндаланг куч $Q_c = 15677$ Н. Қопламалар тескари симметрик схема бўйича ишлаши сабабли, болтлар ва қопламалар қабул қиладиган зўриқишлар бир хил бўлмайди.

Ярим қопламаларнинг мувозанат шартидан қуйидагини топамиз:

$$Q_c \cdot (e_1 + e_2) + T \cdot e_2 = 0.$$

Бундан:

$$T = \frac{Q_c \cdot (e_1 + e_2)}{e_2} = \frac{15677 \cdot (15 + 20)}{20} = 27434 \text{ Н.}$$

$$Q_c \cdot e_1 - T_2 \cdot e_2 = 0;$$

Бундан:

$$T_2 = \frac{Q_c \cdot e_1}{e_2} = \frac{15677 \cdot 15}{20} = 11757 \text{ Н.}$$

Қопламалар қалинлиги (a) ва болтлар диаметри (d) ни қуйидаги шартлар бўйича қабул қиламиз:

$$a \leq 0,6 \cdot 20 = 12 \text{ см},$$

$$d \leq \frac{a}{5} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм}.$$

Қопламалар қалинлиги $a=12$ см, ёғочнинг эзилиши бурчаги $\alpha_{см} = 90^\circ$ бўлган ҳолат учун диаметри $d=24$ ммли икки қирқимли битта болтнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаймиз:

$$2T_u = 2 \cdot (180d^2 + 2a^2) \sqrt{K_\alpha} \geq 0,5T_1,$$

бу ерда: $K_\alpha=0,5$ - $\alpha_{см} = 90^\circ$ ҳолат учун эзилиш коэффициентини.

$$2T_u = 2 \cdot (180 \cdot 2,4^2 + 2 \cdot 12^2) \sqrt{0,5} \cdot (10) = 18735 \text{ Н}.$$

$$2T_u = 18735 \text{ Н} > \frac{T_1}{2} = \frac{27434}{2} = 13717 \text{ Н},$$

демак, бирикманинг мустаҳкамлиги таъминланган.

Бирикиш тугунида эгувчи момент қиймати кичик бўлгани учун, қопламаларнинг эгилишга мустаҳкамлигини текширмаймиз.

7.2-мисол. Спорт залининг уч шарнирли рамаини лойиҳалаш талаб этилади. Қурилиш жойи – Тошкент шаҳри.

Рама конструкцияси қарағай тахталаридан елимланиб тайёрланади. Рама тўғри чизиқли элементлардан ташкил топади. Ҳар бир кўндаланг Рама иккита ярим Рамадан ташкил топади. Ярим Рамалар лойиҳа бўйича том чўққисида шарнирли схема бўйича бириктирилади. Раманинг ўртадаги баландлиги 7,2 м, қадами – 6 м, оралиғи 18 м. Рамага ёпма панелларидан, ўзининг хусусий оғирлигидан, қор ва шамол таъсиридан ҳосил бўлувчи юклар таъсир қилади (7.6-расм). Рама тўсинининг қиялиги 1:4, $\alpha = 14^\circ 03'$.

Рама элементлари синтетик елим воситасида аррасимон тишли бирикма кўринишида бир-бири билан бириктирилади.

Юкларни ҳисоблаш

Том конструкциялари ва раманинг хусусий оғирлиги:

$$G=690 \cdot 6+100=3690 \text{ Н/м}.$$

Вақтинчалик юклар:

Қор юки: $P = 700 \cdot 6 = 4200 \text{ Н/м}$.

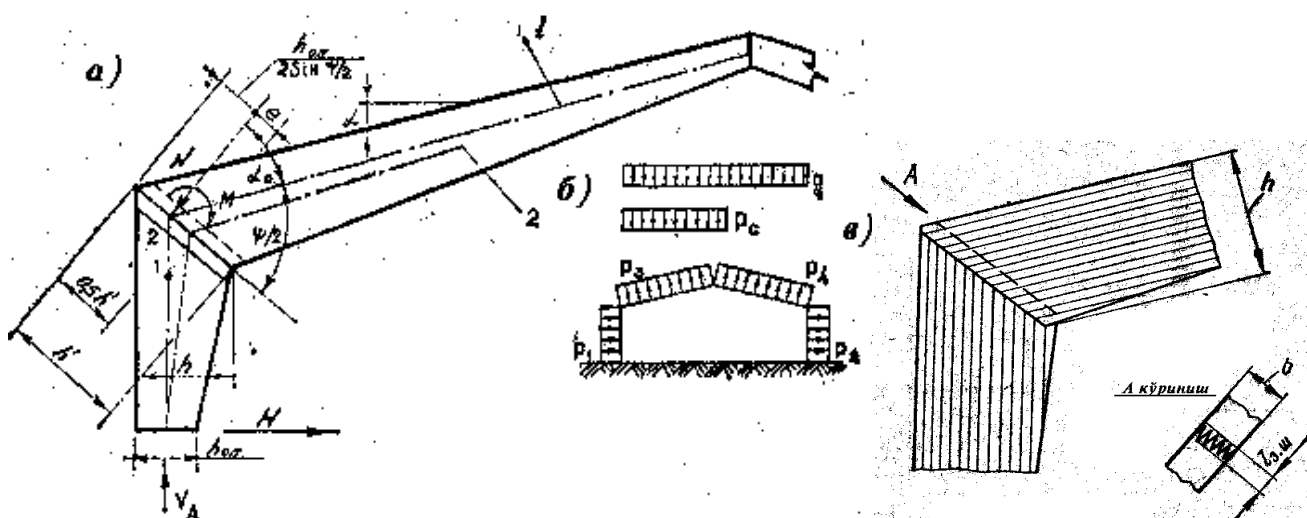
Шамол юки:

$$P_1 = 380 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 2180 \text{ Н/м};$$

$$P_2 = 2180 \cdot 0,5 = 1090 \text{ Н/м};$$

$$P_3 = 2180 \cdot 0,1 = 218 \text{ Н/м};$$

$$P_4 = 2180 \cdot 0,4 = 872 \text{ Н/м}.$$



7.6-расм. Тўғри чизикли элементлардан ташкил топган рама:
а-ярим раманинг геометрик схемаси; б-ҳисоб схемаси; в-раманинг ағрасимон тишли карниз тугуни; 1-ярим раманинг ўқи; 2-элементнинг ўқи.

Раманинг статик ҳисоби

Бирлик юк $q=1 \text{ Н/м}$ дан таянч реакциялари:

$$V_A = \frac{3ql}{8} = 3 \cdot 1 \cdot 18/8 = 6,75 \text{ Н}; \quad V_B = ql/8 = 1 \cdot 1 \cdot 18/8 = 2,2 \text{ Н};$$

$$H_A = H_B = \frac{ql^2}{16H} = \frac{1 \cdot 18^2}{16 \cdot 7,2} = 2,8 \text{ Н}.$$

Рама тўсинининг устуни билан бирикиш жойида [(3) нукта] доимий ва қор юкларидан ҳосил бўлувчи энг катта эғувчи моментини топамиз:

$$H = \frac{(g+P) \cdot l^2}{8 \cdot f} = \frac{(3690+4200) \cdot 18^2}{8 \cdot 7,2} = 44380 \text{ Н};$$

$$M_3 = H \cdot y = 44380 \cdot 4,95 = 219680 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$\frac{\varphi}{2} = 52^{\circ}01'$ да раманинг бирикиш чокидаги бўйлама кучни аниқлаймиз:

$$V_A = \frac{q\ell}{2} = \frac{(3690 + 4200) \cdot 18}{2} = 71010 \text{ H};$$

$$N_3 = V_A \cdot \sin \frac{\varphi}{2} + H \cos \frac{\varphi}{2} = 71010 \cdot 0,788 + 44380 \cdot 0,616 = 83300 \text{ H}.$$

Кучлар ва тахта толалари орасидаги бурчакни аниқлаймиз:

$$\alpha = 90 - \frac{\varphi}{2} = 90 - 52^{\circ}01' = 38^{\circ}.$$

Ёғочнинг $\alpha = 38^{\circ}$ бурчак остидаги эзилишга мустаҳкамлигини топамиз:

$$R_{cm\alpha} = \frac{R_{cm}}{1 + \left(\frac{R_{cm}}{R_{cm90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} = \frac{14}{1 + \left(\frac{14}{1,8} - 1 \right) \cdot 0,615^3} = 5,4 \text{ МПа}.$$

Рама кесимининг энини $b=20$ см қабул қиламиз ва кесимнинг талаб этилувчи баландлигини ҳисоблаймиз:

$$h_{тр}^1 = \sqrt{\frac{6M}{0,65 \cdot b \cdot R_{cm\alpha}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 219680}{0,65 \cdot 0,2 \cdot 5,4(100)}} = 137 \text{ см},$$

бу ерда: 0,65 – пасайтирувчи коэффициент.

Устун ўқиға нормаль кесимда 26 та қалинлиги 40 мм ли тахта олинса, $h=26 \cdot 4=104$ см. Чокдаги кесим баландлиги:

$$h^1 = \frac{h}{\sin \varphi / 2} = \frac{104}{0,788} = 132 \text{ см}$$

Устун таянчида кесим баланлигини $\ell_{on} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ см}$, рама учида $h_c = 8 \cdot 4 = 32 \text{ см}$ қабул қиламиз (7.4-расмга қаралсин).

Кесимнинг чокдаги геометрик характеристикаларини аниқлаймиз:

$$F = 0,85 \cdot h' \cdot b = 0,85 \cdot 132 \cdot 20 = 2244 \text{ см}^2;$$

$$W = \frac{b \cdot (0,85 \cdot h^1)^2}{6} = \frac{20 \cdot (0,85 \cdot 132)^2}{6} \cdot 0,8 = 33570 \text{ см}^3,$$

бу ерда: $m_6=0,8$ тузатиш коэффициенти.

Элементнинг ҳисобий узунлиги:

$$l_{ox} = H + \frac{l}{2 \cos \alpha} = 4,95 + \frac{18}{2 \cdot 0,97} = 17,2 \text{ м}.$$

Ярим рама кесимининг ўртача инерция радиуси:

$$r_{cp} = 0,289 \cdot h_{np} = 0,289 \cdot \frac{4,95 \cdot \left(\frac{104+40}{2}\right) + \frac{18}{2 \cdot 0,97} \cdot \left(\frac{104+32}{2}\right)}{14,2} = 20,1 \text{ см}.$$

Ярим раманинг мойиллиги:

$$\lambda = \frac{l_{ox}}{r_{cp}} = \frac{1420}{20,1} = 70.$$

Кўндаланг кесимнинг ўртача юзаси:

$$F_{cp} = b \cdot \left(\frac{r_{cp}}{0,289}\right) = 0,2 \cdot \frac{20,1}{0,289} = 1391 \text{ см}^2$$

Коэффициент $\zeta = 0,82$.

φ бурчаги биссектрисаси бўйича таъсир этувчи бўйлама куч
эксцентриситети:

$$e = 0,5 \cdot \left(h^1 - h_{on} \sin \frac{\varphi}{2}\right) = 0,5 \cdot (1,32 - 0,4 \cdot 0,788) = 0,50 \text{ м}.$$

Эгувчи момент:

$$M = M_3 - N_3 \cdot e = 219680 - 83300 \cdot 0,5 = 178030 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Чокли кесимдаги кучланиш:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W_p \cdot \xi} = \frac{83300}{1391} + \frac{1780300}{33570 \cdot 0,82} = 124 \text{ Н/см}^2 = 1,24 \text{ МПа} < R_{cm\alpha} = 5,4 \text{ МПа}.$$

Устун нормаль кесимидаги (2) нукта учун кесимнинг геометрик характеристикаларини
ҳисоблаймиз:

$$F = 0,2 \cdot 1,04 = 0,208 \text{ м}^2 = 2080 \text{ см}^2;$$

$$W = \frac{20 \cdot 104 \cdot 104 \cdot 0,85}{6} = 30645 \text{ см}^3.$$

(2) ва (3) нукталар орасидаги масофа:

$$\Delta y = \frac{h - 0,5 \cdot h_{on}}{\operatorname{tg} \varphi / 2} = \frac{104 - 0,5 \cdot 40}{1,28} = 65,6 \text{ см}.$$

Эгувчи момент:

$$M_2 = H_A(y_2 - \Delta y) = 44380 \cdot (4,95 - 0,656) = 1900600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Бўйлама куч: $N_2 = V_A = 71010 \text{ Н}.$

Эксцентриситет:

$$e = 0,5 \cdot (h - h_{on}) = 0,5 \cdot (1,04 - 0,4) = 0,32 \text{ м}.$$

Ҳисобий эгувчи момент:

$$M = M_2 - N_2 \cdot e = 190600 - 71010 \cdot 0,32 = 167900 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

(2) нуктадаги кучланиш:

$$\sigma = \frac{71010}{1391} + \frac{16790000}{30615 \cdot 0,80} = 732 \text{ н} / \text{см}^2 = 7,32 \text{ МПа} < R_c = 14 \text{ МПа}.$$

Уринма кучланишларни топамиз:

$$Q = H_A = 44380 \text{ н};$$

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{20 \cdot 104^2}{8} = 27040 \text{ см}^3;$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{20 \cdot 104^3}{12} = 1874733 \text{ см}^4;$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b} = \frac{44380 \cdot 27040}{1874733 \cdot 20} = 32 \text{ н} / \text{см}^2 < R_{ck} = 160 \text{ н} / \text{см}^2.$$

Рама устунни пўлат таглик орқали пойдеворга маҳкамланади ва у диаметри $d=16$ мм ли болтлар воситасида бириктирилади. Устун товонида распор кучидан эзувчи кучланишлар ҳосил бўлади:

$$\sigma = \frac{H_A}{F} = \frac{44380}{20 \cdot 20} = 111 \text{ н} / \text{см}^2 = 1,11 \text{ МПа} < R_{cm90} = 3 \text{ МПа};$$

диаметри 16 мм ли болтлар учун:

$$F_a = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = 3,14 \frac{16 \cdot 16}{2 \cdot 2} = 2 \text{ см}^2;$$

$$\tau = \frac{H_A}{F_a} = \frac{44380}{2 \cdot 2} = 11100 \text{ н} / \text{см}^2 < R_{cp} = 15000 \text{ н} / \text{см}^2.$$

Ярим рамалар том чўққисида қоплама дастаклар ва болтлар ёрдамида бириктирилади. Қоплама дастаклар қалинлигини $\alpha=12$ см қабул қиламиз. Ҳар бир ярим Рамада 3 тадан диаметри $d=24$ мм ли болтлар олинади.

Такрорлаш учун саволлар:

8. Рамаларнинг қайси турлари қурилишда ишлатилади?
9. Рамалар қандай ораликларда қўлланилади?
10. Рамаларни ҳисоблаш тартибини тушунтириб беринг?
11. Рамаларни ҳисоблашда қайси юкламалар ҳисобга олинади?
12. Рама тугунларини тушунтириб беринг?
13. Рама кесимларидаги зўриқишлар қандай аниқланади?
14. Рама кўндаланг кесим ўлчамларини қайси формулалар ёрдамида аниқланади?

VIII БОБ. ЁҶОЧ ФЕРМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ.

8.1. Ёғоч ферма конструкциялари

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

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

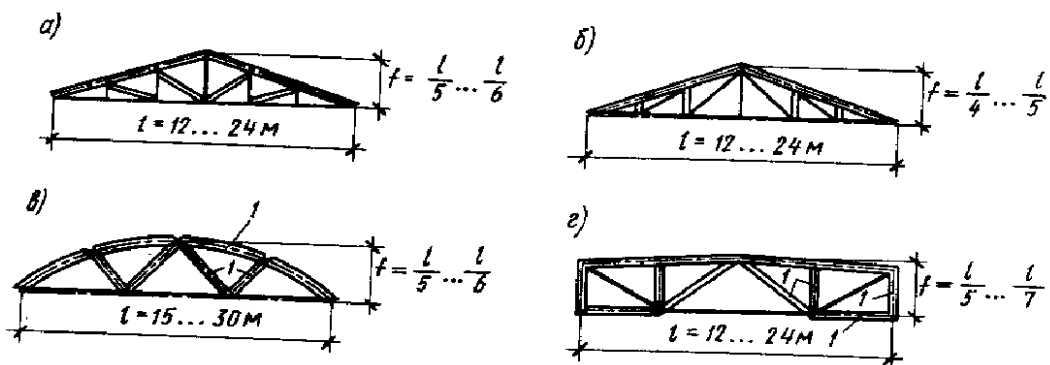
Ёғоч фермалар икки асосий - елимланган ёғоч ва бутун ёғочли синфларга бўлинади.

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

Фермалар геометрик схемалари бўйича сегментли, кўпбурчакли, трапециясимон-бешбурчакли ва учбурчакли турларга бўлинади (8.1-расм).

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

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



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

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

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

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

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

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

чўзилишга ишлайди ва улар пўлат якка арматура стерженларидан тайёрланади.

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

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

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

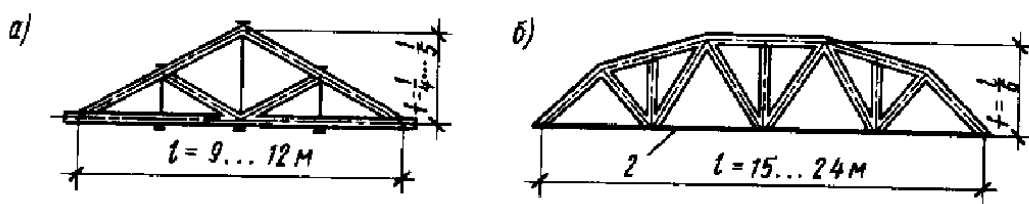
Бешбурчакли елимланган ёғоч фермаларнинг юқори белбоғи кичик қияликка эга бўлади. У ўрама том ёпмали томларни асоси бўлиб ва уч оралиқли томёпмаларни ўрта оралиғи учун хизмат қилади ҳамда ферма устуни билан учбурчак панжара схемали кўринишда бўлади. Юқори белбоғи тўртта елимланган ёғочли тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли стерженлардан иборат бўлиб, улар тугунларда ўз ўқларига нисбатан эксцентриситет билан бириктирилади. Катта чўзилиш зўриқишлари

таъсиридаги белбоғнинг ўрта панеллари ва ўрта ҳавонларида ўзгарувчан ишорали зўриқишлар ҳосил бўлади ҳамда уларни елимланган ёғочдан тайёрланади. Бундай фермаларнинг қўлланиши иқтисодий жихатдан самарасиздир.

Бутун ёғочли фермаларнинг юқори белбоғи ёғочдан, қуйи белбоғи ва панжара стерженлари ёғочдан ёки пўлатдан тайёрланади. Бундай фермаларни афзаллиги шундаки, уларни ҳар қандай шароитда ҳам тайёрлаш мумкин. Камчилиги эса, бутун ёғоч кўндаланг кесим ўлчамларининг чегараланганлигидир.

Учбурчакли кичик ораликларда қўлланиладиган тўрт қиррали ёғоч фермаларнинг ҳавонлари пастга йўналган ёғоч, юқори белбоғи ёғоч, қуйи белбоғи ёғоч ёки пўлат, устунлари эса пўлат стерженлардан иборат бўлади. Бу турдаги фермалар соддалиги билан ажралиб туради. Улар *12 метргача* бўлган ораликларда муваффақиятли қўлланилади.

Кўпбурчакли тўртқиррали ёғоч стерженли фермалар учбурчак панжара схемали, қуйи белбоғи пўлат стерженлардан, қолган стерженлари эса ёғоч стерженлардан ташкил топган бўлади. Бу турдаги фермаларнинг ҳавон ва устунларида кичик қийматли зўриқишларни ҳосил бўлиши, уларни ёғочдан тайёрланишига имконият яратади. Ферма юқори белбоғи қиялик даражасининг кичиклиги, ўрама том ёпмаларда муваффақиятли асос бўлиб хизмат қилишига имконият яратади.



8.2- расм. Тўртқирра ёғочли фермалар: а - учбурчакли ; б – кўпбурчакли.

Ёғоч ферма конструкцияларининг тугунлари турли хилдир. Улар конструкциянинг асосий қисми ҳисобланади. Тугун бирикмаларининг турлари ферма панжара схемаларига узвий боғлиқдир. Ёғоч элементлари

бирикмалари ичида энг ишончлиси пеш таянчдир. Лекин бу турдаги бирикма чўзилишдаги зўриқишни қабул қила олмайди.

Болтли бирикмалар сиқилиш ва чўзилиш зўриқишларини қабул қила олади. Улар асосан ферма стерженларини бириктиришда қўлланилади. Елимланган ёғочли ва бутун ёғочли ферма тугун конструкциялари ўзларининг алоҳида хусусиятларига эгадирлар.

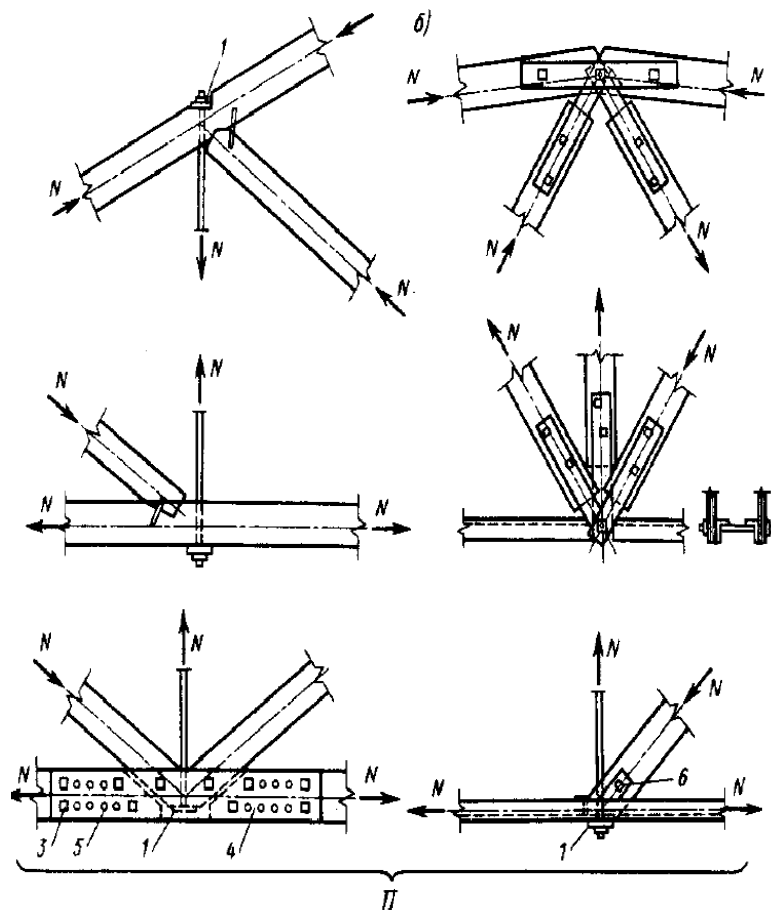
Елимланган ёғоч ферма тугунлари шунингдек кўп кирралидир. Сегментли ва учбурчакли елимланган ёғоч фермаларнинг таянч тугунлари худди аркалар тугунлари каби металл ёки ёғоч қопламали болтли бирикма кўринишида бўлади. Умуман олганда ферма стерженларининг бир-бири билан бирикиши стерженлар материалига, стерженларда ҳосил бўладиган зўриқишларга боғлиқдир. Зўриқишларнинг қийматларига қараб боғловчиларни тури ва ўлчамлари аниқланади.

Учбурчакли тўртқирра ёғочли фермаларнинг тугунлари қуйидагича бўлади. Таянч тугуни ўйиқ бирикма кўринишида тайёрланади. Қуйи белбоғининг таянч қисмида учбурчаксимон уя очилади ва бу уяга юқори белбоғи стерженини зич қилиб болтли маҳкамланади. Ўйиқ чуқурлиги

$1/3 \cdot h_{\text{қуйи}}$ дан катта бўлмаслиги керак. $l_{\text{ёрилиш}}$ – ёрилишга ишлайдиган қисми узунлиги эса $1,5 \cdot h_{\text{қуйи}}$ дан кичик бўлмаслиги керак. Бундан ташқари ўйиқдаги стерженлар геометрик ўқлари марказлаштирилган ҳолда бириктирилиши керак.

Юқори учидаги қирра тугун қия пеш таянч бириктириш усулида бириктирилади. Ўртадаги тугунларида икки томонлама қоплама билан бирикма ҳосил қилинади. Бунда қопламанинг қалинлиги қуйи белбоғ стержени ярим қалинлигидан кичик бўлмаслиги керак.

Кўпбурчакли тўрт қирра ёғоч фермаларнинг тугунлари турли вариант кўринишларида ҳал қилинади. Таянч тугуни пўлат таглик ёрдамида бириктирилади. Оралиқ тугунлари пўлат қоплама ва болтлар ёрдамида маҳкамланади (8.3-расм).



8.3-расм. Тўртқирра кўпбурчакли ферманинг оралик тугунлари: а- учбурчакли; б- кўпбурчакли; I-таянч тугуни; II- оралик тугунлари.

8.2. Фермаларни ҳисоблаш

Фермага доимий ва вақтинчалик юкламалар таъсир қилади. Юкламаларнинг учинчи тури-махсус юкламалар зилзила, портлаш ёки бирор динамик таъсирлардан пайдо бўлади ва унинг вертикал ташкил этувчиси фермада қўшимча зўриқишлар ҳосил қилиши мумкин. Лекин, мазкур қўлланмада статик юкламалар таъсирини ўрганиш билан чекланамиз.

Доимий юкламалар - том ёпма элементларининг хусусий оғирликлари ва ферманинг хусусий оғирлиги. Вақтинчалик юкламалар - қор ва шамол юкламалари ҳисобланади. Доимий ва вақтинчалик юкламалар ферма оралиғи бўйича тенг текис тарқалган ҳолатда бўлади. Кўпинча вақтинчалик шамол таъсири ферма стерженларида тескари ишора билан зўриқиш ҳосил қилади ва шунинг учун уларни қўшимча ҳисоблашларда эътиборга олинмайди. Асосан сегментли фермаларни ҳисоблашда текис тарқалган доимий ва вақтинчалик

қор юкламаси таъсирлари эътиборга олинади. Агар осма жиҳозлар ёки шифт бўлса, ферманинг қуйи белбоғи тугунларига улардан тушадиган юкламалар ҳам йиғиб қўйилади ва ҳисобланади. Фермаларда геометрик ва статик ҳисоблаш ишлари бажарилади. Фермалар стерженлари, зўриқишларнинг турларига қараб махсус бириктирилади.

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

Фермани статик ҳисоблашда барча ҳисобий юкламалардан ферма стерженларида ҳосил бўладиган бўйлама ички зўриқиш - N аниқланади. Фермани юқори белбоғи сиқилиш-эгилиш, қуйи белбоғи чўзилиш ва ҳавон ва устунлари эса сиқилиш ёки чўзилиш ҳолатларида ишлайди.

Ферма стерженларидаги бўйлама - N кучлар икки йўл билан аниқланади:

1) назарий - қурилиш механикасининг классик услублари ёрдамида;

2) график - Максвелл - Крeмон диаграммасини қуриш йўли билан.

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

$$\begin{aligned} A_T &= \frac{0,7 \cdot N}{R_c}; & h_T &= \frac{A_T}{b}; \\ W_T &= \frac{M}{0,8 \cdot R_{\text{эз}}}; & h_T &= \sqrt{\frac{6 \cdot W_T}{b}}. \end{aligned} \quad (8.1)$$

бу ерда: A_T W_T h_T - талаб қилинадиган кўндаланг кесим юзаси, қаршилик моменти, кўндаланг кесим баландлиги; M - эгувчи момент, R_c , $R_{\text{эз}}$ - сиқилишдаги, эгилишдаги ҳисобий қаршиликлар; b - кўндаланг кесимнинг эни.

Асосан узунлиги $9\div 36$ м бўлган фермалар кўпроқ қўлланилган. Фермаларни ҳисоблашларда уларнинг хусусий оғирлиги ҳам эътиборга олинади ва уни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

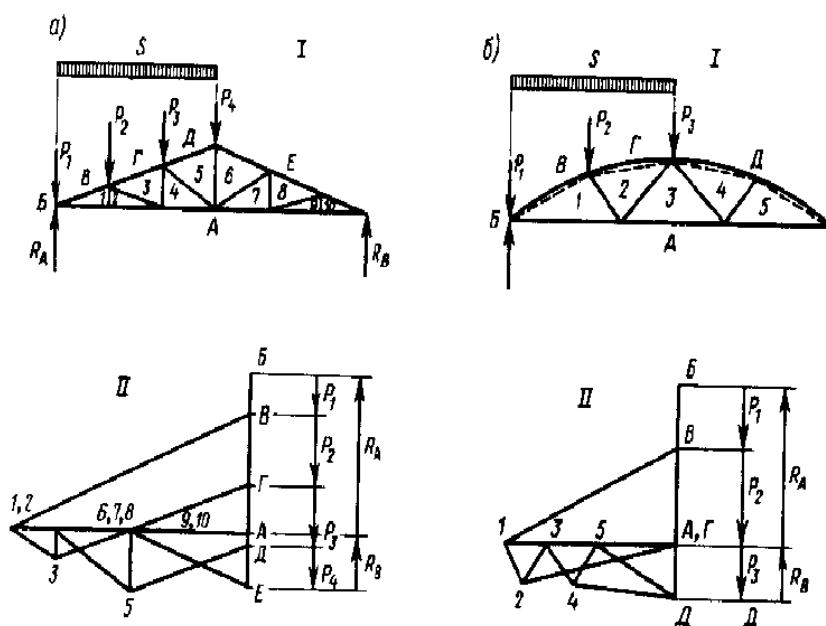
$$g^{\phi}_{x.o} = \frac{q^M + P^M}{(1000/K_{x.o}l) - 1}, \quad (8.2)$$

Учбурчакли фермалар. Том ёпмаларида катта қиялик талаб қилинганда ва асосан кичик ораликларда ишлатилади. Уларда h/l нисбатни тўла ёғоч ферма бўлса - $1/5$, қуйи камари металл бўлса - $1/6$ ва қуйи камари металл, юқори камари елимланган ёғоч бўлса - $1/7$ гача олинади. Том қиялигини эса $1:2,5$ дан, $1:4$ гача бўлган ораликларда олинади.

Учбурчакли фермаларни ҳисоблаш. Ҳисобий зўриқишлар қурилиш механикаси усуллари ёрдамида ҳисобланади. Ферманинг юқори камари, сиқилиб - эгилувчи элемент сифатида қаралади ва ҳисобланади. Бўйлама куч бунда, e - эксцентриситет билан таъсир этади. Агар юқори белбоғи қирқимли бўлса, ҳосил бўладиган максимал ҳисобий эгувчи момент – M нинг қиймати:

$$M = M_q - N \cdot e, \quad M_q = q \cdot l^2 / 8 \text{ га тенг бўлади,} \quad (8.3)$$

бу ерда: M_q - ферма стержени ўртасидаги максимал моментнинг қиймати; $N \cdot e$ - қарама-қарши момент.



8.4- расм. Ферма стерженларидаги зўриқиш ва юкламалар: а - учбурчакли; б - сегментли; I - схемалар ва юкламалар; II - Максвелл - Кремон зўриқиш диаграммалари.

Ферма юқори камари қирқимсиз бўлса, кўпбурчакли ферма ҳисобидаги ҳисоблашлар қайтарилади (бир хил бўлгани учун). Қуйи металл белбоғ эса чўзилишга кучсизланган кесимларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Ферма ҳавонларини - сиқилишга ишлаганини бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлаганини эса чўзилишга текширилади.

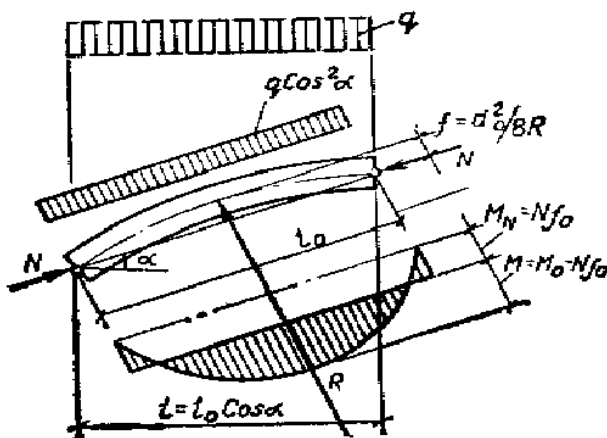
Сегментли фермаларни ҳисоблаш. Ҳозирги вақтда қурилишда 36 метргача бўлган ораликларда елимланган ёғоч сегментли фермалар ишлатилмоқда. Агар қуйи камари (белбоғи) ёғоч бўлса $h/l \geq 1/6$ дан, металл бўлса $h/l \geq 1/7$ дан кам бўлмаслиги керак.

Сегментли ферманинг юқори камари елимланган ёғочли қирқимсиз қилиб тайёрланади. Айрим ҳолдагина қирқимли - ярим блокли қилиб тайёрланади.

Ферманинг юқори камари сиқилиб - эгилишга ишлагани учун, унинг кўндаланг кесими қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_o}{W} \leq R_c, \quad (8.4)$$

бу ерда: $M_o = M / \xi$



8.5-расм. Юқори белбоғи қирқимли елимланган сегментли фермаларнинг ҳисобий схемаси.

Максимал моментнинг қиймати:

$$M_q = q \cdot l^2 / 8, \quad (8.5)$$

Ферма юқори камаридаги ҳисобий моментнинг қиймати кўндаланг кучдан ҳосил бўлган M_0 ва бўйлама кучдан ҳосил бўлган M_N моментларининг йиғмасига тенгдир:

$$M = M_q \pm M_N, \quad (8.6)$$

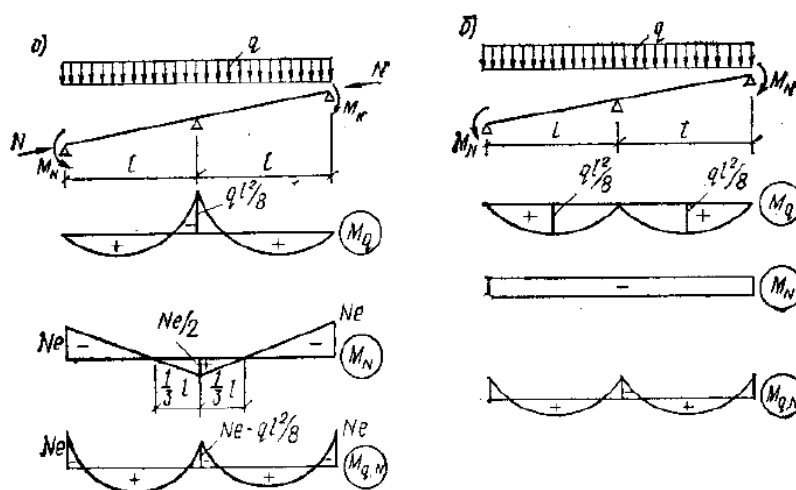
Агар юқори камари қирқимли бўлса ва тенг-текис тарқалган юк таъсир этаётган бўлса, умумий момент қуйидагига тенг бўлади (52a ва 53 – расмлар).

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f, \quad (8.7)$$

бу ерда: l - l_0 панел узунлигининг горизонтал проекцияси; f – панел ёйи эгилиш баландлиги, $f \approx l_0^2 / 8R$; R – юқори камарнинг эгилиш радиуси.

Кўпбурчакли фермаларни ҳисоблаш. Бу турдаги фермалар металлёғочли йиғма, заводда тайёрланадиган конструкциялар қаторига киради. Ферманинг юқори камари айланага ташқи ёки ички чизилган кўпбурчакдан иборат. Унинг баландлигини, оралиғига нисбатан $1/6 \div 1/7$ деб қабул қилинади. Қуйи камари металлдан, панжараси учбурчакли - устунли қилиб тайёрланади. Бу фермаларда юқори панелининг узунлиги сегментли фермаларнинг юқори панелига нисбатан кичикроқ, бунинг сабаби ёғоч брус ўлчамларининг чекланганлиги ҳисобланади.

Икки хил ҳолат бўйича ҳисоблаш ишлари бажарилади:



8.6-расм. Кўпбурчакли қиррали ёғоч ферманинг юқори белбоғи ҳисобига доир.

а) икки ораликли қирқимсиз ; б) икки ораликли қирқимли.

1) Ҳисоблаш икки оралиқли қирқимсиз тўсин кўринишида олиб борилади. Бунда ўрта таянчда тенг тарқалган юкдан ҳосил бўлган момент:

$$M_q = -q \cdot l^2 / 8 , \quad (8.8)$$

бу ерда: l - панел узунлигининг проекцияси.

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

$$M_N = N \cdot e , \quad (8.9)$$

Ўрта таянчдаги моментнинг қиймати:

$$M_N = 0,5 \cdot N \cdot e , \quad (8.10)$$

чунки момент эпюраси, ўрта таянчдан $l/3$ масофадан, яъни фокус нуқтасидан ўтади.

Ўрта таянчдаги ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q + M_N = -q \cdot l^2 / 8 + 0,5 \cdot N \cdot e , \quad (8.11)$$

Номарказий қўйилган N куч ҳисобий эгувчи моментни камайтиради:

$$M = q \cdot l^2 / 16 - N \cdot e / 4 \quad (8.12)$$

Ҳисобий момент сифатида кўпинча ўрта таянчдаги моментнинг қиймати олинади.

Кўндаланг кесими қуйидаги формула ёрдамида текширилади.

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{хис}} + \frac{M_o}{W_{хис}} \leq R_c , \quad M_o = \frac{M}{\xi} , \quad (8.13)$$

бу ерда: ξ - коэффициент юқори камарни эгилишга мойиллиги орқали аниқланади. Бунда l - сифатида панелнинг умумий узунлиги олинади, захира мустаҳкамликка эришиш учун шундай қилинади.

2) икки оралиқли қирқимлида оралиқ ўртасидаги моментнинг қиймати қуйидагига тенг:

$$M_q = q \cdot l^2 / 8 ; \quad (8.14)$$

Бу ерда: l - панел узунлигининг проекцияси.

N - нормал кучдан ҳосил бўлган моментнинг қиймати:

$$M_N = N \cdot e \quad (8.15)$$

Ҳисобий моментнинг қиймати:

$$M = M_q - M_N = q \cdot l^2 / 8 - N \cdot e \quad (8.16)$$

Кўндаланг кесимини юқоридаги 1) даги сингари текширилади. Қуйи камарининг кўндаланг кесими чўзилишга, болт учун очилган тешикларни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Ҳавонларнинг сиқилишга ишлайдигани бўйлама эгилишга, чўзилишга ишлайдигани эса чўзилишга текширилади.

8.1-мисол. Сегментсимон металл-ёғоч ферма ҳисоби.

Қишлоқ хўжалик биносининг устки белбоғи тахталардан елимлаб тайёрланувчи сегментсимон фермасини лойиҳалаш ва ҳисоблаш талаб этилади. Қурилиш жойи - Фарғона ш, конструкциялар гуруҳи А1. Бино оралиғи $L=24$ м, фермалар қадами $B=6$ м.

Ёпманинг тўсиқ конструкциялари-фанерали панеллар, томнинг сувдан ҳимоя қатлами-битум мастикасида ёпиштирилувчи рубероид.

Материаллар: намлиги 15 фоиз гача бўлган арча тахталари ва ГОСТ 380-71 бўйича С38/23 ВСтпс6 синфдаги пўлат.

Ферманинг конструктив схемаси

Сегментсимон металл-ёғоч ферманинг устки белбоғи арча тахталаридан синтетик елим воситасида елимлаб тайёрланади. Остки белбоғ бурчак профиллардан лойиҳаланади. Панжара элементлари тахталардан елимлаб тайёрланади, улар тугунлардаги болтларга пўлат листлар воситасида бириктирилади.

Ферманинг ҳисобий оралиғи:

$$\ell_o = \ell - 2\Delta = 24 - 2 \cdot 0,15 = 23,7 \text{ м.}$$

Ферманинг баландлиги $h = \frac{23,7}{6} = 3,95 \text{ м.}$

Устки белбоғ ўқининг радиуси:

$$R = \frac{\ell_o^2}{8 \cdot h} + \frac{h}{2} = \frac{23,7^2}{8 \cdot 3,95} + \frac{3,95}{2} = 19,75 \text{ м.}$$

Устки белбоғ ёйининг узунлиги:

$$S = \pi \cdot R \cdot \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} = \frac{3,14 \cdot 19,75 \cdot 73^\circ 44'}{180^\circ} = 25,4 \text{ м,}$$

бу ерда: α - марказий бурчак, у қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\ell}{2R} = \frac{23,7}{2 \cdot 19,75} = 0,6; \quad \alpha = 73^{\circ} 44'.$$

Устки белбоғни бешта, остки белбоғни тўртта ўзаро тенг панелларга ажратамиз.

Устки белбоғ панелининг узунлиги:

$$S_a = \frac{S}{5} = \frac{25,4}{5} = 5,08 \text{ м.}$$

Панель ватарининг узунлиги

$$d_o = 2R \sin \frac{\alpha}{2,5} - 2 \cdot 19,75 \cdot \sin 29^{\circ} 30'$$

Остки белбоғ панелининг узунлиги:

$$d_n = \frac{\ell}{4} = \frac{23,7}{4} = 5,925 \text{ м.}$$

Ховонлар узунлиги:

$$\ell_{12-13} = \sqrt{\left(\frac{5,07}{2}\right)^2 + (3,95 - 0,16)^2} = 4,57 \text{ м;}$$

$$\ell_{11-12} = \sqrt{(3,95 - 0,16)^2 + \left(5,925 - \frac{5,07}{2}\right)^2} = 5,08 \text{ м.}$$

Фойдаланиш даврида юклар таъсири остида фермалар деформацияланади ва баози ҳолларда вужудга келадиган салқиликнинг кўриниши кишиларда нохуш таассурот уйғотади, яъни эстетик талабларга жавоб бермай қолиши мумкин. Шу сабабли, фермалар остки белбоғининг салқилигини камайтириш мақсадида, тайёрлаш жараёнида фермаларга аксилсалқилик берилади. Бу тадбир ферма остки белбоғининг ўқини чоклари бор тугунларида (бир ёки икки нуктада) "кўтариш" орқали амалга оширилади, яъни остки белбоғ ўқиға оралик ўртасида кўтарилишга эга бўлган синиқ чизиқ шакли берилади.

Фермалар учун бундай қурилиш кўтарилишининг қиймати $f_{\text{стр}} \leq \frac{\ell}{200}$ миқдорида белгиланади. Лойиҳаланаётган ферманинг қурилиш кўтарилиши:

$$f_{\text{стр}} = \frac{\ell}{200} = \frac{23,7}{200} = 0,12 \text{ м} = 12 \text{ см.}$$

Эни 1,5 м=150 смли фанерали панелларни ўрнатиш учун ферманинг устки эгри чизиқли белбоғига михлар воситасида тахта қистирмалар маҳкамланади.

Ёпманинг фазовий бикрлиги ёпма панелларини маҳкамлаш ва фермаларнинг ҳар тўрт қадамини оралатиб қўйилувчи қия робиталар орқали таъминланади.

Ферманинг статик ҳисоби

Фермага таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз Рубероид қопламали том конструкциялари оғирлигидан ҳосил бўлувчи доимий юкларни ёпманинг эгри сиртлилигини ҳисобга олган ҳолда топамиз:

$$g^n = \frac{743}{1,5} \cdot \frac{S}{\ell} = 530 \text{ н / м}^2;$$

$$g = \frac{83,8}{1,5} \cdot \frac{S}{\ell} = 600 \text{ н / м}^2.$$

Цилиндрик сирт учун қор юки:

$$P_{сн}^n = P_o \cdot c = 1000 \cdot 0,75 = 750 \text{ н / м}^2;$$

$$P_{сн} = P_{сн}^n \cdot \gamma_f = 750 \cdot 1,4 = 1050 \text{ н / м}^2.$$

бу ерда: $c = \frac{\ell}{8h} = \frac{23,7}{8 \cdot 3,95} = 0,75.$

Ферманинг хусусий оғирлигидан:

$$g_{с.б}^n = \frac{g^n + P_{сн}^n}{\frac{1000}{K_{сб} \cdot \ell} - 1} = \frac{530 + 750}{\frac{1000}{3 \cdot 23,7} - 1} = 100 \text{ н / м}^2;$$

$$g_{с.б} = g_{с.б}^n \cdot \gamma_f = 100 \cdot 1,1 = 110 \text{ н / м}^2.$$

Ферманинг 1м узунлигига таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз:

доимий: $q = (600 + 110) \cdot 6 = 4260 \text{ н / м};$

вақтинчалик (қор): $P = 1050 \cdot 6 = 6300 \text{ н / м}.$

Ферма тугунларига таъсир этувчи юклар:

1-2 тугунда:

$$G = 4260 \cdot \frac{4,4 + 1,525 + 3,39}{2} = 19850 \text{ н};$$

$$P = 6300 \cdot \frac{4,4 + 1,525 + 3,39}{2} = 29300 \text{ н};$$

2-3 тугунда:

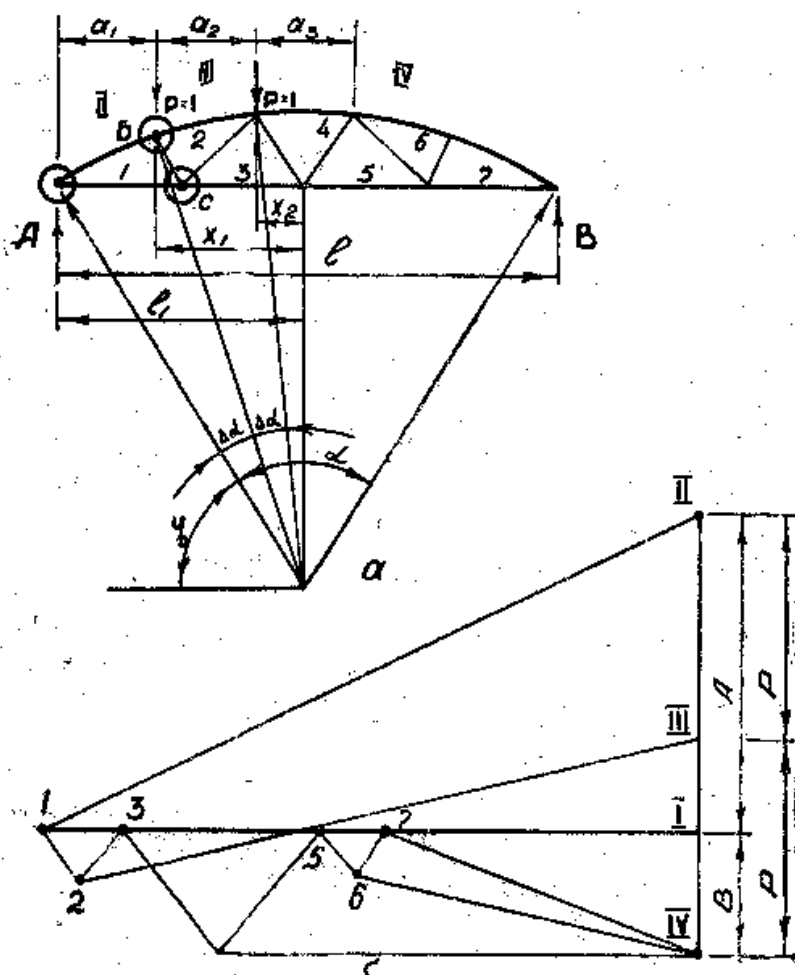
$$G = 4260 \cdot \frac{5,07 + 1,525 + 3,39}{2} = 21300 \text{ H};$$

$$P = 6300 \cdot \frac{5,07 + 1,525 + 3,39}{2} = 31500 \text{ H}.$$

Тўлиқ юкдан таянч реакциялари:

$$V_A = V_B = (4260 + 6300) \cdot \frac{23,7}{2} = 125000 \text{ H}.$$

Ферма элементларидаги зўриқишларни аниқлаш учун Максвелл-Кремона диаграммасини қурамиз (8.7-расм) ва зўриқишлар қийматларини 7.1-жадвалга киритамиз.



8.7-расм. Сегментсимон металл-ёғоч ферма: а-геометрик схемаси; б-зўриқишлар диаграммаси.

Ферманинг конструктив ҳисоби

1. Устки белбоғ. Доимий юк (q) тўлиқ ораликда, қор юки ($P_{сн}$) ораликнинг ўнг ярмида таъсир этувчи юкланиш схемаси учун устки белбоғ

панелларида ҳосил бўлувчи эгувчи моментларни қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$M = M_o - N \cdot f_o,$$

бу ерда: M_o - ташқи юкдан белбоғ панелида ҳосил бўлувчи эгувчи момент:

$$M_o = \frac{q \cdot d_o^2}{8};$$

N - устки белбоғ панелидаги сиқувчи зўриқиш;

$f_o = \frac{d_o^2}{8R}$ - устки белбоғ панелининг эгрилик найзаси (7.2-расм);

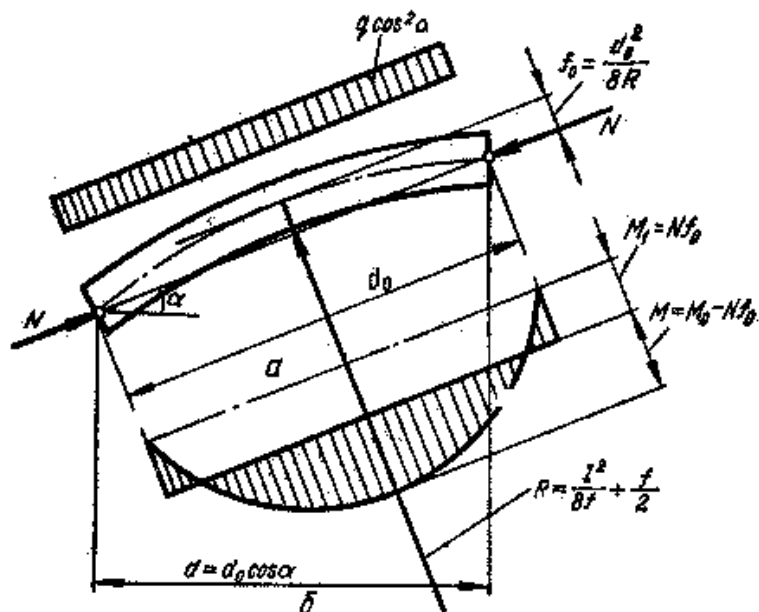
q - панелдаги юк.

Ферма элементларидаги зўриқишлар, Н

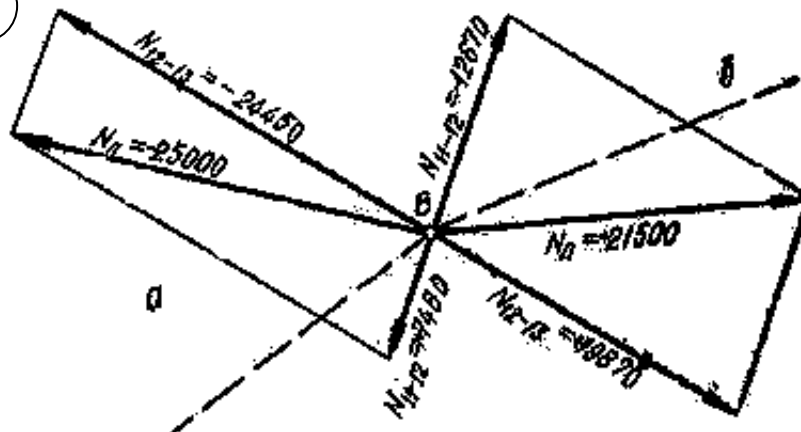
8.1-жадвал

Ферма элементлари	Элементнинг белгиланиши	Бирлик юкдан зўриқишлар			Доимий юкдан зўриқишлар	Вактинчалик (қор) юкдан зўриқишлар			Ҳисобий зўриқишлар
		Чапда	Ўнгда	Тўлиқ ораликда		Чапда	Ўнгда	Тўлиқ ораликда	
Устки белбоғ	1-10	-2,88	-1,88	-4,06	-86500	-92000	-37800	-129800	-216300
	2-11	-2,46	-1,22	-3,68	-78500	-78600	-39000	-117600	-196100
	3-13	-1,80	-1,80	-3,60	-76500	-57500	-57500	-115000	-191500
	4-15	-1,22	-2,46	-3,68	-78500	-39000	-78600	-117600	-196100
	5-16	-1,18	-2,88	-4,06	-86500	-37800	-92000	-129800	-216300
Остки белбоғ	9-10	2,51	1,03	3,54	75500	80200	33000	113200	188700
	8-12	2,18	1,41	3,59	76500	69800	45100	114900	191400
	7-14	1,41	2,18	3,59	76500	45100	69800	114900	191400
	6-16	1,03	2,51	3,54	75500	33000	80200	113200	188700
Ховонлар	10-11	-0,26	0,30	0,04	850	-8320	9600	1280	10450; -7470
	11-12	-0,28	-0,35	-0,07	-1490	8950	-11180	-2230	7460; -12670
	12-13	-0,70	0,69	-0,01	-2130	-28320	22000	-320	19870; -24450
	13-14	0,69	-0,70	-0,01	-2130	22000	-22320	-320	19870; -24450
	14-15	-0,35	0,28	-0,07	-1490	-11180	8950	-2230	7460; -12670
	15-16	0,30	-0,26	0,04	850	9600	-8320	1280	10450; -7470

I



II



8.8-расм. I-ферма устки белбоғидаги моментларнинг ҳисоб схемаси: а-панелнинг схемаси; б-эгувчи моментлар эпюраси; II-туғун болтидаги тенг таъсир этувчини аниқлашнинг график схемаси; а-қор юки ферманинг чап ярим оралиғида; б-қор юки ферманинг ўнг ярим оралиғида.

1-10 панелда:

$$M_q = \frac{(4260 + 6300) \cdot 4,4^2}{8} - 216300 \cdot 0,163 = -9700 \text{ н} \cdot \text{м};$$

$$M_g = \frac{4260 \cdot 4,4^2}{8} - (86500 + 37800) \cdot 0,163 = -10000 \text{ н} \cdot \text{м};$$

2-11 панелда:

$$M_q = \frac{(4260 + 6300) \cdot 4,92^2}{8} - 196100 \cdot 0,163 = -300 \text{ н} \cdot \text{м};$$

$$M_g = \frac{4260 \cdot 4,92^2}{8} - (78500 + 39000) \cdot 0,163 = -6350 \text{ н} \cdot \text{м};$$

3-13 панелда:

$$M_q = \frac{(4260 + 6300) \cdot 5,07^2}{8} - 191500 \cdot 0,163 = 2400 \text{ н} \cdot \text{м};$$

$$M_g = \frac{4260 \cdot 5,07^2}{8} - (76500 + 57500) \cdot 0,163 = -8200 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

бу ерда: $d = d_o \cdot \cos \alpha$;

$$f_o = \frac{d_o^2}{8R} = \frac{5,07^2}{8 \cdot 19,75} = 0,163 \text{ м}.$$

Устки белбоғ учун ҳисобий зўриқиш сифатида 1-10 панелдаги зўриқишларни қабул қиламиз:

$$M = -9700 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$N_{1-10} = -216300 \text{ Н}.$$

Устки белбоғ эни 15 см ва қалинлиги 3,5 смли (рандалангандан сўнг) 9 та тахталардан елимлаб тайёрланади; у ҳолда белбоғ кесимининг ўлчамлари $b \times h = 15 \times 31,5$ смни ташкил этади.

Қуйидаги конструктив талабнинг бажарилишини текширамыз:

$$\frac{h}{b} = \frac{31,5}{15} = 2,1 < 5, \text{ шарт бажарилди.}$$

Устки белбоғ кесимининг юзаси ва қаршилик моментини аниқлаймиз:

$$F = 15 \cdot 31,5 = 472 \text{ см}^2;$$

$$W = \frac{15 \cdot 31,5^2}{6} = 2470 \text{ см}^3.$$

Панелнинг эгилиш текислигидаги мойиллиги (эгиловчанлиги):

$$\lambda = \frac{d_o}{r} = \frac{507}{0,289 \cdot 31,5} = 56.$$

Бўйлама кучдан ҳосил бўлувчи қўшимча моментни ҳисобга олувчи коэффициент:

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2}{3100} \cdot \frac{N}{F \cdot R_c} = 1 - \frac{56^2}{3100} \cdot \frac{216300}{472 \cdot 1400} = 0,624.$$

Устки белбоғда ҳосил бўлувчи максималь кучланишлар:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M \cdot R_c}{W \cdot \xi \cdot R_u} = \frac{216300}{472} + \frac{970000}{2470 \cdot 0,624} \cdot \frac{1400}{1600} = 1009 \text{ н} / \text{см}^2 < R_c = 1400 \text{ н} / \text{см}^2,$$

демак, устки белбоғнинг мустаҳкамлиги таъминланган

2. Остки белбоғ. Ферма остки белбоғи элементларида ҳосил бўлувчи максимал чўзувчи зўриқиш $N_{8-12}=191400$ Н.

Остки белбоғнинг пўлат профиллардан тайёрланишини эътиборга олган ҳолда, унинг талаб этилувчи кесим юзасини аниқлаймиз:

$$F_{\text{тр}} = \frac{N_{8-12}}{R} = \frac{191400}{21000} = 9,11 \text{ см}^2.$$

Бурчак профиллар сортаментидан қабул қиламиз: 2 L 63x5 мм,

$$F = 6,13 \cdot 2 = 12,26 \text{ см}^2;$$

$$J_x = 23,1 \cdot 2 = 46,2 \text{ см}^4;$$

$$r_x = 1,94 \text{ см}; \quad z_o = 1,74 \text{ см} \text{ (ГОСТ 8509-57)}.$$

Остки белбоғнинг хусусий оғирлиги

$$g_{с.б} \approx 100 \text{ н/м}.$$

Остки белбоғнинг вертикаль текисликдаги мойиллиги (эгиловчанлиги):

$$\lambda_x = \frac{d_n}{r_x} = \frac{592,5}{1,94} = 305 < \lambda_{np} = 400.$$

$$W_{\min} = \frac{J_x}{h - z_o} = \frac{46,2}{6,3 - 1,74} = 10,1 \text{ см}^3.$$

Остки белбоғнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўлувчи эгувчи момент:

$$M_n = \frac{g_{с.б} \cdot d_n^2}{8} = \frac{100 \cdot 5,925^2}{8} = 440 \text{ н.м}.$$

Остки белбоғ кесимидаги кучланиш;

$$\sigma = \frac{N_{8-12}}{F} + \frac{M_n}{W} = \frac{191400}{12,26} + \frac{44000}{10,1} = 19968 \text{ н/см}^2 < R = 21000 \text{ н/см}^2,$$

демак, остки белбоғнинг муштаҳкамлиги таъминланган.

3. Ховонларни конструкциялаш. Ферма элементларини бирхиллаштириш учун барча ховонларнинг кўндаланг кесимини бир хил қабул қиламиз. Кесим ўлчамларини чегаравий мойиллик (эгиловчанлик) бўйича қабул қиламиз.

11-12 - ховон:

$$\ell_o = 5,08 \text{ м}; \quad N_{11-12} = -12670 \text{ н};$$

12-13 - ховон:

$$\ell_o = 4,57 \text{ м}; \quad N_{12-13} = -24450 \text{ н.}$$

Чегаравий мойилликнинг $\lambda_{np}=150$ қийматида кесим баландлигини аниқлаймиз:

$$h = \frac{\ell_o}{0,289 \cdot \lambda_{np}} = \frac{508}{0,289 \cdot 150} = 11,7 \text{ см.}$$

Ховонлар кесимини $b \times h = 13 \times 15$ см қабул қиламиз $F = 195 \text{ см}^2$.

11-12- ховон:

$$\lambda = \frac{508}{0,289 \cdot 13} = 135; \quad \varphi = 0,17.$$

Ховон кесимидаги кучланиш:

$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{12670}{195 \cdot 0,17} = 382 \text{ н/см}^2 < R_c = 1400 \text{ н/см}^2$$

12-13 – ховон:

$$\lambda = \frac{457}{0,289 \cdot 13} = 122; \quad \varphi = 0,20.$$

$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{24450}{195 \cdot 0,2} = 627 \text{ н/см}^2 < R_c = 1400 \text{ н/см}^2.$$

Шундай қилиб, ҳисоблар натижасига кўра, ферма ховонларининг мустаҳкамлиги таъминланган.

Ферма тугунларининг ҳисоби

1. Таянч тугуни. Ферманинг таянч тугунлари пўлат листлардан пайвандлаб тайёрланган пўлат бошмоқ кўринишида конструкцияланади. Ферманинг устки белбоғи бошмоқ бетларига пайвандланган қобирғали плитага тиралади.

Ферма остки белбоғининг элементлари бошмоқ бетлари листларига пайванд чоклари воситасида бириктирилади.

Устки белбоғ четининг бошмоқ плитасига тиралишида унинг эзилишга мустаҳкамлиги таъминланиши шартдан таянч юзасини аниқлаймиз:

$$F_{cm} = \frac{N_{1-10}}{R_{cm}} = \frac{216300}{1300} = 167 \text{ см}^2,$$

бундан плита узунлиги: $\ell_n = \frac{F_{cm}}{b} = \frac{167}{15} = 11,2 \text{ см},$

қабул қиламиз: $\ell_n = 20 \text{ см}$.

Таянч плитасини тўрт томони билан таянувчи контур плитаси сифатида ҳисоблаймиз.

Плитадаги кучланиш:

$$\sigma_{cm} = \frac{N_{1-10}}{\ell_n \cdot b} = \frac{216300}{20 \cdot 15} = 721 \text{ Н/см}^2;$$

$$M = a_1 \sigma_{cm} a^2 = 0,1 \cdot 721 \cdot 7,5^2 = 4055 \text{ Н.см},$$

бу ерда: $\frac{b}{a} = \frac{15}{7,5} = 2$ да $a_1 = 0,1$;

$$W = \frac{M}{R} = \frac{4055}{21000} = 0,193 \text{ см}^3.$$

Плитанинг қалинлиги:

$$\delta_n = \sqrt{\sigma \cdot 0,193} = 1,076 \text{ см}.$$

Қабул қиламиз: $\delta_n = 1,2 \text{ см} = 12 \text{ мм}$.

Қобирғали плитани оралиғи бетлари ўртасидаги масофага тенг тўсин сингари мустаҳкамликка текширамиз:

эгувчи момент:

$$M = \frac{725 \cdot 20 \cdot 16^2}{8} = 464000 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

Кесим қиррасидан оғирлик марказигача бўлган масофа:

$$y = \frac{20 \cdot 1,2 \cdot 0,6 + 3,8 \cdot 1,0 \cdot 5,2}{20 \cdot 1,2 + 3,8 \cdot 1,0} = 2,9 \text{ см}.$$

Кесимнинг инерция моменти:

$$J_x = \frac{20 \cdot 1,2^3}{12} + \frac{1 \cdot 8^3}{12} \cdot 3 + 24(2,9 - 0,6)^2 + 24(5,2 - 2,9)^2 = 384 \text{ см}^4$$

У ҳолда кучланишлар:

$$\sigma = \frac{M \cdot (h - y)}{J_x} = \frac{46000 \cdot (9,2 - 2,9)}{384} = 7612 \text{ Н/см}^2 < R_u = 21000 \text{ Н/см}^2.$$

Бошмоқ таянч плитасининг ўлчамларини аниқлаймиз.

Таянч плитасининг ишончли таяниши ва анкер болтлари воситасида маҳкамланишини ҳисобга олган ҳолда ўлчамларини 20x30 см га тенг қилиб қабул қиламиз (7.3-расм).

Плита остида ҳосил бўлувчи сиқилиш кучланишлари:

$$\sigma = \frac{V_A}{V_B} = \frac{124000}{20 \cdot 30} = 207 \text{ Н/см}^2 < R_{c.в} = 850 \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда: $R_{c.в}$ – В15 синфли бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий мустаҳкамлиги.

Плитанинг қалинлигини унинг эгилишга мустаҳкамлик шартидан аниқлаймиз плита рафағидаги эгувчи момент:

$$M_1 = -\frac{207 \cdot 7^2}{2} = -5080 \text{ Н} \cdot \text{см};$$

плитанинг ўртасидаги момент:

$$M_2 = \frac{207 \cdot 16^2}{8} = 6650 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

Плита кесимининг талаб этилувчи қаршилик моменти:

$$W = \frac{M}{R} = \frac{6650}{21000} = 0,317 \text{ см}^3.$$

Плитанинг қалинлиги:

$$\delta = \sqrt{6 \cdot 0,317} = 1,38 \text{ см}.$$

Қабул қиламиз: $\delta = 2 \text{ см} = 20 \text{ мм}$.

Остки белбоғ бурчакларини бириктириб турувчи пайванд чокларнинг узунлигини аниқлаймиз:

$$l_{ш} = \frac{N_{9-10}}{R_y^{св} \cdot 2 \cdot h_{ш} \cdot m_{св}} = \frac{188700}{15000 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,7} = 18 \text{ см}.$$

Пйванд чокларнинг ўлчамларини

$$l_{ш}^{об} = 0,7 \cdot 18 + 1 = 15 \text{ см}; \quad l_{ш}^n = 10 \text{ см} \text{ қабул қиламиз.}$$

Бошқа элементлари ўзаро $h_{ш} = 8 \text{ мм}$ ли чоклар билан бириктирилади, мустаҳкамлик заҳираси яққол катталиги сабабли, текшириш ҳисобларини бажармаймиз.

2. Устки белбоғнинг оралиқ тугунлари. Белбоғларда ҳосил бўлувчи зўриқишларни узатиб бериш ва ховонларни тугунларда бириктириш учун ўлчамлари 20x15 смли бошмоқлар кўзда тутилади. Ушбу бошмоқларнинг ўлчамлари таянч тугунидаги плитаники билан тенг бўлгани сабабли, эзувчи

кучланишларга мустаҳкамлигини текширмаймиз. Бошмоқ плиталари орасига бикрлик қобирғалари қўйилади.

Бошмоқ плитасининг эгилишга мустаҳкамлик шартидан унинг қалинлигини аниқлаймиз:

$$M = \frac{\sigma_{см} \cdot l^2}{8} = \frac{725 \cdot 4,8^2}{8} = 2090 \text{ Н} \cdot \text{см};$$

$$W = \frac{2090}{21000} \approx 0,1 \text{ см}^3; \quad \delta = \sqrt{6 \cdot 0,1} = 0,8 \text{ см} = 8 \text{ мм}.$$

Ховонлар бириктирилувчи тугун болти эгилишга ҳисобланади; бунда ховонлардаги зўриқишларнинг тенг таъсир этувчиси ҳисобий зўриқиш саналади (8.8-расмга қаралсин):

$$N_{\max} = 25000 \text{ Н}; \quad M_{\sigma} = \frac{N_{\max} \cdot e}{2} = \frac{25000(0,8 + 0,4)}{2} = 15000 \text{ Н} \cdot \text{см};$$

$$W = \frac{M}{R} = \frac{15000}{21000} = 0,715 \text{ см}^3.$$

Болт диаметри: $d = \sqrt[3]{\frac{0,715}{0,1}} = 1,93 \text{ см};$

Қабул қиламиз: $d=2\text{см}=20 \text{ мм}; \quad F_{\sigma p} = 3,14 \text{ см}^2; \quad F_{нт} = 2,18 \text{ см}^2.$

Ферма ховонлари тугунларда кесим ўлчамлари 80x8 мм ли пўлат қопламалар воситасида диаметри $\varnothing 16$ мм ли 2 тадан болтлар орқали бириктирилади.

Пўлат қопламалар мустаҳкамлигини текшираамиз:

Марказий болт учун очилган тешик туфайли заифлашган кесимнинг чўзилишга мустаҳкамлиги бўйича:

$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{19870}{9,6} = 2080 \text{ Н} / \text{см}^2 < R = 21000 \text{ Н} / \text{см}^2;$$

бу ерда: $F_{нт} = 2 \cdot 0,8 \cdot (8 - 2) = 9,6 \text{ см}^2;$

Пластика текислигидан чиқишдаги устиворлиги бўйича сиқилишга мустаҳкамликка:

$$\sigma = \frac{N}{F_{\sigma p} \cdot \varphi} = \frac{24450}{12,8 \cdot 0,32} = 6000 \text{ Н} / \text{см}^2 < R = 21000 \text{ Н} / \text{см}^2;$$

бу ерда: $\lambda = \frac{\ell_o}{r} = \frac{35}{0,289 \cdot 0,8} = 150$ да $\varphi = 0,32$; $F_{6p} = 2 \cdot 0,8 \cdot 8 = 12,8 \text{ см}^2$.

Икки қирқимли битта болтнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаймиз:
болтнинг эгилиши бўйича:

$$T_u = 250 \cdot n_{cp} \cdot d^2 = 250 \cdot 2 \cdot 1,6^2 (10) = 12800 \text{ н};$$

ёғочнинг эзилиши бўйича:

$$T_c = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 15 \cdot 1,6 \cdot 2(10) = 24000 \text{ н}.$$

Қабул қиламиз: $T_{\min} = T_u = 12800 \text{ н}$.

Болтлар сони: $n = \frac{N_{\max}}{T_{\min}} = \frac{24450}{12800} \approx 2$ та болт.

3. Остки белбоғнинг оралиқ тугунлари. Ховонлар, худди устки белбоғдаги каби, остки белбоғда очилган тешикларга ўрнатиловчи болтларга бириктирилади.

Ҳар бир тугунда остки белбоғнинг бурчак профилли элементлари худди шундай синфдаги пўлатдан тайёрланган, шундай кесимли қопламалар воситасида бириктирилади. Қопламалар белбоғ элементларига зич қилиб ёпиштирилади. Қопламалар белбоғларга узунлиги таянч тугунидагидек пайванд чоклар воситасида маҳкамланади.

Остки белбоғ элементлари узунлиги бўйича ўзаро планкалар воситасида бирлаштирилади; улар орасидаги масофа: $\ell_1 = 80 \cdot r_x = 80 \cdot 1,94 = 155 \text{ см}$.

Панель узунлиги бўйича 4та планка қўйилади.

Такрорлаш учун саволлар

1. Фермаларни қандай турлари мавжуд?
2. Фермаларни қайси усуллар билан ҳисобланади?
3. Ферма стерженларида қандай зўриқишлар ҳосил бўлади?
4. Фермалар қандай оралиқларда қўлланилади?
5. Фермаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда қандай юкламалар эътиборга олинади?

IX БОБ. ФАЗОВИЙ ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

9.1. Куббаларнинг конструктив шакллари. Айланма тўрсимон куббалар. Йиғма конструкциялар

Фазовий конструкциялар икки ва ундан ортиқ текисликлар бўйича таъсир этаётган ташқи кучларга қаршилик кўрсата оладиган конструкциялардир (9.1 – расм).

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

Геометрик кўринишлари бўйича уларни қуйидаги турларга бўламиз: призмасимон; цилиндрсимон; эллипссимон; 4) гиперболасимон.

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

Конструкциявий бажариш бўйича уларни юпқа деворли, қобирғали, панжарали, текис сиртли, тўлқинсимон, йиғилган ва кўндаланг кесими турлари бўйича эса яхлит, бир қатламли, икки қатламли ва уч қатламли турларга бўлинади.

Тайёрланадиган материалга қараб куббалар қуйидаги турларга бўлинади: пластмассали, ёғочли, елимланган фанерли ва аралаш конструкцияли.

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

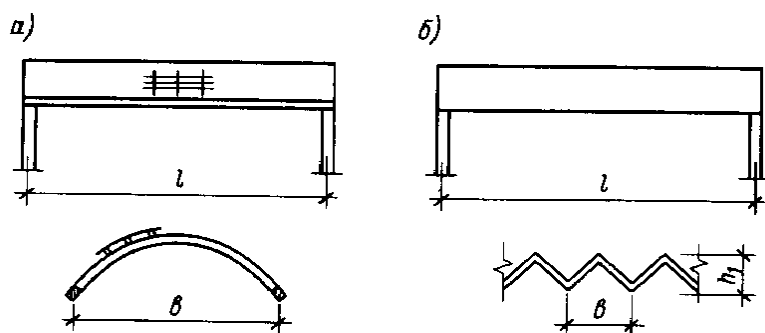
Статик схемаси бўйича икки ва уч шарнирли турларга бўлинади.

Конструктив шакллар ичидан энг кўп тарқалгани ва қўлланилгани гумбазлардир, иккинчи ўринда эса куббалар туради.

Текис сиртли пластмассали куббалар (яхлит, бир қатламли ва икки қатламли) кичик 4 метргача бўлган ораликларда қўлланилади (ёпиқ пиёдалар

ўтиш жойларида, ёниш фонарларида). Улар олдиндан зўриктирилган, ёруғлик ўтказадиган ва ўтказмайдиган қилиб тайёрланади. Асосий хом-ашё полиэфирли стеклопластикадир.

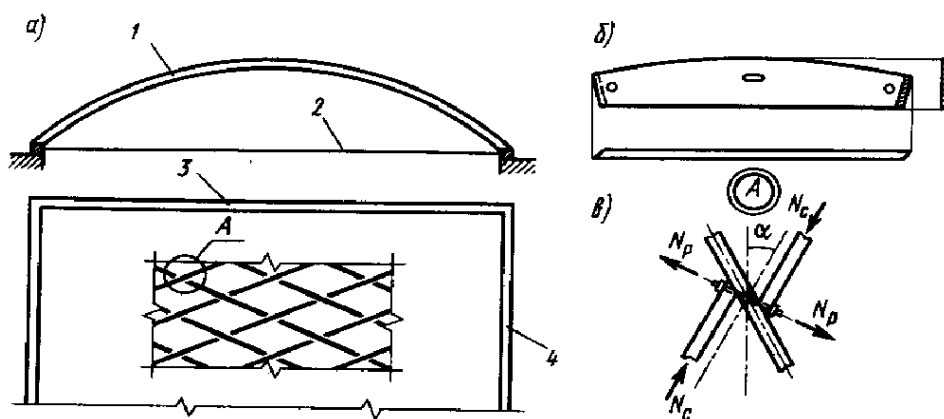
Фазовий конструкциялар қуйидаги асосий шаклларда кўпроқ учрайди: текис, цилиндрсимон - куббасимон, сферасимон- гумбазсимон ва икки эгри сиртли.



9.1-расм. Ёғоч фазовий конструкцияларининг схемалари: а-кубба; б-йиғма.
1-кубба; 2-тортқич; 3- фронтон; 4-мауэрлат.

Кесишувчи тўсиндан ташкил топган панжара - ёғоч тўсинлардан тайёрланадиган фазовий конструкциядир. Бу тўсинлар тугунлари металл ёрдамида маҳкамланади. Тўсинли панжаранинг ҳисобий схемаси статик ноаниқ даражали бўлиб, у тугунлар сонига боғлиқдир. Бу конструкциянинг афзаллиги шундаки, ундаги тўсинларнинг кўндаланг кесимлари кичикдир. Аммо, тугунлар ва улардаги боғланишларни мураккаблиги жуда юқоридир. Айланма тўрли кубба панжара, алоҳида стерженлардан ташкил топган тўрдан иборат. Стерженлар бутун ёғочли, елимланган ёғочли ёки елимланган фанера қутисимон кесимли - доимий ёки ўзгарувчан, тўғри ёки эгри бўлиши мумкин. Бу стерженлар тугунларда болтли, ўйиқли, пўлат қопламалар ёрдамида бириктирилиши мумкин. Кубба торткичли ёки торткичсиз бўлиши мумкин. Куббанинг чеккаси эгри шаклли фронтонларга таянади. Бутун ёғочли айланма тўрли куббани оралиғи 18 метргача бўлиши мумкин. Елимланган ёғочли ва елимланган фанерли айланма тўрли куббалар оралиқлари 60 метргача ҳам етиши мумкин. Айланма тўрли кубба икки шарнирли статик схемага эга ва у

уч шарнирли сегментли ёки кўрсаткичсимон арка статик схемаларидан фойдаланиб ҳисобланиши мумкин.



9.2-расм. Айланма тўрли қубба: а-схемаси; б-элементи; в-туғуни.

Айланма-тўрли қубба ҳисоби. Айланма тўрли қубба мураккаб фазовий стерженлар системасидан иборат бўлиб, уни катта аниқлик билан ҳисоблаш жуда қийин. Амалиётдаги ҳисоблашларда яқинлашиш усулидан фойдаланилади. Бу усулни қуйидагича тушунтириш мумкин.

Ҳисоблашларда қуббанинг ўқиға перпендикуляр йўналишда ва 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 йиғиндисига тенгдир, инерция моменти эса битта стержень инерция моментиға тенг қилиб олинади (шарнирсиз тугунли айланма елимланган фанерли тўрли қуббаларда арка инерция моменти икки стержен инерция моментиға тенг қилиб олинади).

Асосий стержендаги эғувчи моментнинг қиймати:

$$M_l = M_a / \sin \alpha, \quad (9.1)$$

бу ерда: M_a -аркадаги ҳисобий момент; α - ҳосил килувчи ўқ билан асосий стержен орасидаги бурчак.

Тиралувчи стерженлардан бурувчи момент ҳосил бўлади ва бу моментни том тўшамаси қабул қилади. Шунинг учун бурувчи моментни, стерженларни ҳисоблашларда эътиборға олинмайди.

Елимланган фанерли шарнирсиз тугунли айланма тўрли куббаларда ҳар икки йўналишлардаги стерженлар эгувчи моментни қабул қилинади:

$$M_I = M_a / 2 \sin \alpha \quad (9.2)$$

Фазовий конструкция бўлганлиги учун фронтолар айланма тўр эгилишини ва эгувчи моментни камайтиради, бикрлигини эса оширади. Бикр фронтоларни таъсири K_ϕ - фронто коэффициентлари орқали ҳисоблашларда эътиборга олинади ва у $B/S_{\text{ёй}}$ нисбатига боғлиқдир:

9.1-жадвал. K_ϕ -фронтон коэффициентлари қийматлари

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

бу ерда: B – бикр фронтолар орасидаги масофа; $S_{\text{ёй}}$ – кубба кўндаланг кесимининг ёй узунлиги.

Шундай қилиб айланма тўр кубба стерженида ҳосил бўладиган эгувчи моментнинг ҳисобий қиймати:

$$M_x = M_a / \xi \cdot K_\phi \cdot \sin \alpha, \quad (9.3)$$

Елимфанер стерженли шарнирсиз вариантда эса

$$M_x = M_a / \xi \cdot K_\phi \cdot 2 \sin \alpha, \quad (9.4)$$

Бўйлама куч иккала йўналишдаги стерженлар томонидан бир хилда қабул қилинади: $N_I = N_{\text{арка}} / 2 \cdot \sin \alpha$

$$N_I = N_a / 2 \cdot \sin \alpha. \quad (9.5)$$

Стерженлардаги кучланиш қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\frac{N_a}{2 \cdot A_c \cdot \sin \alpha} + \frac{M_a}{\xi \cdot K_\phi \cdot W_c \cdot \sin \alpha} \leq R_c, \quad (9.6)$$

бу ерда: A_c, W_c - стерженнинг соф кўндаланг кесим юзаси ва қаршилик моменти; α - стержен бўйлама ўқи билан ҳосил қилувчи ўқ орасидаги бурчак;

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N_a}{3000 \cdot 2 \cdot A_{\text{ум}} \cdot R_c \cdot \sin \alpha}, \quad (9.7)$$

λ - куббани эгилувчанлиги ва болтли маҳкамланган тугунли айланма-тўрли куббаларда қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / 2 A_{ym}}} \approx \frac{3l_0}{\sin \alpha \cdot h_{стержен}}, \quad (9.8)$$

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

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

Кубба ёйининг бир томонлама юкламадаги эркин ҳисобий узунлиги $l_0 = 0,58 \cdot S_a$ олинади.

Елимланган фанера стерженли шарнирсиз тугунли кубба учун:

$$\lambda = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / A_{ym}}} = \frac{0,6l_0}{\sin \alpha \cdot r_{стержен}}, \quad (9.9)$$

бу ерда: 0,6 - эмпирик коэффициент.

Ўйик бирикма тугунли куббалар учун:

$$\lambda = \frac{0,75l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{ym} / 2 A_{ym}}}, \quad (9.10)$$

бу ерда: 0,75 - эмпирик коэффициент.

Агар кубба кўрсаткичсимон бўлса эмпирик коэффициентни 0,85 олиш керак. Айланма тўрли куббаларнинг(шарнирсиз тугунли куббалардан ташқари) барча вариантларида, тугунларда асосий стержен тиралувчи стерженлар томонидан эзилади. Шунинг учун асосий стерженининг ён томони эзилишга текширилиши керак. Эзилиш кучи қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N_c = \frac{N_a}{2 \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha}. \quad (9.11)$$

Болт бирикмали айланма тўрли куббалардаги кучларнинг ёйилишини - расмдан кўриш мумкин. Айланма-тўрли куббалар тугунидаги болтда ҳосил бўладиган зўриқиш:

$$N_\sigma = \frac{N_a \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha}{2 \sin \alpha}. \quad (9.12)$$

Стерженлардаги сиқилиш зўриқишининг куббани ҳосил қилувчи йўналишидаги тенг таъсир этувчиси:

$$N_{m.m.э} = N_a \cdot ctg\alpha \quad (9.13)$$

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

$$N_{mix} = N_{m.m.э} b / \Delta S \cdot T_{mix} , \quad (9.14)$$

бу ерда: N_{mix} - михлар сони; b - тахта эни; $N_{m.m.э}$ - тенг таъсир этувчи бўйлама куч; T_{mix} - михни юк кўтариш қобиляти; ΔS - битта асосий стерженни оралик бўйича горизонтал проекцияси.

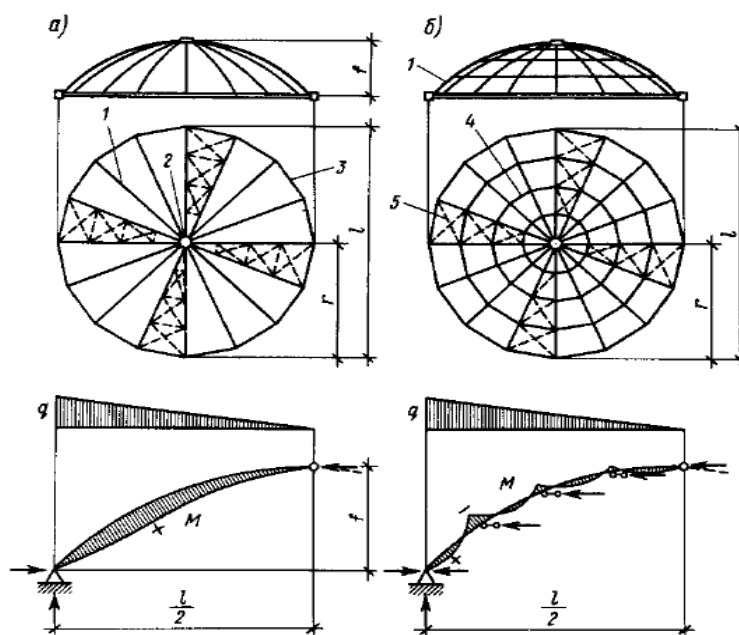
Уч қатламли кубба - алюминий қопламали ва ўртасида пенопласт қатламли, плиталардан эгрилиги билан фарқланади. Шакли бўйича сегментли, кўрсаткичсимон тортқичли ёки тортқичсиз бўлиши ва зўриқишларни деворга ёки пойдеворга узатиши мумкин. Бу куббаларни елимланган ёғоч сегментли аркалар ҳисобий схемаларидан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

Елимланган ёғоч гумбазлар катта оралиқли жамоат биноларининг том ёпмаларида қўлланиладиган энг самарали конструкциялардан бири ҳисобланади. Уларнинг диаметрлари *50 метрдан 100 метргача*, баландлиги эса *1/6* дан *1/2* гача диаметрга нисбатан бўлиши мумкин. Улар кўпинча сферасимон шаклда бўлади. Конструкциясини турига қараб қобирғали, қобирға - ҳалқали, тўрли ва қобирға-тўрли бўлади.

Қобирға гумбаз - ёй бўйича эгилган елимланган ёғоч қобирғадан, меридиан бўйича бир-биридан бир хил масофада қўйилган қобирғалардан ташкил топган.

Уларда иккита, юқори ва таг қисмида таянч ҳалқалари бўлади. Юқоридаги учида ёғоч ёки металл таянч ҳалқа, қуйи учида эса кўпинча темирбетон таянч ҳалқа бўлади. Қобирғаларга ёғоч тўшама ва сарровлар ёки елимфанерли тўшамалар маҳкамланади. Аркасимон қобирғалар бир неча жойларидан қия том боғловчилари ёрдамида бир - бирига боғланади.

Қобирға-халқали гумбаз қобирғали гумбаз кабидир. Фақат бу турдаги гумбазларда оралиқ горизонтал халқалар мавжуддир. Халқа вазифасини тўғри чизиқли бутун ёғоч ёки елимланган ёғоч тўсинлар бажаради ва улар кўпбурчакларни ҳосил қилади. Халқа тўсинлар қобирға -халқали гумбазни фазовий бир бутун бўлиб ишлашини таъминлайди. Қобирға - халқали гумбазни юк кўтариш қобиляти, халқасиз қобирғали гумбазнинг юк кўтариш қобилятидан каттадир.



9.3-расм. Елимланган ёғоч гумбаз: а - қобирғали; б – қобирға-халқали; 1 - қобирға; 2 - юқори учидаги халқа; 3 - пойдевордаги таянч халқаси; 4 - оралиқ халқаси; 5 - боғловчилар; б - қобирғали гумбаз қобирғасининг ҳисобий схемаси; 7 - худди шундай, халқасимон гумбазнинг.

Қобирғали гумбаз фазовий стерженли конструкция сифатида асосан хусусий оғирлиги ва қор юкламаси таъсирларига ҳисобланади. Аркасимон қобирғалар шартли равишда уч шарнирли аркаларнинг битта текисликдаги икки ярим аркаси сифатида қаралади. Ташқи юкламалар учбурчак эпюраси бўйича таъсир қилиб, тегишли юк майдонлари билан таянчда максимал, учида эса нолга тенг бўлади. Статик ҳисоб натижасида қобирға кўндаланг кесим ўлчамларини аниқланади ва сиқилиш-эгилишга ишловчи ёғоч элементларини ҳисоблаш формулалари ёрдамида мустаҳкамлиги текширилади.

Қобирға-халқали гумбазлар фазовий статик ноаниқ стерженли конструкциялар каби ишлайди ва улар ҳам қобирғали гумбазлардаги юкламалар таъсирига ҳисобланади. Статик ҳисоблашда қобирғаларни шартли уч шарнирли аркаларнинг ярим аркаси сифатида қаралади, фақат халқалар бириккан жойларида қўшимча горизонтал таянчларни сиқилиш -эгилишга текшириш орқали аниқланади. Халқа стерженларини устиворлигини ҳисобга олган ҳолда сиқилишга текшириш орқали кўндаланг кесим ўлчамларини танланади. Агар том тўшамаси уларга маҳкамланадиган бўлса, улар сиқилиш-эгилиш ҳолатига ҳисобланади. Таянчдаги ва учидаги халқалар сиқилишга ёки чўзилишга ишлайди ва ҳисобланади.

Тўрли елимланган ёғоч гумбазлар сферасимон сирт устида тўр ҳосил қилган кўринишда бўлади. Бу тўрлар учбурчакли ёки бешбурчакли ячейкалардан ташкил топган бўлиши мумкин. Бу гумбазларда қобирғалар ва энг юқоридаги таянч халқа бўлмайди. Тўрли гумбаз конструкцияси таянч пойдевордаги халқага маҳкамланади. Бу конструкцияларни ҳисоблашда ҳам доимий ва вақтинчалик қор юкламаларини эътиборга олинади. Тўр стерженларини сиқилишга ишлашидан келиб чиққан ҳолда, сферасимон куббалар ҳисобидаги моментсиз назария ёрдамида ҳисобланади. Бунда фақат халқа ва меридиан зўриқишлари аниқланади, ҳосил бўладиган бўйлама кучларни топилади. Стерженларда бундан ташқари том ёпма элементларидан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни ҳам аниқланади ва кўндаланг кесим ўлчамлари сиқилиш-эгилиш ҳолатида танланади ҳамда текширилади. Тўрли гумбазларда халқа чўзилишга ишлайди ва чўзилишга ҳисобланади.

Қобирға-тўрли елимланган ёғочли гумбаз, қобирғали гумбазга ўхшайди. Бунда қобирғалар орасида айланма-тўрли ёки тўрли гумбазлардаги каби тўр бўлади. Бу гумбазлар худди қобирғалилардаги каби ҳолатларга ишлайди ва ҳисобланади.

Уч қатламли йиғмалар, йиғма шакл конструкцияли том ёпмаларда қўлланилади. Улар текис ёқлардан ташкил топган бўлади ва бу ёқлар бир - бири билан бурчак остида бириктирилгандир. Йиғмалар қатлами таркиби:

қуйи ва юқори алюминийли қопламалар ва орасида иссиқлик сақлагич вазифасини ўтайдиган пенопласт. Бу йиғмалар фазовий конструкциялар турига киради ва 30 метргача бўлган оралиқларда қўлланиши мумкин.

Йиғма конструкциялар енгиллиги билан ажралиб туради, лекин қиш мавсумида йиғма конструкцияларда қор тўшамаларининг ҳосил бўлиб қолиши хавфлидир.

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

Органик ойнанинг ультрабинафша нурларини ўтказиш қобилияти хоналарда микроклим соғлом муҳитини ҳосил қилади.

Уч қатламли плита гумбазлар учбурчакли ёки бешбурчакли текис, ёки эгилган алюминий-пенопласт плиталардан ташкил топган бўлади. Уларни юк кўтариш қобилияти катта ва улар 50 метргача бўлган диаметрли оралиқларни ёпиши мумкин.

Такрорлаш учун саволлар

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

9.2. Пневматик қурилиш конструкциялари

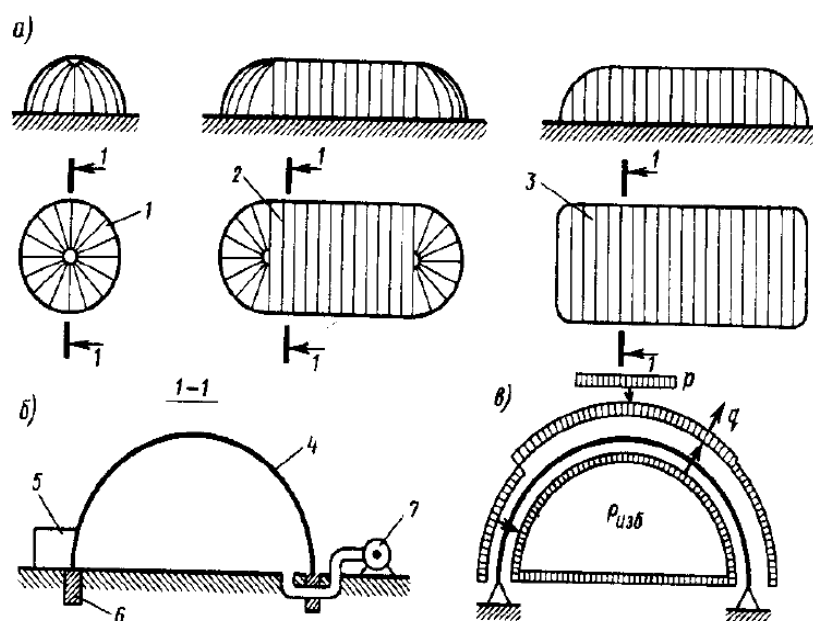
Пневматик конструкциялар ишлаш тавсифлари бўйича осма ва тент мембрана фазовий конструкцияларига жуда яқиндир. Бу конструкцияларнинг қобирғалари материаллардан тайёрланади. Улар шаклини фақат олдиндан кучланиш берилган тақдирдагина оладилар. Тент мембраналаридан фарқли улароқ (уларда олдиндан бериладиган кучланиш механик усулда ҳосил қилинади), пневматик конструкцияларида олдиндан бериладиган кучланиш, босимлар фарқи ҳисобига ҳосил бўлади (ички ортиқча босим ёки вакуум).

1940-йилларда кимё фанининг ривожланиши, юксалиши муносабати билан пневматик конструкциялар қўлланила бошланди.

Пневматик конструкциялар мустақил ҳаво таянчли ва ҳаво каркасли гуруҳларга бўлинади. Учинчи тури-ҳаво вантли конструкциялар ҳам мавжуд, лекин улар жуда кам қўлланилади.

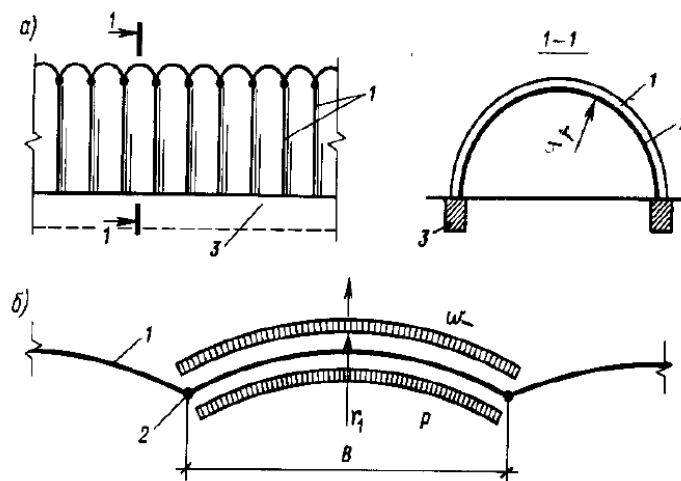
Ҳаво каркасли - бу ҳаво тўлдирилган стержен ёки панел, унинг юк кўтариш қобилияти стержен ёки панел ичидаги ҳаво босими орқали таъминланади.

Катта ички босим - 150 кПа гача, герметикликни ва материал мустаҳкамлигини талаб қилади. Унинг қўлланиш оралиғи 15 - 16 м ларни



9.4- расм. Ҳавотаянчли конструкциялар - ҳаво қобик: а - умумий кўринишлар; б- қир-қим схемаси; в - ҳисобий схема; 1 - ҳавоғумбаз; 2- сферасимон ёнли ҳаво-қубба; 3 - ҳавоқубба; 4 -қобик; 5 - шлюз; 6 - таянч чизиғи; 7-ҳаво берувчи қурилма.

Ҳаво каркасли конструкцияларнинг нархи ҳаво таянчли конструкцияларникидан 3 - 5 баробар қимматроқдир. Унинг мана шу камчилиги дунё бўйича уларнинг кенг қўлланишига тўсқинлик қилиб келмоқда. Ҳаво каркасли конструкцияларнинг афзаллиги ички муҳитда ортиқча ички ҳаво босимининг йўқлигидир.



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

Ноанъанавий ҳаво каркасли конструкцияларнинг қўлланилишига мисоллар келтирайлик: Фудзи павильони ва ЭКСПО - 70 Осакадаги сузиб юрувчи пневматик театрнинг том ёпмаси (Япония).

Фудзи павильони 16 та диаметри 4 метр ва узунлиги 78 метр бўлган пневмоаркалардан ташкил топган (унинг диаметри 50 метр). Унинг икки ён томонида 10 метр кенгликдаги очиклик мавжуд. Уни чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги 400 кН/м ва массаси 3,5 кг/м² бўлган поливинилспирт толасидан ташкил топган материалдан тайёрланган. Материални ташқи томони хайпалон, ички қисми поливинилхлорид билан қопланган. Арка ичидаги оддий босим 10 кПа, агар шамол кучайса босимни 25 кПа гача кўтарилиш мумкин. Умуман олганда аркаларни диаметри 1 м дан ошмайди, лекин Фудзи павильонида қўлланилган ҳаво каркасининг диаметри 4 м ни

ташкил қилади. Каркас диаметрининг оширилиши ички босим ва чўзувчи зўриқишни камайишига олиб келган.

Ҳаво таянчли конструкциялар ҳавога таянади. Улар лойиҳадаги ҳолатни кўтариб туришлари учун, ташқи ва ички ҳаво босимларининг фарқи бўлади.

Ташқи таъсирга чидамли бўлиши учун ички босим 10-40 кПа оралиғида бўлиши мумкин. Бу конструкциялар дунёда кенг қўлланилмоқда. Мазкур турдаги том ёпмалар соддалиги, арзонлиги ва катта оралиқларни ёпиш имконияти борлиги билан фарқ қилади. Энг кўп тарқалган шакли - цилиндрсимон ва сферасимон.

Амалиётда улар 50-70 метргача бўлган оралиқларда қўлланилган. Агар улар винтлар билан кучайтирилса 168 метргача бўлган оралиқларда ҳам қўлланиши мумкин. Масалан, Германияда 20000 киши яшайдиган шаҳарчани баландлиги 240 метр, диаметри 2 километр гумбаз шаклида ёпиш лойиҳасини немис муҳандиси Отто раҳбарлигида ишлаб чиқилган. Бу гумбазнингюк кўтарувчи канати - полиэфир толасидан тайёрланган диаметри 270 мм ли синтетик арғамчидир. Ишлаш муддати 100 йилга кафолатланган, қобик остидаги босим бор йўғи 250 Па ни ташкил қилади.

Сферасимон кўринишдаги пневматик гумбазлар қуйидаги диаметрларда тайёрланади: 12, 24, 36, 42, 60 метр.

Цилиндрсимон кўринишдаги пневматик 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 ва сунъий синтетик толалардан тайёрланади. Табиийларига каноп, пахта, зиғир толалари, сунъийларига эса вискоза, ойна толаси киради. Синтетик толалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: полиамидли -капрон, нейлон, дедерон,

перлон, силон, стилон ва бошқалар; полиэфирли-лавсан, дакрон, гризутен, диолон, тревира, теторон, терилон ва бошқалар; полиакрилли- нитрон, орлон, дралон ва бошқалар; жуда кам поливинилспиртли-винол, винилон ва бошқалар.

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

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

1. Қуббани мақбул шаклини топиш.
2. Куч таъсири характери ва миқдорини аниқлаш.
3. Қубба материалли физик - механик хоссаларини ва ҳисобий қаршилигини аниқлаш.
4. Юклама таъсирида қуббани кўчишини аниқлаш.
5. Қуббани кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолатини аниқлаш.

Пневматик конструкцияларни ҳам икки гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади: 1) юк кўтариш қобилияти бўйича-мустаҳкамлик ва устиворлик; 2) деформация бўйича-солқилик, йиғма ҳосил бўлиши ва табиий эгрилигини сақлаш бўйича.

Пневматик конструкцияга қуйидаги асосий юкламалар таъсир қилади: 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.

Тажрибалар асосида шамол тезлиги босими ва пневматик конструкция ичидаги ички босими қийматлари ўртасидаги нисбат- ψ аниқланган ва унга асосан конструкция учун энг ноқулай босимлар қийматларини аниқлаш мумкин. Қуйида шу нисбатлар ва уларга мос келадиган пневматик конструкциялар кўринишлари келтирилди. Қубба сферани $3/4$ қисми шаклини олса, $\psi \leq 1,1$; ярим сфера учун $\psi \leq 0,8$; ёнлари сферасимон кўринишдаги ярим цилиндр учун $\psi \leq 0,7$. Бунда $\psi \leq P/g$ тенгсизликка

асосланилади (P - ички босим; g – конструкциянинг хусусий оғирлиги). Қор таъсирини куббаларда

$$P(\varphi) = P \cdot \cos \varphi \text{ ёки } P(\varphi) = P \cdot \cos 2\varphi, \quad (9.15)$$

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

Албатта пневматик конструкцияларни асоси материал газлама эканлигини, материал эса икки перпендикуляр йўналишдаги иплардан ташкил топганлигини, шунинг учун бўйлама- R_6 ва кўндаланг- R_k йўналишлардаги ҳисобий қаршиликлари бўйича ҳисоблаш ишларини бажарилиши керак.

Агар пневматик конструкция, материалыни йиртилишидан олдин юк кўтариш қобилиятини йўқотадиган бўлса, уни албатта устиворликка ҳисоблаш зарур.

Деформация бўйича пневматик конструкцияларни ҳисоблашда унинг максимал нисбий солқилигини аниқлаш талаб қилинади. Пневматик конструкцияларни эгилиши бўйича ҳозирча меъёрлар йўқ, уни эксплуатация шартлари бўйича қабул қилиниши белгилаб қўйилган. Солқиликнинг катта бўлиб кетиши пневматик конструкциянинг ишдан чиққани эмас, фақат ортиқча солқилик иншоотдан фойдаланишга халақит бермаса бўлди. Ҳавотаянчли конструкцияларда солқиликни қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

-сферасимон ҳавотаянчли куббалар учун

$$f = \frac{3P}{5p_{и.б} \cdot r}; \quad (9.16)$$

- цилиндрсимон ҳавотаянчли куббалар учун

$$f = \frac{P_k^M}{2p_{и.б}}, \quad (9.17)$$

Бу ерда: P - 1та ишчини асбоблари билан тахминий вазни, 1 кН(100кг куч) га тенг бўлган вазни, ёки меъёрий 1 м² га тушадиган қор юкламаси; P_k^M - кубба учидаги 1 метр кенгликдаги меъёрий қор юкламаси; r -кубба сирт эгрилик радиуси; $p_{и.б}$ - ички босим.

Одатда ҳавотаянчли конструкцияларни ҳисоблашда материални деформацияланишини эътиборга олинмайди. Ҳавокаркасли конструкцияларни йиғма ҳосил бўлиши бўйича ҳисобланади, сабаби уларда йиғма ҳосил бўлишига рухсат этилмайди. Бу ҳисобда энг минимал $-\sigma_{\min}$ чўзилишдаги кучланишни аниқлаш ва шартни текшириш ва уни нолга тенг бўлиб қолишига йўл қўйилмаслик ҳал қилинади. Ҳаво таянчли конструкциялардаги ички ҳаво босими қийматини, қуббани лойиҳавий ҳолатини сақлаб қолиши шarti бўйича максимал ҳисобий шамол босимидан катта ёки тенг бўлиши шартидан аниқланади:

$$p_{и.б} \geq q_{ш}, \quad (9.18)$$

ундан кейин худди шу тенгсизлик орқали максимал рухсат этилган қор юкламаси аниқланади,

$$p_{и.б} \geq q_{к}. \quad (9.19)$$

Ҳавотаянчли конструкцияларни ҳисоблаш. Ҳавотаянчли сферасимон қуббалар ва r - радиусли цилиндрсимон қуббаларнинг сфера қисмининг горизонтал (ҳалқаси) кесими бўйича мустаҳкамлиги, ички ва ҳисобий максимал шамолни сўриш босими бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш}) \frac{r}{2} \leq R_{б}, R_{к}; \quad (9.20)$$

бу ерда: $p_{и.б}$ - ички босим; $q_{ш}$ - шамол босими; $R_{б}$ ва $R_{к}$ – материалнинг бўйлама ва қўндаланг йўналишлардаги ҳисобий ҳаршиликлари

Вертикал(меридиан) кесимларини мустаҳкамлигини, ички ҳаво босими, сўрувчи шамол босими ва гумбазни юқори қисмига қўйилган симметрик қор юкламаларини ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш} + q_{к}) \frac{r}{2} \leq R_{б}, R_{к}; \quad (9.21)$$

Цилиндрсимон ҳавотаянчли қуббалар (r -радиусли) параллел ташкил этувчилари бўйича ички ҳаво босими, ҳисобий максимал сўрувчи шамол босими бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = (p_{и.б} + q_{ш}) r \leq R_{б}, R_{к}; \quad (9.22)$$

Пневматик конструкцияларнинг ташкил этувчисига перпендикуляр текисликдаги кесимлари, агар ён томонлари текис ва цилиндрсимон бўлса

$$\sigma = (p_{u.б} + q_{ш}) \frac{r}{2} \leq R_{\sigma}, R_{\kappa} ; \quad (9.23)$$

агар ён томонлари сферасимон бўлса,

$$\sigma = (p_{u.б} + q_{ш} + q_{\kappa}) \frac{r}{2} \leq R_{\sigma}, R_{\kappa} \quad (9.24)$$

формулалар ёрдамида ҳисобланади.

Ҳавокаркасли конструкцияларни ҳисоблаш.

Ҳавокаркасли конструкцияларни материали чўзилади ва каркас радиуси ўзгариши мумкин, лекин буни ҳисоблашларда эътиборга олинмайди.

Марказий сиқилишга ишловчи r - радиусли пневматик устунлар параллел ташкил этувчилари бўйича ички босим таъсирига қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma = p_{u.б} \cdot r \leq R_{\sigma}, R_{\kappa}. \quad (9.25)$$

Ташкил этувчига перпендикуляр кесими мустаҳкамлиги бўйлама сиқувчи кучни эътиборга олмаган ҳолда ички босим таъсирига ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{p_{u.б} \cdot r}{2} \leq R_{\sigma}, R_{\kappa}. \quad (9.26)$$

Ҳавокаркасли устунлар сиқувчи N -бўйлама куч таъсирига устиворликка ҳисобланади:

$$N \leq p_{u.б} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \varphi, \quad (9.27)$$

бу ерда: φ - устиворлик коэффициенти (9.2-жадвал).

9.2-жадвал. Пневматик конструкциялар учун бўйлама эгилиш коэффициенти- φ нинг қиймати

λ	Ички босим, МПа(кг/см ²)				
	0,1(1)	0,15(1,5)	0,2(2)	0,25(2,5)	0,3(3)
20	0,85	0,75	0,62	0,41	0,3
30	0,45	0,35	0,27	0,27	0,2
40	0,3	0,23	0,19	0,17	0,15
50	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
60	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06

Марказий-чўзилувчи пневматик стерженларнинг (r -радиусли) параллел ташкил этувчи бўйича кесим мустаҳкамлиги қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\sigma = p_{u.\delta} \cdot r \leq R_{\delta}, R_{\kappa}; \quad (9.28)$$

Ташкил этувчига перпендикуляр кесими мустаҳкамлиги бўйлама чўзувчи N кучни эътиборга олган ҳолда ички босим таъсирига ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{p_{u.\delta} \cdot r}{2} + \frac{N}{2\pi r} \leq R_{\delta}, R_{\kappa}. \quad (9.29)$$

Пневматик тўсинлар кўндаланг эгилишга ишлайди ва улар мустаҳкамлик ҳамда устиворликка ҳисобланади. Улар қаттиқ конструкциялардан фарқли ўлароқ, материали йиртилмасдан юк кўтариш қобилиятини йўқотиши мумкин.

Ички ҳаво босимини кўндаланг кесим бўйича тенг таъсир этувчиси,

$$N = p_{u.\delta} \cdot \pi \cdot r^2. \quad (9.30)$$

Мувозанат шарти бўйича чегаравий чўзилишдаги максимал кучланиш,

$$\sigma = p_{u.\delta} r \quad (9.31)$$

Тенг таъсир этувчи ҳавонинг ички босими ва қуббадаги чўзувчи тенг таъсир этувчи кучланиш орасидаги эксцентриситет- e га тенг,

$$e = \frac{r}{2}. \quad (9.32)$$

Ички кучлардан чегаравий момент,

$$M = N \cdot e = \frac{p_{u.\delta} \cdot \pi \cdot r^3}{2} \quad (9.33)$$

ва йиғма ҳосил бўлиши шарти қуйидаги кўринишни олади

$$M_q \leq \frac{p_{u.\delta} \pi r^3}{2}. \quad (9.34)$$

Мувозанат шарти бўйича ($N_{\kappa} N_0$) қуббадаги чегаравий чўзилиш тенг бўлади:

$$\sigma_{\max} = \frac{p_{u.\delta} \pi r}{2}. \quad (9.35)$$

Ички ҳаво босимини тенг таъсир этувчиси- N ва қуббадаги тенг таъсир этувчи кучланишга- N_0 орасидаги эксцентриситет тенг:

$$e = \frac{\pi r}{4}. \quad (9.36)$$

У ҳолда халқа кесими бўйича ички кучларнинг чегаравий моменти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$M_{\text{чез}} = N \cdot e = \frac{p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{4}, \quad (9.37)$$

ва устиворлик шarti қуйидаги кўринишни олади

$$M_q \leq \frac{p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{4}. \quad (9.38)$$

Юқорида келтирилган формулалар пневмотўсин кўтарадиган чегаравий- $q_{\text{чез}}$ юкламаларни ҳам аниқлаш имкониятини беради. Масалан, бир ораликли тўсин кўтарадиган тенг тарқалган- $q_{\text{чез}}$ юкламанинг қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади: йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$\begin{aligned} \frac{q_{\text{чез}} l^2}{8} &= \frac{p_{\text{и.б}} \pi r^3}{2}; \\ q_{\text{чез}} &= \frac{4 p_{\text{и.б}} \pi r^3}{l^2} \approx 12,54 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l^2}; \end{aligned} \quad (9.39)$$

устиворлик шarti бўйича

$$q_{\text{чез}} = \frac{2 p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{l^2} \approx 19,75 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l^2} \quad (9.40)$$

Оралик ўртасига таъсир қиладиган йиғилган-Р кучнинг чегаравий қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади: йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$P_{\text{чез}} = \frac{2 p_{\text{и.б}} \pi r^3}{l} \approx 6,28 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l}; \quad (9.41)$$

устиворлик бўйича

$$P_{\text{чез}} = \frac{p_{\text{и.б}} \pi^2 r^3}{l} \approx 9,85 \frac{p_{\text{и.б}} r^3}{l}. \quad (9.42)$$

Бундан ташқари пневмотўсинларнинг параллел ташкил этувчилари кесимибўйича мустаҳкамлиги эгувчи моментни ҳисобга олмаган ҳолда:

$$\sigma_{\text{макс}} = p_{\text{и.б}} r \leq R_{\sigma}, R_{\kappa}; \quad (9.43)$$

ва устиворликка ҳисоблашда халқа кесимлари бўйича ҳосил бўладиган чегаравий кучланишларга мустаҳкамлиги

$$\sigma_{\max} = \frac{p_{u.6} \pi r}{2} \leq R_b, R_k. \quad (9.44)$$

Сиқилиб-эгиловчи элементлар-пневмоаркалар. Пневмоаркадаги зўриқишлар икки шарнирли аркадаги оддий ҳисоблашлар орқали аниқланади. Сиқилиб-эгиловчи пневмоустунлар ва пневмоаркалар устиворлик ва йиғма ҳосил бўлиши бўйича энг катта эгувчи момент ва бўйлама кучларнинг таъсирига ҳисобланади. Юқорида келтирилган эксцентриситетларнинг қийматларидан фойдаланган ҳолда қуйидаги формулаларни ҳосил қиламиз:

устиворлик бўйича

$$M + N \frac{\pi r}{4} \leq \frac{p_{u.6} \pi^2 r^3}{4}; \quad (9.45)$$

йиғма ҳосил бўлиши бўйича

$$M + N \frac{r}{2} \leq \frac{p_{u.6} \pi r^3}{2}. \quad (9.46)$$

Пневматик элементларни асосга маҳкамлаш анкерининг мустаҳкамлиги қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$N_a \leq R^a, \quad (9.47)$$

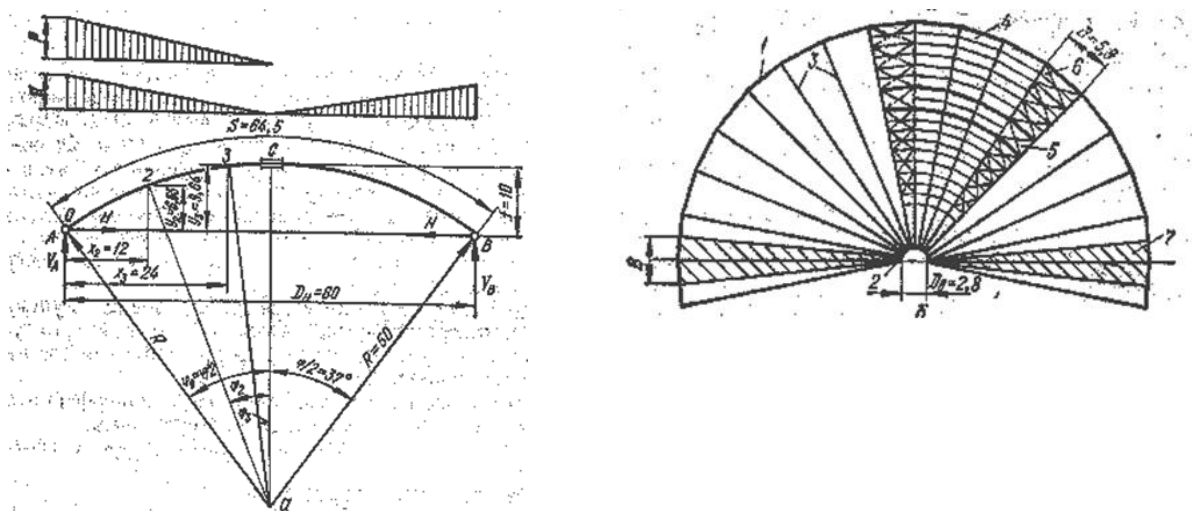
бу ерда N_a - битта анкернинг ҳисобий узунлиги; R^a -анкер материалининг ҳисобий қаршилиги

9.1-мисол. Қобирғали гумбаз ҳисоби. Фарғона шаҳрида қурилиши мўлжалланган цирк биноси ёпмасининг юк кўтарувчи конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш талаб этилади. Бино режада доиравий шаклга эга бўлиб, диаметри 60м ни ташкил этади. Ёпманинг тўсиқ конструкциялари - ёғоч синчли елимланган фанерали панеллар, томнинг сувдан ҳимоя қатлами – битум мастикасида ёпиштирилган рубероид қатлами; шунингдек, гумбаз ҳалқаси бўйича бир қатор қўйилувчи ёруғлик ўтказувчан шишапластикли панеллар. Гумбаз чўққисида устки ҳалқа устига органик ойнадан тайёрланган ёририш гумбази ўрнатилади (9.6-расм). Томнинг иситгич қатламининг қалинлиги 100мм бўлиб, у зичлиги 2500 н/м³ ли минерал момикдан

тайёрланган плиталардан ётқизилади. Гумбаз қобирғалари намлиги 15 %гача бўлган қарағай тахталаридан елимлаб тайёрланади.

Ёпманинг конструктив схемаси. Гумбаз қобирғалари синтетик елим воситасида тахталардан елимланиб тайёрланади ва элемент кесимида симметрик жойлаштирилувчи пўлат стерженлар билан арматураланади. Гумбаз қобирғалари устига эни 148 см ли режадаги кўриниши трапеция шаклидаги елимланган фанерали плиталар ўрнатилади. Ёруғлик ўтказувчан панеллар ёруғлик ўтказувчан полиэфир шишапластиклардан тайёрланиб, тахталардан ташкил топувчи Рама устига таянади; тахта Рамалар эса гумбаз қобирғасига ўрнатилади; бундай панелларнинг эни ҳам 148 смни ташкил этади.

Гумбазнинг остки-таянч халқаси қўйма темирбетондан лойиҳаланади, устки халқа эса пўлат швеллерлардан тайёрланади.



9.6-расм. Гумбаз равоғининг ҳисобига доир схемалар: а-равоқнинг геометрик схемаси ва юкланиши; б-ёпма элементларининг жойлашиш режаси; 1-остки халқа; 2-устки халқа; 3-равоқлар; 4-фанерали панеллар; 5-шишапластик панеллар; 6-қия робиталар; 7-равоқнинг юк майдони

Гумбаз қобирғаларининг ҳар жуфти битта уч шарнирли равоқни ташкил этади.

Остки халқа бўйича равоқлар орасидаги масофа:

$$B = \frac{\pi \cdot D_H}{n} = \frac{3,14 \cdot 60}{32} = 5,89\text{ м} \approx 5,9\text{ м} < 6\text{ м},$$

бу ерда: $D_H=60$ м; $n=32$ - мунтазам кўпбурчак томонлари сони.

Равоқ найзаси (чўққиси)нинг кўтарилиш баландлиги:

$$f = \frac{D_H}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ м}.$$

Равоқнинг эгрилик радиуси:

$$R = \frac{D_H^2}{8f} + \frac{f}{2} = \frac{60^2}{8 \cdot 10} + \frac{10}{2} = 50 \text{ м}.$$

Марказий бурчак:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{D_H}{2R} = \frac{60}{2 \cdot 50} = 0,6; \quad \varphi = 74^\circ.$$

Равоқ ёйининг узунлиги:

$$S = \frac{2\pi R \varphi}{360^\circ} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 74^\circ}{360^\circ} = 64,54 \text{ м}.$$

Гумбаз равоғининг статик ҳисоби. Равоққа таъсир этувчи юкларни аниқлаймиз.

Том конструкцияларининг оғирлигидан равоққа таъсир этувчи ҳисобий юк:

$$g_0 = 650 \text{ Н} / \text{м}^2;$$

(барча турдаги ёпма панелларидан ҳосил бўлувчи юklar учун уларнинг энг катта қиймати қабул қилинган).

Қор юки:

$$P_{CH}^n = 1000 \text{ Н} / \text{м}^2;$$

$$C = \frac{D_H}{8f} = \frac{60}{8 \cdot 10} = 0,75.$$

Равоқнинг хусусий оғирлигидан:

$$g_{c.с} = \frac{650 + 1000}{\frac{1000}{2,5 \cdot 60} - 1} = 300 \text{ Н} / \text{м}^2$$

Доимий ва қор юкларининг ҳисобий қийматлари учун учбурчак шаклидаги юк эпюраларининг максималъ ординаталарини қуйидаги формулалар бўйича аниқлаймиз:

$$q = (g_{c.с} + g_0 B) \frac{S}{D_H} = (300 + 650 \cdot 5,9) \frac{64,54}{60} = 4520 \text{ Н} / \text{м};$$

$$P = P_{\text{сн}}^n \cdot \gamma_f \cdot C \cdot B = 1000 \cdot 1,4 \cdot 0,75 \cdot 5,9 = 6195 \text{ Н / м},$$

бу ерда $\gamma_f = 1,4$ - қор юки учун ишонч коэффициенті.

Гумбазнинг қабул қилинган кўтарилиш найзасида шамол юки таъсиридан равоқдаги зўриқишлар камаяди, шу сабабли, ҳисобларда шамол юкини эътиборга олинмайди.

Ҳисобий зўриқишларни равоқнинг тўлиқ оралиғида доимий юклар, вақтинчалик (қор) юклар эса оралиқнинг ярмида таъсир этиш схемаси учун иловалардаги жадвал бўйича аниқлаймиз.

Таянчда $0,2 D_n$ масофадаги равоқ кесимида ҳосил бўлувчи эгувчи момент:

$$M_{2\text{max}} = 0,005ql^2 + 0,0105Pl^2 = 0,005 \cdot 4520 \cdot 60^2 + 0,0105 \cdot 6195 \cdot 60^2 = 315530 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Равоқнинг таянч шарнирида ҳосил бўладиган реакция кучларини аниқлаймиз:

доимий юкдан:

$$V_A = V_B = q \frac{l}{4} = 4520 \frac{60}{4} = 67800 \text{ Н};$$

$$H = \frac{ql^2}{24f} = \frac{4520 \cdot 60^2}{24 \cdot 10} = 67800 \text{ Н};$$

тўлиқ оралиқда таъсир этувчи қор юкидан:

$$V_A = V_B = 6195 \frac{60}{4} = 92925 \text{ Н};$$

$$H = \frac{6195 \cdot 60^2}{24 \cdot 10} = 92925 \text{ Н};$$

тўлиқ оралиқда таъсир этувчи доимий ва қор юкларидан:

$$V_A = V_B = 67800 + 92925 = 160725 \text{ Н};$$

$$H = 160725 \text{ Н}.$$

оралиқнинг чап ярмида таъсир этувчи қор юкидан:

$$V_A = \frac{5P \cdot l}{24} = \frac{5 \cdot 6195 \cdot 60}{24} = 77450 \text{ Н};$$

$$V_B = \frac{P \cdot l}{24} = \frac{6195 \cdot 60}{24} = 15490 \text{ Н};$$

$$H = \frac{ql^2}{48f} = \frac{6195 \cdot 60^2}{48 \cdot 10} = 46460 \text{ H};$$

Тўлиқ ораликда таъсир этувчи доимий ва ораликнинг чап ярмида таъсир этувчи қор юкидан:

$$V_A = 67800 + 77450 = 145250 \text{ H};$$

$$V_B = 67800 + 15490 = 83290 \text{ H};$$

$$H = 67800 + 46460 = 114260 \text{ H}.$$

Равоқнинг чап таянчдаги О кесимда тўлиқ юкланишдан ҳосил бўлувчи ҳисобий бўйлама ва кўндаланг кучларни координаталарнинг қуйидаги қийматларида аниқлаймиз:

$$x_0=0; \quad y_0=0; \quad \varphi_0=\varphi/2=37^\circ;$$

$$\sin \varphi_0=0,6; \quad \cos \varphi_0=0,8.$$

Тўсин схемаси учун кўндаланг куч:

$$Q_{oo} = H = 160725 \text{ H}.$$

$$N_0 = Q_{oo} \sin \varphi_0 + H \cos \varphi_0 = 160725 \cdot 0,6 + 160725 \cdot 0,8 = 225015 \text{ H}.$$

$$Q_0 = Q_{oo} \cos \varphi_0 - H \sin \varphi_0 = 160725 \cdot 0,8 - 160725 \cdot 0,6 = 32145 \text{ H}.$$

Энг катта эгувчи момент ҳосил бўладиган 2 кесимдаги ҳисобий зўриқишни аниқлаймиз:

$$x_2=0,2D_H=0,2 \cdot 60=12 \text{ м}; \quad y_2=0,665f=0,665 \cdot 10=6,65 \text{ м};$$

$$\varphi_2=21^\circ 6'; \quad \sin \varphi_2=0,36; \quad \cos \varphi_2=0,933.$$

Доимий юк тўлиқ ораликда, қор юки ораликнинг чап ярмида таъсир этганда тўсин схемаси учун кўндаланг куч:

$$Q_{2o} = V_A - \frac{(q+p) + (q+p) \cdot 0,6}{2} x_2 = 145250 - \frac{(4520 + 6195) + (4520 + 6195) \cdot 0,6}{2} 12 = 42390 \text{ H}$$

2 кесимдаги бўйлама зўриқиш:

$$N_2 = Q_{2o} \sin \varphi_2 + H \cos \varphi_2 = 42390 \cdot 0,36 + 114260 \cdot 0,933 = 15260 + 106600 = 121860 \text{ H}$$

Равоқнинг конструктив ҳисоби

Равоқ кесимини тўғри тўртбурчак шаклда қабул қиламиз; кесимнинг тақрибий баландлиги:

$$h = \frac{D_H}{70} \approx 85 \text{ см}.$$

Кесим 20 та 4x17 см ўлчамли (рандалангандан сўнг, рандалангунча-44x175мм) тахталардан ташкил этилади. Кесим баландлиги $h = 4 \cdot 20 = 80\text{см}$. Кесим баландлигининг энига нисбати:

$$\frac{h}{b} = \frac{80}{17} = 4,7 < 6.$$

Кесим юзаси: $F = b \cdot h = 17 \cdot 80 = 1360\text{см}^2$.

Равоқ кесими симметрик равишда ҳар икки томонда жойлаштирилувчи 2 Ø25 А–II пўлат стерженлар билан арматураланса, арматуранинг кўндаланг кесим юзаси $F_a = 19,64\text{см}^2$, арматуралаш коэффициенти:

$$\mu = \frac{19,64}{1360} = 0,0144 \quad \text{ёки} \quad \mu = 1,44\%.$$

Равоқнинг ёғочга келтирилган кесими юзаси:

$$F_{np} = F(1 + n\mu) = 1360(1 + 21 \cdot 0,0144) = 1771\text{см}^2,$$

$$\text{бу ерда } n = \frac{E_a}{E_d} = 21.$$

Келтирилган кесимнинг инерция моменти:

$$J_{x,np} = \frac{b \cdot h^3}{12} (1 + 3\mu \cdot n) = \frac{17 \cdot 80^3}{12} (1 + 3 \cdot 0,0144 \cdot 21) = 1383355\text{см}^4.$$

Келтирилган кесимнинг қаршилик моменти:

$$W_{x,np} = \frac{J_{x,np} \cdot 2}{h} = \frac{1383355 \cdot 2}{80} = 34584\text{см}^3.$$

Оралиқ ярмида қор юки таъсир этганида равоқнинг эгилиши текислигидаги эгилувчанлиги (мойиллиги):

$$\lambda_x = \frac{0,5 \cdot S}{\sqrt{\frac{J_{x,np}}{F_{np}}}} = \frac{0,5 \cdot 6454}{\sqrt{\frac{1383355}{1771}}} = 115 < \lambda_{np} = 120.$$

Бўйлама кучдан ҳосил бўлувчи қўшимча эгувчи моментни ҳисобга олувчи коэффициент:

$$\xi = 1 - \frac{\lambda_x^2 \cdot N_2}{3000 F_{np} \cdot R_c} = 1 - \frac{115^2 \cdot 121860}{3000 \cdot 1771 \cdot 1400} = 0,78$$

2 кесимдаги кучланиш:

$$\sigma = \frac{N_2}{F_{np}} + \frac{M_2 \cdot R_c}{\xi \cdot W_{np} \cdot m_o \cdot m_{\Gamma H} \cdot R_u} = \frac{121860}{1771} + \frac{31553000 \cdot 1400}{0,78 \cdot 34584 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1600} =$$

$$= 1206 \text{ H / см}^2 < R_c = 1400 \text{ H / см}^2;$$

бу ерда; $m_o = 0,9$ - элемент кесимининг ўлчамларини ҳисобга олувчи коэффициент; $m_{\Gamma H} = 1 - \frac{R}{h_d} = \frac{500}{4} = 1250 > 500$ да (иловининг - жадвалига қаралсин).

Ҳисоб натижасидан кўриниб турибдики, максималь кучланишлар ёғочнинг ҳисобий қаршилигидан кичик. Равоқнинг мойиллиги (эгиловчанлиги) чегаравий қийматларга яқин бўлганлиги учун элементнинг кесим ўлчамларини камайтирмаймиз.

Равоқнинг ўз текислигидан чиқишидаги устиворлигини текширамыз.

$$J_{y,np} = \frac{h \cdot b^3}{12} + 2F_{1a} \cdot \frac{E_a}{E_d} \cdot x^2 \cdot 2 = \frac{80 \cdot 17^3}{12} + 2 \cdot 4,91 \cdot 21 \cdot 2,8^2 \cdot 2 = 35986 \text{ см}^4;$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_{y,np}}{F_{np}}} = \sqrt{\frac{35986}{1771}} = 4,51 \text{ см}.$$

Мойиллик $\lambda_x \approx \lambda_y = 115$ бўлганда робиталар орасида масофани аниқлаймиз:

$$l_0 = \frac{\lambda_y \cdot r_y}{1,25} = \frac{115 \cdot 4,51}{1,25} = 415 \text{ см}.$$

Ҳар бир ярим равоқни ёпма панеллари энига қаррали участкаларга ажратамыз:

$$l = 150 \cdot 2 = 300 \text{ см} < l_0 = 415 \text{ см}$$

Равоқларнинг устиворлигини таъминлаш учун уларга ёпма панеллари маҳкамланади; равоқлар орасида ҳар 3м да қия ва вертикаль робиталар қўйилади.

Ораликнинг ярмида таъсир этувчи қор юкидан доимий юклардан ҳосил бўладиган эгувчи момент ҳосил бўлади. Ушбу қор юкидан равоқнинг қарама-қарши томонида манфий ишорали момент юзага келади. Бироқ ушбу

моментнинг қиймати равоқнинг юза томонида доимий юкдан ҳосил бўлувчи момент қийматидан кичик бўлади.

Шу сабабли, равоқнинг ташқи ёғи унинг тўлиқ узунлиги бўйича сиқилган бўлади.

Равоқ сиқилган ёғининг устиворлигини қуйидаги формула бўйича текшираамиз:

$$\frac{N}{F \cdot \varphi_y \cdot R_c} + \left(\frac{M}{\xi \cdot W_{np} \cdot \varphi_{\delta,y} \cdot R_u} \right)^2 < 1,$$

бу ерда: φ_y - равоқнинг робиталар билан маҳкамланган участкасининг ўз текислигидан чиқишидаги бўйлама эгилиш коэффиценти:

$$\varphi_y = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_y}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{61}{100} \right)^2 = 0,7,$$

бу ерда: $\lambda_y = \frac{300}{0,289 \cdot \epsilon} = \frac{300}{0,289 \cdot 17} = 61;$

$\varphi_{\delta,y}$ - эластик устиворлик соҳасидаги бўйлама эгилиш коэффиценти:

$$\varphi_{\delta,y} = \frac{\kappa \cdot \epsilon^2}{h \cdot l_0} = \frac{160 \cdot 17^2}{80 \cdot 300} = 1,93 < 2,$$

бу ерда: $\kappa=160$.

У ҳолда:

$$\frac{121860}{1771 \cdot 0,7 \cdot 1400} + \left(\frac{31553000}{0,78 \cdot 34584 \cdot 1,93 \cdot 1600} \right)^2 = 0,214 < 1,$$

шарт бажарилди, демак, равоқ сиқилган ёғининг устиворлиги таъминланган.

Равоқнинг таянч кесимини уринма кучланишлар бўйича ёритилишга мустаҳкамлигини қуйидаги формула бўйича текшираамиз:

$$\tau = \frac{Q_0 \cdot S_{np}}{J_{np} \cdot \xi \cdot \epsilon_p} \leq R_{ck}.$$

Келтирилган кесимнинг статик моменти:

$$S_{np} = \frac{\epsilon \cdot h^2}{8} (1 + 2\mu \cdot n) = \frac{17 \cdot 80^2}{8} (1 + 2 \cdot 0,0144 \cdot 21) = 21825 \text{ см}^3.$$

Кучланишларни аниқлаймиз:

$$\tau = \frac{32145 \cdot 21825}{1383355 \cdot 0,78 \cdot 17 \cdot 0,6} = 64 \text{ Н/см}^2 < R_{ck} = 160 \text{ Н/см}^2.$$

Равоқларнинг таянч халқаларига бирикиш тугунларини пўлат бошмоқли ва валикли шарнирли кўринишда қабул қиламиз. Равоқларнинг устки бошмоқлари пўлат халқага пайвандлаб бириктирилади (7.5-расм). Пўлат бошмоқлар равоқларга диаметри $d=30$ мм ли 8 та болтлар воситасида бириктирилади. Битта болтга тўғри келадиган зўриқиш қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R_{\sigma} = \sqrt{\left(\frac{M_{\sigma} \cdot z_{\max}}{n_{\sigma} \cdot \sum z^2}\right)^2 + \left(\frac{Q_0}{m_{\sigma}}\right)^2};$$

бу ерда: $M_{\sigma} = Q_0 \cdot e = 32145 \cdot 0,4 = 12858 \text{ Н} \cdot \text{м}$,

$e=0,4 \text{ м}=40 \text{ см}$ - валикнинг оғирлик марказидан болтлар тўпининг оғирлик марказигача бўлган масофа;

n_{σ}^2 - четки горизанталр қатордаги болтлар сони;

m_{σ}^{10} - бошмоқдаги болтларнинг умумий сони;

z - горизонталь қаторлар орасидаги масофа.

У ҳолда:

$$R_{\sigma} = \sqrt{\left(\frac{1285800 \cdot 40}{2 \cdot (20 + 40)^2}\right)^2 + \left(\frac{32145}{8}\right)^2} = 8195 \text{ Н}.$$

Битта икки қирқимли болтнинг юк кўтариш қобилиятини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$T_u = 250d^2 \cdot n_{cp} = 250 \cdot 3^2 \cdot 2(10) = 45000 \text{ Н} > R_{\sigma} = 8195 \text{ Н}.$$

Таянчлардаги эзилиш юзасининг (бошмоқнинг) баландлиги:

$$h_{\sigma} = \frac{N_0}{R_C \cdot e} = \frac{225015}{1400 \cdot 17} = 9,5 \text{ см}.$$

Болтларни жойлаштиришнинг эътиборга олган ҳолда $h_{\sigma} = 40 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Валикли шарнир ҳисоби

Шарнир валиги қўшрафақли тўсин каби ҳисобланади (7.5, в-расм):

$$M = \frac{N_0}{2} \cdot 1,5 = \frac{225015}{2} \cdot 1,5 = 168760 H \cdot \text{см},$$

бу ерда 1,5 см - бошмоқ листлари оғирлик марказлари орасидаги масофа.

Валик диаметрини қуйидаги формулалар бўйича аниқлаймиз:

$$W = \frac{M}{R} = \frac{168760}{21000} = 8,04 \text{ см}^3 = 0,1 \cdot d^3;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{8,04}{0,1}} = 4,32 \text{ см}.$$

Қабул қиламиз: $d=4,5$ см.

Валикнинг қирқилишга мустаҳкамлигини қуйидаги шарт бўйича текширамыз:

$$T_{cp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_{cp} \cdot n_{cp} = \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} \cdot 15000 \cdot 2 = 476887 H > N_o = 225015 H.$$

Бошмоқ листларини эзилишга қуйидаги шарт бўйича текширамыз:

$$T_{cm} = \delta \cdot d \cdot R_{cm} \cdot n = 1,2 \cdot 4,5 \cdot 38000 \cdot 2 = 410400 H > N_o = 225015 H,$$

бу ерда: $\delta = 1,2 \text{ см} = 12 \text{ мм}$ - бошмоқ листларининг қалинлиги.

Устки халқа мунтазам 32 бурчак шаклида бажарилади. Кўпбурчакка ташқи чизилган доира диаметрини таянч бошмоқларини жойлаштиришни эътиборга олган ҳолда аниқлаймиз. Бикрлик қобирғалари билан биргаликда бошмоқнинг горизанталр йўналишдаги ўлчами яхлитланган ҳолда $a \approx 30 \text{ см}$.

$$\text{Айлана узунлиги } S=30 \cdot 32=960 \text{ см, бундан } D_{\phi} = \frac{960}{\pi} = 305 \text{ см}.$$

Қабул қиламиз: $D_{\phi} = 310 \text{ см}$, $a = 30,5 \text{ см}$.

Устки сиқилувчи мунтазам кўпбурчак шаклидаги халқа устиворликка қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$N_{\kappa p} = \left(\frac{4\pi}{m} \right)^2 \cdot \frac{EJ_x}{a^2} \geq N = \frac{H}{2 \cos \alpha},$$

бу ерда: $m=32$ - мунтазам кўпбурчак томонлари сони;

$a=30,5 \text{ см}$ - кўпбурчак томонининг узунлиги;

J_x - халқа кесимининг вертикаль ўққа нисбатан инерция моменти;

$H=160725$ н - равоқнинг распор кучи;

α - мунтазам кўпбурчак томонлари орасидаги ички бурчакнинг ярми:

$$\alpha = \frac{180^\circ - \beta}{2} = \frac{180^\circ - 11^\circ 15'}{2} = 84^\circ 22',$$

бу ерда: $\beta = \frac{360}{32} = 11^\circ 15'$ - секторнинг марказий бурчаги; $\cos \alpha = \cos 84^\circ 22' = 0,098$.

У ҳолда:

$$\left(\frac{4 \cdot 3,14}{32} \right)^2 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^7 \cdot J_x}{30,5^2} = \frac{160725}{2 \cdot 0,098},$$

$$J_x = 236 \text{ см}^4.$$

Равоқ бошмоқларининг таянишини ҳисобига олиб, [№30 ($J_y = 327 \text{ см}^4$)
дан ташкил топувчи устки халқа қабул қиламиз.

Равоқ уланиш чокининг ҳисоби

Ярим равоқнинг тўлиқ узунлиги (устки халқа радиусини ҳисобга олмаган ҳолда) 30,5 м ни ташкил этади, устки ёғидан бошмоқларнинг чиқиб турувчи қисмларини бирлаштирувчи ватаргача бўлган баландлиги эса конструкцияларни ташишда рухсат этилувчи энг катта ўлчамлардан ошиб кетади. Шу сабабли, ярим равоқлар икки қисмдан иборат қилиб лойиҳаланади, улар монтаж чоки воситасида бириктирилади.

Равоқ чоки чап таянчдан $x=24$ м масофадаги 3 кесимда жойлашади (7.5, а-расм). Чокнинг бундай жойлашишида ярим равоқнинг таянчдан 3 кесимгача бўлган чап қисмининг ўлчамлари йўл қўйилувчи микдорда бўлади, чокнинг ўзи эса катта бўлмаган қийматлардаги эгувчи моментлар соҳасида жойлашади.

$$\frac{x}{\ell} = \frac{24}{60} = 0,4 \quad \text{ва} \quad \frac{\ell}{f} = \frac{60}{10} = 6 \quad \text{да:}$$

$$y = 0,964f = 9,64 \text{ м}; \quad \sin \varphi_3 = 0,12; \quad \cos \varphi_3 = 0,993.$$

3 кесимдаги зўриқишларни аниқлаймиз.

Эгувчи момент:

$$M_3 = 0,0012 \cdot 4520 \cdot 60^2 + 0,0046 \cdot 6195 \cdot 60^2 = 122115 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

Тўсин схемасидаги кўндаланг куч:

$$Q_{36} = V - \frac{(q + p) + (q + p) \cdot 0,2}{2} \cdot x = 145250 - \frac{(4520 + 6195) + (4520 + 6195) \cdot 0,2}{2} \cdot 24 = -9046 \text{ н.}$$

3 кесимдаги бўйлама ва кўндаланг кучлар:

$$N_3 = -9046 \cdot 0,12 + 114260 \cdot 0,993 = 112375 \text{ н.}$$

$$Q_3 = -9046 \cdot 0,993 - 114260 \cdot 0,12 = -22694 \text{ н.}$$

Қуйидаги конструкциядаги тортқили чок лойиҳалаймиз (7.5-расм, II тугун).

Равокдаги махсус ўйилган ариқчаларга ўрнатилгунча, арматуранинг устки ва остки стерженларига бикрлик қобирғаларига эга бўлган пўлат листлар пайвандланади.

Вертикаль кўндаланг қобирғаларда пармалаб тешиklar очилади. Арматура стерженлари равоқ кесимида очилган ариқчаларга жойлаштирилиб, эпоксид елими қуйилади.

Пўлат листлар ҳам равоқ ёғочига елим воситасида ёпиштирилади. Йиғиш жараёнида равоқ элементлари (қисмлари) бириктирилади, пўлат бошмоқлар эса болтлар воситасида тортилади.

Бундан ташқари, чокнинг равоқ текислигидан чиқишдаги бикрлигини ошириш ва кўндаланг кучларни қабул қилиши учун, равоқларнинг ёнидан ёғоч қопламалар қўйилиб, улар равоққа болтлар воситасида маҳкамланади.

Остки тортқи болтларни чокдаги зўриқишларга (3 кесим) ҳисоблаймиз. Устки болтлар ҳам конструктив тарзда, худди остки болтлар каби қабул қилинади.

Кучланишларни аниқлаймиз:

$$\sigma_{\min}^{\max} = -\frac{N}{b \cdot h} \mp \frac{6M}{b \cdot h^2} = -\frac{112375}{17 \cdot 80} \mp \frac{12211500 \cdot 6}{17 \cdot 80^2};$$

$$\sigma_{\max} = -82,6 - 673,4 = -756 \text{ н / см}^2;$$

$$\sigma_{\min} = -82,6 + 673,4 = 590,8 \text{ н / см}^2.$$

Кучланишлар эпюраси участкаларининг ўлчамларини ҳисоблаймиз:

$$c = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}} \cdot h = \frac{756}{756 + 590,8} \cdot 80 = 44,9 \text{ см};$$

$$a = \frac{h}{2} - \frac{c}{3} = \frac{80}{2} - \frac{44,9}{3} = 25 \text{ см};$$

$$y = h - \frac{c}{3} = 80 - \frac{44,9}{3} = 65 \text{ см}.$$

Болтлардаги зўриқиш:

$$z = \frac{M - N \cdot a}{y} = \frac{12211500 - 112375 \cdot 25}{65} = 144648 \text{ н}.$$

Болтнинг кўндаланг кесим юзаси:

$$F_{\text{нт}}^{\sigma} = \frac{z}{n_{\sigma} \cdot R_p} = \frac{144648}{21000 \cdot 0,68 \cdot 2} = 5,06 \text{ см}^2,$$

Қабул қиламиз: $d=30$ мм, $F_{\text{нт}}=5,08 \text{ см}^2$.

Арматура стерженлари узунлиги $\ell_{\text{ш}} = 5d = 150$ ммли, арматура кесими билан бир хил мустаҳкамликка эга бўлган икки томонлама чоклар билан пайвандланади.

Ёғоч қопламаларни кўндаланг куч таъсирига ҳисоблаймиз:

$$M = Q \cdot e_1 = 22694 \cdot 26 = 590044 \text{ н} \cdot \text{см};$$

$$W = \frac{M}{R_u} = \frac{590044}{1300} = 454 \text{ см}^3.$$

Кесим ўлчамлари 18x22 смли ($W=2904 \text{ см}^3$) 2 та қоплама қабул қиламиз (болтларни жойлаштириш шартидан).

Қопламаларнинг маҳкамлаш болтларини қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаймиз:

$$R_1 = \frac{Q}{1 - \frac{e_1}{e_2}} \leq n_{\sigma} \cdot n_{cp} \cdot T_{\min};$$

$$R_2 = \frac{Q}{\frac{e_2}{e_1} - 1} \leq n_{\sigma} \cdot n_{cp} \cdot T_{\min},$$

бу ерда: $T_{\min}$ - болтнинг бир қирқимдаги энг кичик юк кўтариш қобиляти;
 $n_{\sigma}=2$ - қатордаги болтлар сони;
 $n_{cp}=2$ - битта болтдаги қирқимлар сони.

У ҳолда:

$$R_1 = \frac{22694}{1 - \frac{26}{52}} = 45388 \text{ H};$$

$$R_2 = \frac{22694}{\frac{52}{26} - 1} = 22694 \text{ H}.$$

Болтнинг бир қирқимиға тўғри келувчи зўриқиш:

$$T = \frac{R_1}{n_{\delta} \cdot n_{cp}} = \frac{45388}{2 \cdot 2} = 11347 \text{ H}.$$

Қоплама қалинлиги $a=18$ см, равоқ эни $b=c=17$ см, болт диаметри $d=22$ ммда болтнинг минималр юк кўтариш қобилияти:

$$T_c = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 17 \cdot 2,2 \cdot (10) = 18700 \text{ H};$$

$$T_a = 80 \cdot a \cdot d = 80 \cdot 18 \cdot 2,2 \cdot (10) = 31680 \text{ H};$$

$$T_u = 180 \cdot d^2 + 2a^2 = (180 \cdot 2,2^2 + 2 \cdot 18^2) \cdot (10) = 15192 \text{ H};$$

$$T_n = 250 \cdot d^2 = 250 \cdot 2,2^2 \cdot (10) = 12100 \text{ H};$$

$$T_{\min} = 12100 \text{ H} > T = 11347 \text{ H};$$

бу ерда: (10) – Н ўлчов бирлигига ўтиш коэффициенти.

Демак, қопламалар чокнинг ҳар икки томонида 2 қаторда 2 тадан (жаоми 8 дона) жойлаштирилувчи диаметри $d=22$ ммли болтлар воситасида равоқ ёғочига маҳкамланади.

Х БОБ. ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ТАЪМИРЛАШ ВА КУЧАЙТИРИШ

10.1. Ёғоч конструкцияларини кучайтириш

Ёғоч конструкциялари қурилиш меъёрлари ва қоидалари(ҚМК) бўйича энг камида иншоотларда - 50 йил, қишлоқ хўжалиги иншоотларида - 20 ва вақтинчалик биноларда - 10 йил ишончли хизмат қилиши керак. Агарда конструкцияларнинг ишлаш меъёри бузилса, олдинроқ ҳам улар юк кўтариш қобилиятларини йўқотиши мумкин.

Бу конструкцияларни ишлатишга қабул қилинаётганда, албатта бирма-бир кузатиб чиқилади. Агар заиф жойлари аниқланса, уни бартараф этиш чора-тадбирлари белгиланади. Бир йилда икки марта куз ва баҳор фаслларида текшириш ўтказилади. Бунинг сабаби, қиш фаслида қор ёғиб қўшимча

вақтинчалик юклама ҳосил бўлади, баҳорда эса ёмғир ёғиши натижасида том ёпмаларидан намлик сизиб ўтиши мумкин ва ёғочни чириш хавфи вужудга келиши мумкин.

Айрим ҳолларда ёғоч конструкцияларини кучайтириш ва таъмирлаш зарур бўлиб қолади.

Ёғоч конструкцияларини махсус лойиҳа ишлаб чиқилгандан кейин, қуйидаги принципларга асосланган ҳолда кучайтирилади:

- кучайтирилган ёғоч конструкциялар олдинги функциясини тўла ёки қисман бажариши керак;

- агар қисман бажарадиган бўлса, унинг қолган қисмини бошқа бир конструкцияга ёки янги қурилиш конструкциясига узатиш масаласини ишлаб чиқилган лойиҳада ҳал қилинган бўлиши керак;

- кучайтирилган ёғоч конструкциялари юк кўтариш қобилияти бўйича, деформация ва бошқалар бўйича ишлаб-чиқиш давридаги кучайтириш қурилиш меъёрларини қаноатлантириши керак;

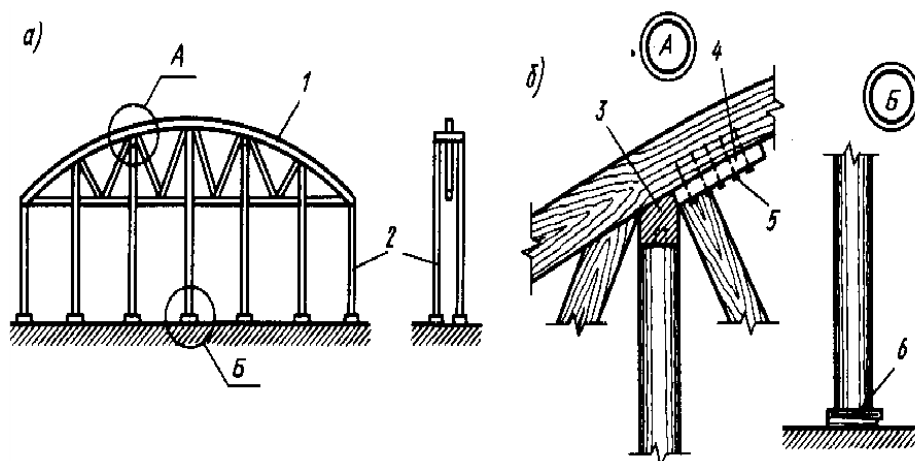
- ёғоч конструкциясини кучайтириш кераклиги ва танланган вариант иқтисодий жиҳатдан асосланган бўлиши керак;

- бир турдаги ёғоч конструкцияларини бир хил кучайтириш керак.

Юксизлантириш кучайтиришдаги биринчи босқич ҳисобланади(65-расм). Бу ҳолда кучайтириладиган конструкцияни синиб кетиш хавфи йўқолади. Кўпинча ишлаётган ёғоч конструкциясидаги солқиликни йўқотиш учун уни осиб қўйилади ёки домкрат билан кўтариб қўшимча юк кўтарувчи элемент қўйилади. Конструкция кучайтирилгандан кейин вақтинча қўйилган элемент олиб ташланади.

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

турли белгиларига қараб турларга бўлиш мумкин. Ишлатиш соҳаси бўйича кучайтиришни икки гуруҳга бўлиш мумкин: вақтинчалик ва доимий.



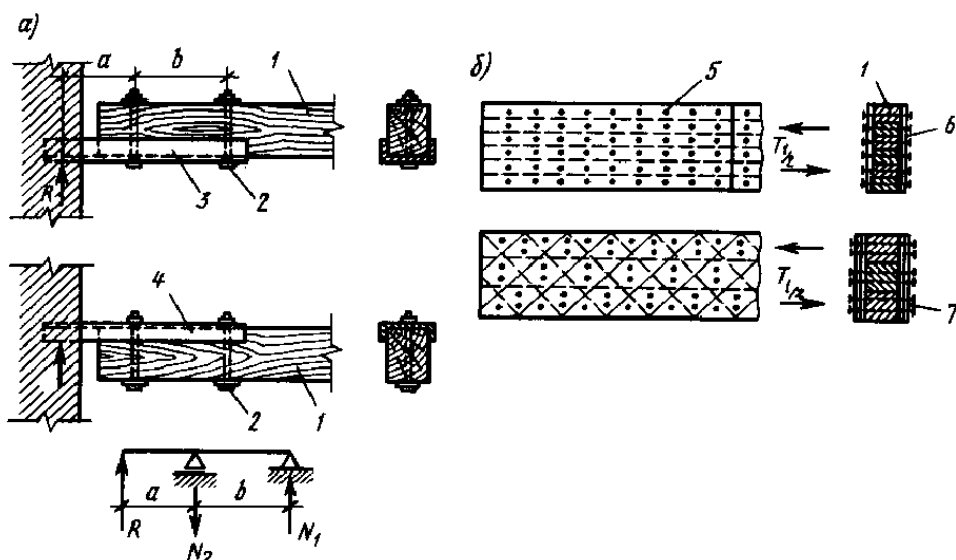
10.1- расм. Ёғоч конструкцияларни осиб қўйиш: а - осиб қўйиш; б - маҳкамлаш тугунлари; 1- конструкция; 2- устунлар; 3- кўндаланг таглик; 4- қўйи таглик; 5- михлар; 6- қозик.

Кучайтириш лойиҳасини ишлаб-чиқиш кучайтириш ишининг биринчи босқич иши ҳисобланади. Лойиҳа ёғоч конструкциялар ўлчамларини аниқ ўлчаш орқали бажарилади. Кучайтириладиган ёғоч конструкцияларининг мустаҳкамлигини стандарт намуналарни синаш орқали аниқланади. Бунда синаладиган намуналар кучайтириладиган конструкцияларнинг юкланмаган ёки кам юкланган қисмидан олинади. Кучайтириш лойиҳасида конструкцияларнинг барча ишлаш шароитлари ҳисобга олинади ва етарли ишчи чизмалар берилади.

Кучайтириладиган конструкцияга таъсир қилаётган юкламаларни 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.

Тўсин ва сарровларни деворга таянган таянч қисми чириган ёки кучайтириш зарур бўлиб қолган ҳолатларда уларни кучайтириш мумкин (10.2-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.



10.2 – расм. Ёғоч тўсинни кучайтириш: *a* – Тўртқирра ёғоч тўсин учини кучайтириш; *b* – тўсинларни икки томондан ёғоч фанера қопламаларини маҳкамлаш орқали кучайти-риш; *1* – тўсин; *2* – болтлар; *3* – қуйи протез; *4* – юқори протез.

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

$$M = R \cdot a , \quad (10.1)$$

бу ерда: *a* - таянчдан биринчи болт марказигача бўлган масофа; *R* – таянч реакцияси.

Болтларда ҳосил бўладиган бўйлама кучларнинг қийматлари қуйидагига тенг бўлади:

$$N_1 = Ra / b ; N_2 = R(a + b) / b , \quad (10.2)$$

бу ерда: *N*₁, *N*₂ - биринчи ва иккинчи болтларда ҳосил бўладиган бўйлама кучлар; *b* - болтлар орасидаги масофа.

Таркибли тўсинларни икки томондан ёғоч ёки фанера қопламаларни маҳкамлаш орқали кучайтириш мумкин. Бунда ишлатиладиган сувга чидамли фанеранинг қалинлиги 10 мм дан кам бўлмаслиги керак. Фанера қоплама ва михлар жуфт силжиш зўриқиши таъсирига ҳисобланади:

$$T_{1/2} = \frac{1,5 \cdot M \cdot S}{I} , \quad (10.3)$$

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

10.2. Ҳисоблаш схемасини ўзгартирмасдан ва ўзгартириб кучайтириш усуллари

Кучайтириш элементларини ишлаш схемасига таъсир қилиши бўйича икки гуруҳга бўлинади:

1. Ёғоч конструкциясини олдинги ишлаш схемасини ўзгартирмасдан кучайтириш.

2. Олдинги ишлаш схемасини ўзгартириб кучайтириш.

Ёғоч конструкциясини ишлаш схемасини ўзгартирмасдан қуйидаги усуллар ёрдамида кучайтириш мумкин:

- қўшимча маҳкамлаш деталлари ўрнатиш билан (болт, мих, шуруп ва бошқалар);

- қўшимча алоҳида ишловчи юкни камайтирувчи конструкциялар ўрнатиш билан;

- ёғоч конструкциясини тўлиқ кучайтириш ёки уни алмаштириш билан (уни яроқсиз жойи бўлиши мумкин);

- кучайтириш материали конструкция материали билан бир хил ёки бошқа материалдан бўлиши мумкин.

Қурилиш таъмирлаш ишларининг айрим ҳолларида ёғоч конструкцияларини ишлаш схемаларини ўзгартириб кучайтириш энг самарали ҳисобланади. Масалан, бир ораликли тўсиннинг ўртасига таянч қўйилиши уни икки ораликли тўсинга айлантиради.

Қишлоқ хўжалиги биноларида кўпинча елимланган ёғоч арка ва учбурчакли тиргак тизимларини кучайтиришга тўғри келади. Бундай ҳолатларда уларни ферма конструкцияларига айлантириш зарур бўлади.

Текис юк кўтарувчи конструкцияларни кучайтириш усулларида яна бири қўшимча боғловчилар киритишдир. Бу ҳолатларда конструкциянинг ишлаш схемаси ўзгаради.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ёғоч конструкциялари ҚМҚ бўйича иншоотларда неча йил хизмат қилади?
2. Ёғоч конструкциялари қайси усулларда кучайтирилади?
3. Қандай кучайтирилади?
4. Кучайтириш схемаларидан чизиб кўрсатинг?.

ИЛОВАЛАР

Конструкциялар ёғочининг намлигига қўйилувчи талаблар

1-жадвал

Эксплуатац иясининг харорат намлик шароитлари	Конструкциянинг эксплуатация шароити хусусияти	Конструкциялар учун ёғочнинг максималь намлиги, %	
		елимланган ёғочдан	елимланмаган ёғочдан
	Ичкараси иситиладиган хоналарда ҳарорат 35 ⁰ Сгача бўлганида, ҳавонинг нисбий намлиги қуйдагича бўлганида:		
A1	60%гача	9	20
A2	60дан юқори 75%гача	12	20
A3	75 дан юқори 95 % гача	15	20
	Ичкараси иситилмайдиган хоналарда		
B1	Куруқ соҳада	9	20
B2	Меъёрий соҳада	12	20
B3	Куруқ ва меъёрий соҳаларда хонанинг доимий намлиги 75%дан юқори бўлган ва нам соҳаларда	15	25
	Очиқ ҳавода		
	Куруқ соҳада		
B1	Меъёрий соҳада	9	20
B2	Нам соҳада	12	25
B3	Бино ва иншоотларнинг қисмларида	15	25
	Тупроқ билан туташган ёки тупроқ ичидаги		
G1	Доимий намланувчи		25
G2	Сув ичидаги		Чекланмайди
G3			Чекланмайди

Изоҳлар: 1. A1 фойдаланиш шароитида ҳавонинг нисбий намлиги 45%дан кам бўлганда елимланган ёғоч конструкцияларни қўллаш руҳсат этилмайди.

2. Елимланмаган конструкцияларда, B2, B3 фойдаланиш шароитида, ёғочни қуриштириш бирикмалар эластиклигини ошириш ёки бузилишига олиб келмаса, 40%гача намликдаги ёғочни қўллаш чиришдан муҳофаза қилиш шarti билан руҳсат этилади.

Елимланган ёғоч конструкциялар учун синтетик елимлар

2-жадвал

Елимланувчи элементлар материаллари ва фойдаланиш шароитлари (1-жадвал бўйича)	Елимлар турлари ва маркалари
1. Ёғоч ва фанера билан ёғоч конструкцияларда, барча фойдаланиш шароитлари учун, Г1, Г2, Г3дан ташқари.	1. Резорцинли ва фенол-резорцинли (ФР-12, ФР-50 туридаги)
2. А1, Б1, В1, Г1, Г2 ва Г3дан ташқари, ўшанинг ўзи	2. Алкилрезорцинли ва фенолли (ФЖ-3016, ГОСТ 20907-75, ҳамда ФР-100, ОФК1АМ, СФХ туридаги)
3. А2 ва Б2 фойдаланиш шароити учун, ўшанинг ўзи	3. Карбамид-меламинли (КС-В-СК)
4. А2 фойдаланиш шароити учун, ўшанинг ўзи	4. Карбамидли (КФ-5, КФ-Ж, КФ-5Ж, ГОСТ 14231-88)

Қарағай (веймутлиларидан ташқари), арча, европа ва япон тилоғочларининг ҳисобий қаршиликлари

3-жадвал

Кучланиш ҳолати ва элементларнинг хусусияти	Белгиланиши	Ҳисобий қаршиликлар МПа/(кгк/см ²), ёғоч навлари учун		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1. Эгилиш, сиқилиш ва тола бўйлаб эзилиш:				
а) тўғри тўртбурчак кесимли элементлар («б», «в» бандларида кўрсатилганлардан ташқари) 50 см гача балдандликдаги	R_u , R_c , R_{cm}	$\frac{14}{140}$	$\frac{13}{130}$	$\frac{8,5}{85}$
б) кесим баландлиги 11 дан юқори 30 см гача бўлганда кенглиги 11 дан юқори 13 см гача бўлган тўғри тўрт бурчак кесимли элементлар	R_u , R_c , R_{cm}	$\frac{15}{150}$	$\frac{14}{140}$	$\frac{10}{100}$
в) кесим баландлиги 13 дан юқори 50 см гача бўлганда кенглиги 13 см дан юқори бўлган тўғри тўртбурчак кесимли элементлар	R_u , R_c , R_{cm}	$\frac{16}{160}$	$\frac{15}{150}$	$\frac{11}{110}$
г) ҳисобий кесимида ўйиксиз думалоқ ёғоч материалларидан тайёрланган элементлар	R_u , R_c , R_{cm}	-	$\frac{16}{160}$	$\frac{10}{100}$
2. Тола бўйлаб чўзилиш:				
а) елимланмаган элементлар	R_p	$\frac{10}{100}$	$\frac{7}{70}$	-
б) елимланган элементлар	R_p	$\frac{12}{120}$	$\frac{9}{90}$	
3. Толалар кўндаланг юзаси бўйлаб сиқилиш ва эзилиш	R_{c90} R_{cm90}	$\frac{1,8}{18}$	$\frac{1,8}{18}$	$\frac{1,8}{18}$
4. Толалар кўндалангига эзилиш жойи				
а) конструкциянинг таянч қисмида элементларнинг	R_{cm90}	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$

тутушув тугунларида ва рўпара ковакларида		30	30	30
б) шайбалар остида эзилиш бурчаги 90 дан 60° гача бўлганда	R_{cm90}	$\frac{4}{40}$	$\frac{4}{40}$	$\frac{4}{40}$
5. Толалар бўйлаб парчаланиш (ёрилиш):				
а) елимланмаган элементларнинг эгилишида	R_{ck}	$\frac{1,8}{18}$	$\frac{1,6}{16}$	$\frac{1,6}{16}$
б) елимланган элементларнинг эгилишида	R_{ck}	$\frac{1,6}{16}$	$\frac{1,5}{15}$	$\frac{1,5}{15}$
в) максимал кучланиш учун рўпара ковакларида	R_{ck}	$\frac{2,4}{24}$	$\frac{2,1}{21}$	$\frac{2,1}{21}$
г) елимланган бирикмаларда максимал кучланишлар учун маҳаллий	R_{ck}	$\frac{2,1}{21}$	$\frac{2,1}{21}$	$\frac{2,1}{21}$

3-жадвалнинг давоми

1	2	3	4	5
6. Толаларга кўндаланг парчаланиш: (ёрилиш)				
а) елимланмаган элементлар бирикмаларида	R_{ck90}	$\frac{1}{10}$	$\frac{0,8}{8}$	$\frac{0,6}{6}$
б) елимланган элементлар бирикмаларида	R_{ck90}	$\frac{0,7}{7}$	$\frac{0,7}{7}$	$\frac{0,6}{6}$
7. Елимланган ёғочдан тайёрланган элементлар толаларининг кўндалангига чўзилиши	R_{p90}	$\frac{0,35}{3,5}$	$\frac{0,3}{3}$	$\frac{0,25}{2,5}$

Изоҳ: 1. Тола узунлигининг бир қисмида кўндалангига маҳаллий эзилишга ёғочнинг ҳисобий қаршилиги (юкланмаган қисмлари узунлиги эзилиш майдончаси узунлигидан ва элементлар қалинлигидан кам бўлмаганда) ушбу жадвалнинг 4-бандида айтиб ўтилгандан ташқари ҳолларда қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$R_{cm90} = R_{c90} \cdot \left(1 + \frac{8}{l_{cv} + 12} \right). \quad (1)$$

2. Ёғочнинг толалари йўналишига α бурчак остида эзилишга ҳисобий қаршилиги қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$R_{cm\alpha} = \frac{R_{cm}}{1 + \left(\frac{R_{cm}}{R_{cm90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha}. \quad (2)$$

3. Ёғочнинг толалари йўналишига α бурчак остида ёрилиш (парчаланиш)га ҳисобий қаршилиги қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$R_{\text{ска}} = \frac{R_{\text{ска}}}{1 + \left(\frac{R_{\text{ска}}}{R_{\text{ска}90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} . \quad (3)$$

4. Қурилиш даврида тайёрланувчи конструкцияларда ушбу жадвалнинг 2а банди бўйича қабул қилинган ҳисобий қаршиликлар 30% га камайтирилиши керак.

5. 3-нав ёғочдан тайёрланган том тўшамаси ва кесакилари элементлари учун эгилишга ҳисобий қаршилик 13 МПа (130 кгк/см²) қилиб қабул қилиниши керак.

Турли навлардаги ёғочларнинг ҳисобий қаршиликлари учун ўтиш коэффициентлари

4-жадвал

Ёғоч навлари	Қуйидаги ҳисобий қаршиликлар учун m_n коэффициенти		
	Толалар бўйлаб чўзилишга, эгилишга, сиқилишга ва эзилишга $R_p, R_{и}, R_c, R_{см}$	Толаларига кўндалангига сиқилиш ва эзилишга $R_{с90},$ $R_{см90}$	Парчала- нишга (ёрилишга) $R_{ск}$
1	2	3	4
Нинабарглилар			
1. Тилоғоч, европа ва японияникидан ташқари	1,2	1,2	1
2. Сибир ирвити, краснояр ўлкасиникидан ташқари	0,9	0,9	0,9
3. Краснояр ўлкаси ирвити, веймутов қарағайи	0,65	0,65	0,65
4. Оқ қарағай	0,8	0,8	0,8
Қаттиқ япроқлилар			
5. Эман	1,3	2	1,3
6. Шумтол, заранг, граб	1,3	2	1,6
7. Акас (акация)	1,5	2,2	1,8

4-жадвалнинг давоми

1	2	3	4
8. Оқ қайин, қорақайин	1,1	6	1,3
9. Қайрағоч, илрм	1	6	1
Майин япроқлилар			
10. Зирк, тоғтерак, арғувон, терак	0,8	1	0,8

Ёғочнинг ҳисобий қаршиликлари учун иш шароити коэффициентлари

5-жадвал

Фойдаланиш шароити (1- жадвал бўйича)	Коэффициент m_b	Фойдаланиш шароити (1- жадвал бўйича)	Коэффициент m_b
--	-------------------	---	-------------------

A1, A2, B1, B2 A3, B3, B1	1 0,9	B2, B3, Г1 Г2, Г3	0,85 0,75
------------------------------	----------	----------------------	--------------

6-жадвал

Юк	Коэффициент m_n	
	Толаларига кўндалангига эзилишидан ташқари, барча турдаги қаршиликлар учун	Толаларига кўндалангига эзилиш учун
1. 3-бандда кўрсатилганидан ташқари, шамол, монтажга оид	1,2	1,4
2. Зилзилага оид электр узатиш ҳаво тармоғи таянчлари учун	1,4	1,6
3. Музлаш, монтаж, яхлагандаги шамол, ҳарорат ўртача йиллигига ҳосидан паст бўлганидаги симлар тарангланишига оид	1,45	1,6
4. Симлар ва трослар узилганда ҳосил бўлувчи	1,9	2,2

7-жадвал

Кесим баландлиги, см	50 ва ундан кам	60	70	80	90	100 ва ундан ортиқ
Коэффициент m_6	1	0,96	0,93	0,90	0,85	0,8

8-жадвал

Қатлам қалинлиги, мм	19 ва ундан кам	26	33	42
Коэффициент m_{cl}	1,1	1,05	1	0,95

Эгиб тайёрланган элементлар учун $m_{гн}$ коэффициент қийматлари

9-жадвал

Элементнинг кучланганлик ҳолати	Ҳисобий қаршиликларнинг белгиланиши	r_k/a нисбатлар учун $m_{гн}$ коэффициент қийматлари				
		125	150	200	250	500 ва ундан юқори
Сиқилиш ва эгилиш	$R_c, R_{и}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
Чўзилиш	R_p	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0

Изоҳ: r_k – эгилган тахта ёки тўсиннинг эгрилик радиуси; α – эгилган тахта ёки тўсиннинг радиалр йўналишдаги қалинлиги

10-жадвал

Фанера тури	Модули			Ҳисобий қаршиликлар, МПа (кгк/см ²)				
	Эластиклик E_f , МПа (кгк/см ²)	Силжиш G_f , МПа (кгк/см ²)	Пуассон коэффициенти, ν_f	Тахта текислигида чўзилишга $R_{ф.р}$	Тахта текислигида сиқилишга $R_{ф.с}$	Тахта текислигидан эгилишга $R_{ф.и}$	Тахта текислигида парчалан ишга $R_{ф.ск}$	Тахта текислигига тик кесишишга $R_{ф.сп}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Оқ қайиндан елимланган В/ВВ, В/С,								

ВВ/С навли ФСФ маркадаги фанера а) етти қатламли қалинлиги 8 мм ва ундан ортиқ: ташки қатламлар толалари бўйлаб	$\frac{9000}{(90000)}$	$\frac{750}{(7500)}$	0,085	$\frac{14}{(140)}$	$\frac{12}{(120)}$	$\frac{16}{(160)}$	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{6}{(60)}$
ташқи қатламлар толаларига қўндалан-гига	$\frac{6000}{(60000)}$	$\frac{750}{(7500)}$	0,065	$\frac{9}{(90)}$	$\frac{8,5}{(85)}$	$\frac{6,5}{(65)}$	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{6}{(60)}$
толаларга 45° бурчак остида	$\frac{2500}{(25000)}$	$\frac{3000}{(30000)}$	0,6	$\frac{4,5}{(45)}$	$\frac{7}{(70)}$	-	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{9}{(90)}$
б) беш қатламли қалинлиги 5-7 мм: ташқи қатламлар толалари бўйлаб	$\frac{7000}{(70000)}$	$\frac{800}{(8000)}$	0,07	$\frac{14}{(140)}$	$\frac{13}{(130)}$	$\frac{18}{(180)}$	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{5}{(50)}$
ташқи қатламлар толаларига қўндалан-гига	$\frac{5500}{(55000)}$	$\frac{800}{(8000)}$	0,06	$\frac{6}{(60)}$	$\frac{7}{(70)}$	$\frac{3}{(30)}$	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{6}{(60)}$
толаларга 45° бурчак остида	$\frac{2000}{(20000)}$	$\frac{2200}{(22000)}$	0,6	$\frac{4}{(40)}$	$\frac{6}{(60)}$	-	$\frac{0,8}{(8)}$	$\frac{9}{(90)}$
2. Тилоғоч ёғочидан елимланган В/ВВ ва ВВ/С навли ФСФ маркадаги етти қатламли қалинлиги 8 мм ва ундан ортиқ бўлган фанера ташқи қатламлар толалари бўйлаб	$\frac{7000}{(70000)}$	$\frac{800}{(8000)}$	0,07	$\frac{9}{(90)}$	$\frac{17}{(170)}$	$\frac{18}{(180)}$	$\frac{0,6}{(6)}$	$\frac{5}{(50)}$

10-жадвалнинг давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ташқи қатламлар толаларига қўндалан-гига	$\frac{5500}{(55000)}$	$\frac{800}{(8000)}$	0,06	$\frac{7,5}{(75)}$	$\frac{13}{(130)}$	$\frac{11}{(110)}$	$\frac{0,5}{(5)}$	$\frac{5}{(50)}$
толаларга 45° бурчак остида	$\frac{2000}{(20000)}$	$\frac{2200}{(22000)}$	0,6	$\frac{3}{(30)}$	$\frac{5}{(50)}$	-	$\frac{0,7}{(7)}$	$\frac{7,5}{(75)}$
3. ФБС маркадаги қалинлиги 7 мм ва ундан ортиқ бўлган бакелиза-	<u>12000</u>	<u>1000</u>	0,085	<u>32</u>	<u>28</u>	<u>33</u>	1,8	<u>11</u>

цияланган фанера: ташки қатламлар толалари бўйлаб	(120000)	(10000)		(320)	(280)	(330)	(18)	(110)
ташки қатламлар толаларига кўндалан-гига	$\frac{8500}{(85000)}$	$\frac{1000}{(10000)}$	0,065	$\frac{24}{(240)}$	$\frac{23}{(230)}$	$\frac{25}{(250)}$	$\frac{1,8}{(18)}$	$\frac{12}{(120)}$
толаларга 45° бурчак остида	$\frac{3500}{(35000)}$	$\frac{4000}{(40000)}$	0,07	$\frac{16,5}{(165)}$	$\frac{21}{(210)}$	-	$\frac{1,8}{(18)}$	$\frac{16}{(160)}$

Бирикмаларнинг мойиллик коэффициенти K_c қийматлари

11-жадвал

Боғловчилар тури	K_c коэффициенти	
	Марказий сиқилишда	Эгилиб сиқилишда
1. Михлар	$\frac{1}{10d^2}$	$\frac{1}{5d^2}$
2. Цилиндрсимон пўлат михлар:		
а) диаметри бирикувчи элементлар қалинлигининг 1/7 идан кам	$\frac{1}{5d^2}$	$\frac{1}{2,5d^2}$
б) диаметри бирикувчи элементлар қалинлигининг 1/7 идан ортиқ	$\frac{1,5}{ad}$	$\frac{3}{ad}$
3. Цилиндрсимон эман михлар	$\frac{1}{d^2}$	$\frac{1,5}{d^2}$
4. Пластинасимон эман михлар	-	$\frac{1,4}{\delta \cdot b_{пл}}$
5. Елим	0	0

Изоҳ: Михлар ва ёғоч михлар диаметрлари d , элементлар қалинлиги α ,
пластинасимон ёғоч михлар кенглиги $b_{пл}$ ва қалинлиги δ см да қабул
қилиниши керак.

Бир хил қатламдан тузилган кўп қатламли элементлар учун K_w ва $K_{ж}$

коэффициентлар

12-жадвал

Коэффициентлар нинг белгиланиши	Элементдаги қатламлар сони	Эгилувчи қўшма элементларнинг ҳисоби учун, қуйидаги оралиқлардаги (м), коэффициентлар қиймати			
		2	4	6	9 ва ундан ортиқ
1. K_w	2	0,7	0,85	0,9	0,9
	3	0,6	0,8	0,85	0,9
	10	0,4	0,7	0,8	0,85
2. $K_{ж}$	2	0,45	0,65	0,75	0,8
	3	0,25	0,5	0,6	0,7
	10	0,07	0,2	0,3	0,4

Изоҳ: Оралиқ катталигининг ва қатламлар сонининг оралиқ қийматлари учун коэффициентлар интерполяция йўли билан топилади.

Конструкциялар ва уларнинг элементларининг чегаравий эгиловчанлиги

13-жадвал

Конструкциялар элементларининг номи	Чегаравий эгиловчанлик $\lambda_{\max}$
1. Фермаларнинг сиқилган белбоғлари, таянч кашаклари ва таянч устунлари, колонналар	120
2. Фермалар ва бошқа панжарали конструкцияларнинг бошқа сиқилган элементлари	150
3. Боғловчиларнинг сиқилган элементлари	200
4. Фермаларнинг тик текисликдаги чўзилган белбоғлари	150
5. Фермалар ва бошқа панжарали конструкцияларнинг бошқа чўзилган элементлари	200
6. Асосий элементлар (устунлар, тирамалар, таянч кашаклари)	150
7. Бошқа элементлар	175
8. Боғловчилар	200

Изоҳ: Ўзгарувчан кесимли сиқилган элементлар учун $\lambda_{\max}$ чегаравий эгиловчанликнинг катталикларини, қаердаки $K_{жN}$ 5-илованинг 1-жадвалидан қабул қилинувчи, $\sqrt{K_{жN}}$ қийматига кўпайтирилади.

Қарағай ва арча ёғочларининг меъёрий ва вақтинчалик қаршиликлари

14-жадвал

Зўриқиш ҳолатининг тури	R^H / R_q^H МПа (кгк/см ²) куйидаги навли ёғочларда			$\frac{R_q^H}{R_q^{sp}}, \frac{МПа}{кгк/см^2}$, соф ёғочда
1. Эгилиш а) кирғоғининг юклатилишида	$\frac{26}{36} \left(\frac{260}{360} \right)$	$\frac{24}{33} \left(\frac{240}{330} \right)$	$\frac{16}{22} \left(\frac{160}{220} \right)$	—
б) қатламининг юклатилишида	$\frac{30}{42} \left(\frac{300}{420} \right)$	$\frac{27}{37,5} \left(\frac{270}{375} \right)$	$\frac{20}{28} \left(\frac{200}{280} \right)$	$\frac{57}{80} \left(\frac{570}{800} \right)$
2. Тола бўйлаб сиқилиш	$\frac{25}{33} \left(\frac{250}{330} \right)$	$\frac{23}{31} \left(\frac{230}{310} \right)$	$\frac{15}{20} \left(\frac{150}{200} \right)$	$\frac{33}{44} \left(\frac{330}{440} \right)$
3. Тола бўйлаб чўзилиш	$\frac{20}{34} \left(\frac{200}{340} \right)$	$\frac{15}{25} \left(\frac{150}{250} \right)$	-	$\frac{60}{100} \left(\frac{600}{1000} \right)$
4. Тола бўйлаб ёрилиш	$\frac{3,6}{6} \left(\frac{36}{60} \right)$	$\frac{3,2}{5} \left(\frac{32}{50} \right)$	$\frac{3,2}{5} \left(\frac{32}{50} \right)$	$\frac{4,5}{7} \left(\frac{45}{70} \right)$

14-жадвалга изоҳлар:

1. Синаб кўриладиган тилинган материаллар намуналари кўндаланг кесимининг ўлчовлари навлар мажмуи бўйича уларнинг қалинлигига мос равишда қабул қилинади.

2. Вақтий қаршиликлари: тилинган материаллар ва улардан қилинган яхлит ва тишли бирикмалардан туташтирилган танаворлар учун ГОСТ 15613.4-78*, ГОСТ 21554.2-81, ГОСТ 21554.4-78, ГОСТ 21554.5-78*, ГОСТ 21554 6-78* ларга биноан синовлар бўйича; соф ёғоч учун- ГОСТ 4.208-79 талабларига биноан кичик намуналарнинг синовлари бўйича аниқлаши керак. Сайланма назорат синовларида ГОСТ 18321-73* ва ГОСТ 20736-75* ларга амал қилиш керак.

3. Чорқирра ва думалоқ ёғоч материалар мустаҳкамлиги навланиш белгилари ва 1-илованинг қўшимча талаблари бўйича кўз билан чамалаб баҳолашга рухсат этилади.

4. Узунлиги бўйича тишсимон турумга кийдириб уланган тилинган материаллардан қилинган танаворларнинг эгилишга синовлардаги ва қатлами бўйлаб юклантиришдаги мустаҳкамлиги 1б-бандда 1-нав учун кўрсатилган қийматларидан паст бўлмаслиги керак.

Синтетик елимларни қўллашнинг тавсия этиладиган соҳалари

15-жадвал

Елим тури	Елим маркаси	Гуруҳ	Қўллаш тавсия этиладиган соҳалар
Резорцинли	ФР12	I	Кўпроқ фукаро қурилишлари учун энг оғир шароитларда фойдаланиладиган кўпоралиқли конструкцияларда
Фенолли-резорцинли	ФРФ-50	I	Кўпроқ саноат ва қишлоқ хўжалиги қурилишлари учун, энг оғир шароитларда фойдаланиладиган кўпоралиқли конструкцияларда
Фенолли	КБ-3, СФХ	II	Кўпроқ қишлоқ хўжалиги қурилишлари, оғир шароитларда фойдаланиладиган оммавий қўлланиш конструкцияларида
Алкилрезорцинли	ФР-100, ДФК1АМ	II	Юкоридаги каби
Фенолли-алкилрезорцинли	ДФК-14Р	II	Юкоридаги каби
Карбамидли меламинли	КС-В-СК	III	Ҳавонинг нисбий намлиги 85% га ча бўлганда фойдаланиладиган конструкцияларда
Карбамидли	КФ-Ж	IV	Ҳудди шундай, 70% гача бўлган да

Эпоксидли	ЭПЦ-1,К-153	V	Ёғоч конструкцияларниг елимланган пўлат стерженли бирикмалари учун
Модификацияланган фенолли-резорцинли	ФРФ-50М	V	Юкоридаги каби

Ёғоч ва фанеранинг зичлиги

16-жадвал

Ёғоч навлари	1-жадвал бўйича эксплуатация шароитлари учун конструкциялардаги ёғочнинг зичлиги кг/м ³	
	A1, A2, B1, B2	Қолган ҳаммаси
Нинабарглилар: Тилоғоч	650	800
Қарағай, арча, ирвит, оқ қарағай	500	600
Қаттиқ япроқлилар: Эман, оқ қайин, қорақайин, шумтол, заранг, граб, акас, қайрағоч ва илрм	700	800
Юмшоқ япроқлилар: Тоғтерак, терак, зирк, арғувон	500	600

16-жадвалга изоҳлар:

1. Янги кесилган нинабаргли ва юмшоқ япроқли зотга мансуб ёғочларнинг зичлигини – 850 кг/м³, қаттиқ япоқли зотга мансубларникини – 1000 кг/м³ га тенг қабул қилиш лозим.

2. Елимланган ёғочнинг зичлиги елимланмаганники каби олиниши керак.

3. Одатдаги фанернинг зичлигини, пайраҳалари ёғочининг зичлигига, бакелизацияланганиникини эса – 1000 кг/м³ тенг қилиб олиниши керак.

Сиқилувчи, эгилувчи ва сиқилиб-эгилувчи элементларни ҳисоблаш учун маълумотлар (17, 18, 19-жадваллар)

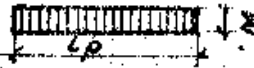
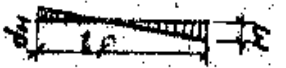
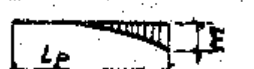
17-жадвал

Элементларнинг таяниш схемалари	Текширишдаги $K_{жN}$			
	Тўғри тўртбурчак кесимли элементларни		Баландлиги доимий бўлган кўштавр ва кутисимон кесимлардаги элементларни	
	Y, Z текислигида	X, Z текислигида	Y, Z текислигида	X, Z текислигида
	$(0,4 + 0,6\beta)\beta$	$0,4 + 0,6\beta$	β	L

	$0,07 + 0,93\beta$	$0,66 + 0,34\beta$	$0,35 + 0,65\beta$	L
---	--------------------	--------------------	--------------------	---

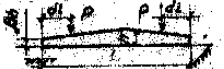
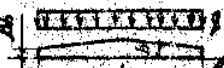
Деформацияланишнинг ясси шакли устиворлигини ҳисоблаш учун k_ϕ ва $k_{жN}$ коэффициентларининг қийматлари

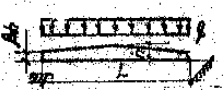
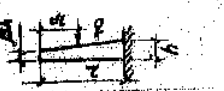
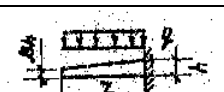
18-жадвал

Моментлар эпюраларининг шакли	K_ϕ		$K_{жN}$	
	l_p қисмининг икки учидан маҳкамланганида	Икки учи ва М моментдан чўзилган қиррасидан маҳкамланганида	l_p қисмининг икки учидан маҳкамланганида	Икки учи ва М моментдан чўзилган қиррасидан маҳкамланганида
	l	l	$\beta^{1/2}$	$\beta^{1/2}$
	$1,75-0,75d$ $0 < d \leq 1$	$\frac{3}{2+d}; 0 \leq d \leq 1$	$\frac{1}{\beta^{3-d}}$	$\beta^{1/2}$
	$2-(0,5+d)2$ $-1 \leq d \leq 0$	$\frac{3}{2+d}; 2 \leq d \leq 0$	$\frac{1}{\beta^{3-d}}$	$\beta^{1/2}$
	$1,35+1,45(c/l_p^2)$	$1,35+0,3(c/l_p)$	$\frac{1}{\beta^{2+2c/l_p}}$	$\frac{1}{\beta^{3-2c/l_p}}$
	1,13	1,13	$\beta^{1/2}$	$\beta^{2/5}$
	2,54	2,32	$\beta^{1/4}$	$\beta^{1/2}$

**Кесимнинг ўзгарувчанлиги ва силжиш деформациясини ҳисобга олган
ҳолда тўсинлар салқилигини ҳисоблаб чиқиш учун k ва c
коэффициентларининг қийматлари**

19-жадвал

Тўсиннинг кўндаланг кесими	Ҳисобий шакли	k	c
Тўғритўртбурчакли		β	O
Бу ҳам		$0,23+0,77\beta$	$16,4+7,6\beta$
Бу ҳам		$0,5d(1-0,5a)\beta$	$[45-24d(1-\beta)+3\beta] \times \frac{1}{3 \cdot 4d^2}$
Бу ҳам		$0,15+0,85\beta$	$15,4+3<8\beta$

Қўштаврли		$0,4+0,6 \beta$	$(45,3-6,9 \beta) \gamma$
Тўғритўрбурчакли		$0,23+0,77 \beta +$ $+0,6a(1-\beta)$	$[8,2+2,4(1-\beta)a +$ $+3,88]x \frac{1}{(2+a)(1-a)}$
Бу ҳам		$0,35+0,65 \beta$	$5,4+2,6 \beta$

Тилинган ёғоч материаллар сортаменти

20-жадвал

Қалинлиги, мм	Эни, мм								
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	-
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	-

Шишапластикларнинг ҳисобий қаршиликлари, МПа

21-жадвал

Материалнинг номи ва маркаси	Кучланганлик ҳолати							
	Чўзилиш		Эгилиш		Сиқилиш		Қирқилиш (силжиш)	
	R_p^k	R_p	R_u^k	R_u	R_c^k	R_c	R_{cp}^k	R_{cp}
Листли полиэфир шишапластик	36	15	78	15	54	15	27	9
Шишатеколит КАСТ-В	170	110	90	55	70	45	52	30
СВАМ 1:1	337	160	525	250	300	140	112	55
АГ4-В 1:1	60	36	90	54	98	60	-	-
АГ4-С 1:1	375	220	188	110	150	90	-	-

Шишапластикларнинг ҳисобий физик характеристикалари

22-жадвал

Материалнинг номи ва маркаси	Эластиклик модули, МПа		Коэффициенти	
	E^k	E	Пуассон μ	Чизиқли кенгайиш, $\alpha \cdot 10^{-4}$
Листли полиэфир шишапластик	6000	3000	0,4	10÷25

Шишатеколит КАСТ-В	24000	19000	0,15	10
СВАМ 1:1	28500	24000	0,13	10
АГ4-С 1:1	18000	15000	0,13	10

Пенопластларнинг ҳисобий кўрсаткичлари

23-жадвал

Материалнинг маркаси	Пуассон коэффициенти	Модули, МПа					
		Эластиклик				Силжиш	
		E_p^k	E_p	E_c^k	E_c	G^k	G
ПСБ-С	0,35-0,1	25	9	20	8	10	5
ПСБ	0,35-0,1	25	9	20	8	10	5
ПС-1	-	100	20	60	20	25	11
ФРП-1	-	11	10	10	8	8	3,5

Шишапластиклар сортаменти

23-жадвал

Материалнинг номи	Ўлчамлари, мм			Зичлиги н/м ³
	Узунлиги	Эни	Қалинлиги	
Листли полиэфир шишапластик (текис ва тўлқинсимон)	1000-6000	>950	1,5 2 2,5	14000
Конструкциябоп шишатеколит КАСТ-В (листлар)	2400	600- 1200	0,5-35	18500
Шишапластик СВАМ (листлар)	≤ 1000	≤ 500	0,5-50	18000-20000

Асбестоцементнинг ҳисобий ва физик кўрсаткичлари

24-жадвал

Мар каси	Ҳисобий қаршиликлар, МПа							Модули, МПа		Пуассон коэффи- циенти, μ
	Эгилишга		Чўзилишга		Лист текисли гида сиқили ш ва эги- лиш	Лист қатлам ланиш текис- лиги бўйи-ча қирқил ишга	Лист текис-- лиги қўнда- ланг қирқил ишга	Эластикл ик Е	Сил- жиш G	
	Тола бўйлаб	Толага кўнда- ланг	Тола бўйлаб	Толага кўнда- ланг						
	R _и	R _{и90}	R _д	R _{д90}	R _с , R _{см}	R _{ср}	R _{ср90}			
160	14	11,5	6,2	5,1	22,5	2,2	11,5	10000	4100	0,2
180	16,5	13	7,3	5,9	26,5	2,6	13	12000	5000	0,2
200	19	14,5	8,5	6,2	30,5	3,1	14,5	14000	5800	0,2
250	24	18	10	7,9	39	3,9	18	16000	6700	0,2
280	26,5	20	11,5	8,6	43,5	4,3	20	18000	7500	0,2
310	28,5	22	12,5	9,2	47	4,6	22	19000	8000	0,2

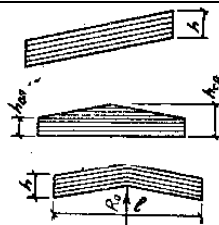
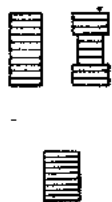
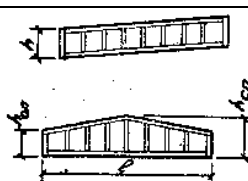
**Тўлқинсимон шишапластик варақлар кўндаланг кесимининг геометрик
характеристикалари (битта тўлқини учун)**

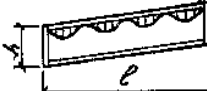
25-жадвал

Тўлқин ўлчамлари мм h/ℓ	Варақ қалинлиги, мм δ	$J_B \text{ см}^4$	$W_B \text{ см}^3$	$F_B \text{ см}^2$
200/54	1,5	11,83	4,27	3,70
	2,0	15,80	5,65	4,95
	2,5	19,73	7,00	6,13
167/50	1,5	8,60	3,34	3,7
	2,0	11,44	4,41	4,22
	2,5	14,32	5,46	5,28
125/35	1,5	3,13	1,71	2,32
	2,0	4,17	2,26	3,10
	2,5	5,22	2,78	3,88
115/28	1,5	1,82	1,23	2,08
	2,0	2,42	1,61	2,78
	2,5	3,03	1,99	3,48
90/30	1,5	1,69	1,07	1,74
	2,0	2,25	1,41	2,32
	2,5	2,81	1,73	2,90
78/18	1,5	0,61	0,42	1,41
	2,0	0,68	0,68	1,88
	2,5	0,85	0,83	2,35

**Қўшма-йиғма кесимли тўсинларнинг схемалари ва техник-иқтисодий
кўрсаткичлари**

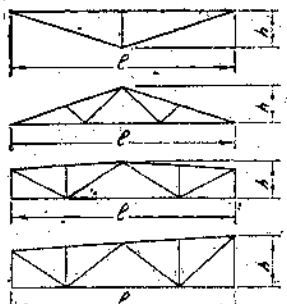
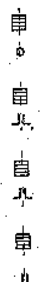
26-жадвал

Схемаси	Кесими	Оралиғин инг узунлиги ℓ , м	h/ℓ	Техник- иқтисодий кўрсаткичлари		Тайёла ниш усули
				K_{cm}	$K_m, \%$	
I.Тахталардан елимланган тўсинлар						
		6-24	$\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$	4-8	0-1	Заводда тайёрланган
II. Текис деворли елимланган фанерали тўсинлар						
		6-18	$\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$	3-5	0-1	

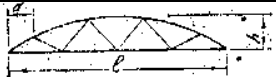
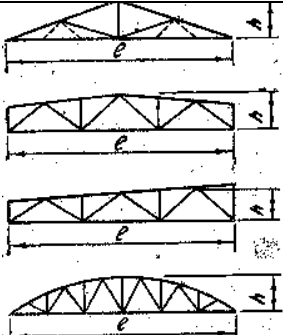
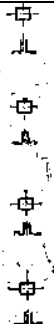
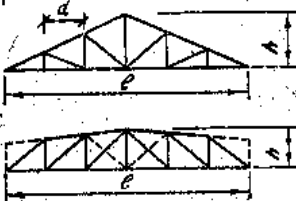
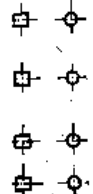
III. Тўлқинсимон деворли елимланган фанерали тўсинлар					
		6-12	$\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$	3-7	-
IV. Тахта ва фанерадан елимланган арматурали тўсинлар					
		6-24	$\frac{1}{10} - \frac{1}{16}$	3-7	-

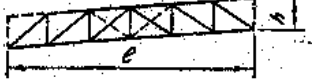
Ферманинг схемалари ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари

27-жадвал

Схемаси	Белбоғларининг кесимлари	Оралиғининг узунлиги ℓ , м	Устки белбоғи панелларининг сони, n, дона, d, м	h/ℓ	Техник-иқтисодий кўрсаткичлари		Тайёла ниш усули
					K_{cm}	$K_m, \%$	
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Тўғри чизиқли устки белбоғи тахталардан елимлаб тайёрланган йирик панелли металл-ёғоч фермалар							
		9-15	$n=2$ $d=4-6$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$	3,5-4,5	20-30	Заводда тайёрланган
		12-36	$n=4$ $d=3-6$	$\frac{1}{5} - \frac{1}{7}$	3,5-5	25-35	
		12-36	$n=4$ $d=3-6$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	3,0-4,5	25-35	
		12-36	$n=4$ $d=3-6$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	3,0-4,0	25-35	

27-жадвалнинг давоми

1	2	3	4	5	6	7	8
II. Устки белбоғи тахталардан елимлаб тайёрланган сегментсимон							
		12-36	$n=3-7$ $d=3-5$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	2,5-1,0	30-35	
III. Устки белбоғли чорқиррасимон металл-ёғоч фермалар (ЦНИИСК-конструкцияси)							
		9-18	$n=4-6$ $d=1,5-3$	$\frac{1}{5} - \frac{1}{6}$	3,5-5	30-35	
		9-24	$n=4-10$ $d=1,5-3$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	3-4	25-35	
		9-18	$n=4-6$ $d=1,5-3$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	3-4	25-35	
		12-36	$n=8-12$ $d=1,5-2,5$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$	3-4	25-35	
IV. Хода ва чорқирралардан рўпараўймали қилиб тайёрланган фермалар							
		9-18	$n=4-8$ $d=1,5-2,5$	$\frac{1}{5}$	4,5-6	15-20	Қурилиш жойида тайёрланувчи
		12-24	$n=4-10$ $d=1,5-2,5$	$\frac{1}{6}$	4-4,5	15-20	

		9-18	$n=4-10$ $d=1,5-2,5$	$\frac{1}{6}$	4,5-6	15-20	
---	---	------	-------------------------	---------------	-------	-------	--

Физик қийматлар бирликларининг халқаро тизими ҳақида маълумотлар

Қурилиш конструкцияларини ҳисоблашда кенг қўлланилувчи физик қийматларнинг СИ тизими бўйича асосий ва ҳосилавий (ўз номига эга бўлганлари) бирликлари 28 ва 29-жадвалларда келтирилган.

Физик қийматларнинг асосий бирликлари

28-жадвал

Қиймат	Белгиланиши	Асосий бирликнинг номланиши	Ўлчови
Узунлик	L	Метр	м
Масса	M	Килограмм	кг
Вакт	T	Секунд	с

Физик қийматларнинг ўз номига эга бўлган ҳосилавий бирликлари

29-жадвал

Қиймат	Номланиши	Белгиланиши	Ўлчови		
Куч	Ньютон	Н	LMT^{-2}	$кг \cdot м / с^2$	Н
Кучланиш (босим)	Паскал	Па	$L^{-1}MT^{-2}$	$кг / м \cdot с^2$	$Н / м^2$
Иш	Джоул	Дж	L^2MT^{-2}	$кг \cdot м^2 / с^2$	Нм

Физик қийматлар бирликларининг белгиланиши каррали ва улушли қисмларда 30-жадвал асосида қўлланилиши мумкин.

Каррали ва улушли қисмлари

30-жадвал

Карралилиги (улушлилиги)	Номланиши	Белгиланиши	Изоҳ
10^6	мега	м	Тавсия этилувчи
10^3	кило	к	Тавсия этилувчи
10^2	гекто	г	Рухсат этилувчи
10	дека	да	Рухсат этилувчи
10^{-1}	деци	д	Рухсат этилувчи
10^{-2}	санти	с	Рухсат этилувчи
10^{-3}	млли	м	Тавсия этилувчи
10^{-6}	микро	мк	Тавсия этилувчи

Физик қийматлар бирликларининг каррали ва улушли қисмлари асосий бирликларга мос қўшимчаларни қўшиб айтилади ва белгиланади. Масалан, 1000 ньютонга тенг куч килоньютон деб аталади ва кН деб белгиланади; 1000000 паскалга тенг кучланиш мегапаскалр деб аталади ва МПа деб белгиланади.

АДАБИЁТЛАР

1. Турсунов С., Маҳкамов Й.М., Матгазиев Х.М., Ёғоч конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш. ФарПи, 2010, - 160 б.
2. Казакбаева К.К. “Экологик соф қурилиш конструкциялари”. Ўқув қўлланма. Т., “О’қитувчи”, 2005.
3. Razzoqov S.J. Yog’och va plastmassa konstruksiyalari. O’quv qo’llanma. T., Akademiya. 2005.
4. Рўзиев Қ.И., Алимов М.О. Биноларнинг ёғоч ва пластмасса конструкциялари. Т.ТАҚИ, 1994, - 120 б.
5. Рўзиев Қ.И., Деревянные и пластмассовые конструкции зданий. Т., «Ўқитувчи», 1987. – 152 с.
6. “Конструкции из дерева и пластмасс.” Под. Ред Г.Г.Карлсена Ю.В.Слицкоухова.М.С/И 1986. – 544 с.
7. Гринь И.М.Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет. Киев, В/Ш, 1975. – 280 с.
8. Зубарев Г.Н., Лялин И.М.”Конструкции из дерева и пластмасс”. М, В/Ш, 1980.
9. Шишкин В.Е. Примеры расчета конструкций из дерева и пластмасс. М., С/И. 1974. - 224 с
10. Шишкин В.Е. Конструкции из дерева и пластических масс. М., С/И. 1966. – 332 с.
11. Иванов В.Ф. Конструкции из дерева и пластмасс. М-Л, 1966. – 352 с.
12. Иванов А.М. и др. Строительные конструкции с применением пластмасс. М., 1969.
13. Donald E Breyer, P.E., Kelly E Cobeen, Kenneth J Fridley, PH.D. Design of Wood Structures-ASD/LRFD 7th Edition. USA 2014.
14. ҚМҚ 2.03.08-98. Ёғоч конструкциялар. Тошкент, 1998, - 79 б.
15. ҚМҚ 2.01.03-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш. Т., 1996.
16. ҚМҚ 2.01.07-96. Юқлар ва таъсирлар. Т., 1996.

МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ.....	3
КИРИШ	5
I боб. ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШНИНГ АСОСИЙ ТАМОЙИЛЛАРИ	8
1.1 Ёғоч конструкцияларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир умумий кўрсатмалар.....	8
1.2. Ёғоч конструкцияларининг ривожланиш тарихи	12
1.3. Ёғоч конструкцияларининг турлари ва қўлланиш соҳалари	16
1.4. Ёғоч конструкциялар учун материаллар. Ёғочнинг физик- механик хоссалари	19
1.5. Ёғоч элементларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш	26
1.6. Ёғоч конструкциялар элементларининг бирикмалари	30
1.7. Бевосита ва ўйиб бириктириш	35
1.8. Елимли ва нагелли бирикмалар	38
II боб. ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.....	56
2.1. Чўзилувчи ва сиқилувчи элементлар ҳисоби	56
2.2. Эгилувчи элементлар ҳисоби	64
2.3. Эзилиш ва ёрилиш ҳисоби	71
III боб СТРОПИЛАЛАР ВА ВАССАТЎСИНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ	77
3.1 Нишабли стропилаларни	77
3.2 Стропила оёқлари	84
3.3 Вассатўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш	94
IV боб ЁПМА ПАНЕЛЛАРИНИ ВА ТЎШАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ	103
4.1. Ёпма панелларини лойиҳалашга доир кўрсатмалар	103
4.2 Ёғоч тўшамалар	109
V боб ЁҒОЧ ТЎСИН ВА УСТУНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ	120
5.1. Ёғоч тўсин конструкцияларини кўндаланг эгилишга ҳисоблаш	120
5.2. Елимланган арматурали тўсинларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш..	124
5.3. Яхлит кесимли ёғоч тўсинлар	128
5.4. Елимланган ёғоч тўсинлар	133
5.5. Яхлит ёғочли устунлар	144
5.6. Елимланган ёғоч устунлар	147

5.7.	Панжарасимон устунлар	154
VI боб	ЁҒОЧ АРКАЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ ВА ҲИСОБЛАШ.....	156
6.1.	Ёғоч арка конструкциялари	156
6.2.	Ёғоч аркаларни ҳисоблаш	159
VII боб	ЁҒОЧ РАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ.....	162
7.1.	Ёғоч рама конструкциялари	162
7.2.	Ёғоч рамаларни ҳисоблаш	165
VIII боб	ЁҒОЧ ФЕРМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ.....	185
8.1.	Ёғоч ферма конструкциялари	185
8.2.	Фермаларни ҳисоблаш	190
IX боб	ФАЗОВИЙ ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ	209
9.1.	Қуббаларнинг конструктив шакллари. Айланма тўрсимон қуббалар. Йиғма конструкциялар	209
9.2.	Пневматик қурилиш конструкциялари	218
X боб	ЁҒОЧ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ТАЪМИРЛАШ ВА КУЧАЙТИРИШ	241
10.1.	Ёғоч конструкцияларини кучайтириш	241
10.2.	Ҳисоблаш схемасини ўзгартирмасдан ва ўзгартириб кучайтириш усуллари	245
	Иловалар	246
	Адабиётлар	262

Тошкент архитектура-қурилиш институти
"Қурилиш конструкциялари" кафедраси кат. ўқ. Хасанова Н.Т.,
Джалолова Д.Н., асс. Усманходжаева Л.А. Алимов Х.Т. томонидан ёзилган
"Ёғоч конструкциялари" номли дарсликка

ТАҚРИЗ

Мазкур дарслик "5340200 - "Био ва иншоотлар қурилиши" йўналиши бўйича бакалаврлар тайёрлаш учун мўлжалланган.

Дарслик Тошкент архитектура қурилиш институти "Қурилиш конструкциялари" кафедраси катта ўқитувчилари Хасанова Н.Т. Джалолова Д.Н., ҳамда ассистентлар Усманходжаева Л.А., Алимов Х.Т. томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, дарслик 10 боб 265 бетдан иборат. Дарсликда 85 расм, 48 та жадвал ва 16 та тавсия этилувчи адабиётлар рўйхати мавжуд.

"Ёғоч конструкциялари" фанидан тайёрланган дарслик фан бўйича бўлажак мутахассисни қурилиш амалиётида ёғоч конструкцияларининг қўлланилишига доир билимларни эгаллаши, уларни ҳисоблаш ва конструкциялашни лойиҳалашни ўрганиши, турли хилдаги конструкциялар, уларда ҳосил бўладиган кучланишлар ҳолатини аниқлашни ўргатади, юк кўтарувчи ёғоч конструкцияларини турлари билан таништиради. Элементларнинг кесим юзасида юк таъсир этишидан ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлашни ва шунга мос самарали кесим юзани танлашни ўргатади.

Фанга тегишли назарий мавзуларни янада тушунарли бўлиши учун дарсликда мисол ва масалалар ечишга кенг ўрин берилган ва шуларга тегишли бўлган расм, жадвал ва схема чизмалари келтирилган. Дарсликда келтирилган расмлар ва ҳисоблаш учун жадваллар ҳам ўз ўрнида ишлатилган. Адабиётлар рўйхатида эса ўзбек, рус ва чет эл тилларида чоп этилган "Ёғоч конструкциялари" фанидан дарсликлар, ўқув қўлланмалар ҳамда Республикамизда амал қилувчи ҚМҚлар келтирилган.

Дарслик мазмун ва моҳияти бўйича намунавий ўқув дастурига мувофиқ ёзилган.

Кат. ўқ. Хасанова Н.Т., Джалолова Д.Н., асс. Усманходжаева Л.А. Алимов Х.Т. томонидан ёзилган "Ёғоч конструкциялари" фанидан тайёрланган дарслик барча талабларга жавоб беради ва чоп этиш учун тавсия этилади.

ТТЙМ'I "Бино ва саноат иншоотлари қурилиши"
кафедраси доценти т.ф.н.



Шоумаров Н.Б.

Тошкент архитектура-қурилиш институти
"Қурилиш конструкциялари" кафедраси кат. ўқ. Хасанова Н.Т.,
Джалолова Д.Н., асс. Усманходжаева Л.А. Алимов Х.Т. томонидан ёзилган
"Ёғоч конструкциялари" номли дарсликка

ТАҚРИЗ

Мазкур дарслик "5340200 -"Бино ва иншоотлар қурилиши" йўналиши бўйича бакалаврлар тайёрлаш учун мўлжалланган..

Дарслик Тошкент архитектура қурилиш институти "Қурилиш конструкциялари" кафедраси катта ўқитувчилари Хасанова Н.Т. Джалолова Д.Н., ҳамда ассистентлар Усманходжаева Л.А., Алимов Х.Т. томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, дарслик 10 боб 265 бетдан иборат. Дарсликда 85 расм, 48 та жадвал ва 16 та тавсия этилувчи адабиётлар рўйхати мавжуд.

"Ёғоч конструкциялари" фанидан тайёрланган дарслик фан бўйича бўлажак мутахассисни қурилиш амалиётида ёғоч конструкцияларининг қўлланилишига доир билимларни эгаллаши, уларни ҳисоблаш ва конструкциялашни лойиҳалашни ўрганиши, турли хилдаги конструкциялар, уларда ҳосил бўладиган кучланишлар ҳолатини аниқлашни ўргатади, юк кўтарувчи ёғоч конструкцияларини турлари билан таништиради. Элементларнинг кесим юзасида юк таъсир этишидан ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлашни ва шунга мос самарали кесим юзани танлашни ўргатади.

Фанга тегишли назарий мавзуларни янада тушунарли бўлиши учун дарсликда мисол ва масалалар ечишга кенг ўрин берилган ва шуларга тегишли бўлган расм, жадвал ва схема чизмалари келтирилган. Дарсликда келтирилган расмлар ва ҳисоблаш учун жадваллар ҳам ўз ўрнида ишлатилган. Адабиётлар рўйхатида эса ўзбек, рус ва чет эл тилларида чоп этилган "Ёғоч конструкциялари" фанидан дарсликлар, ўқув қўлланмалар ҳамда Республикамизда амал қилувчи ҚМҚлар келтирилган.

Дарслик мазмун ва моҳияти бўйича намунавий ўқув дастурига мувофиқ ёзилган.

Кат. ўқ. Хасанова Н.Т., Джалолова Д.Н., асс. Усманходжаева Л.А. Алимов Х.Т. томонидан ёзилган "Ёғоч конструкциялари" фанидан тайёрланган дарслик барча талабларга жавоб беради ва чоп этиш учун тавсия этилади.

ТТЙМИ "Бино ва саноат иншоотлари қурилиши"
кафедраси доценти т.ф.н.



Шоумаров Н.Б.