



Шукурова К.Қ.

Металл конструкциялар дарслик



**Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта
Махсус Таълим Вазирлиги**

Тошкент Архитектура Қурилиш Институти

Шукурова К.Қ.

Металл конструкциялар

ТОШКЕНТ – 2019

УДК 624. 014.

Тақризчилар: т.ф.н.,доц. Аликулов П.У. (ТАҚИ)
т.ф.н.доц. Шоумаров Н.Б. (ТошТЙИ)

Маъсул муҳаррир: доц. Юсуфхўжаев С.А.

Шукурова Каромат Қахрамоновна.

Металл конструкциялари. Олий ўқув юртларининг талабалари учун дарслик. К.Қ.Шукурова – Т;.

Ушбу дарслик “Қурилиш конструкциялари” бўйича “Металл конструкцияси” фани дастурига мослаб 5340200– “Бино ва иншоотлар қурилиши” ва 5340100 “Архитектура” таълим йўналишлари бўйича бакалавр қурувчилар ва 5А340204 – “Қурилиш конструкцияларини лойихалаш” мутахассислиги учун ёзилган. Бироқ дарсликдан қурилишнинг бошқа ихтисослиги бўйича ўқийдиган талабалар 5340500 – “Қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқариш технологияси” йўналиши, 5А520511 – “Лойихавий техник ва конструктив – технологик ечимларини тизимли тахлили” мутахассислиги, қурилиш муҳандислари ва шу соҳа бўйича малака ошириш курси тингловчилари ҳам фойдаланишлари мумкин. “Металл конструкциялар” фани шу соҳа мутахассислари ва профессор ўқитувчилари томонидан билдирилган таклиф ва фикр – мулоҳазалари иноватга олган ҳолда, мазмунан янги маълумотлар билан тўлдирилди. Дарслик мавжуд меъёрий хужжатлар ва янги ўқув дастурлари асосида ёзилди ва интернетдан олинган маълумотлар билан бойитилди.

Талабаларга тушунарли бўлиши учун ўзбек тилидаги оддий иборалар ва атамалардан фойдаланишга ҳаракат қилинди.

Дарслик “Бино ва иншоотлар қурилиши”, “Архитектура” йўналиши бўйича таълим олаётган бакалавр ва магистр талабалари учун мўлжалланган

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги турдош олий ўқув юртлари учун дарслик сифатида тавсия этган.

СЎЗ БОШИ

Мустақиллик йиллар мобайнида мамлакатимизда қурилган саноат биноларни ва иншоотларни қўпчилиги пўлат конструкциялардан фойдаланиб қурилганлиги металл конструкцияларни ўрганиш ва улардан самарали фойдаланиш зарурлигини оширди.

Дарслик уч қисмдан иборат бўлиб, биринчи қисмида металл конструкцияларни ишлатиладиган соҳалари, ўзига хос бўлган хусусиятлари ва уларга қўйилган талаблар, ҳисоблаш асослари, асосий элементларни ҳисоблаш тартиби ҳақида ёзилган.

Иккинчи қисмда бир қаватли саноат биносининг синчини ҳисоблаш келтирилган.

Учинчи қисмда махсус металл конструкцияларнинг конструктив шакли, кучланганлик ҳолати ва ҳисоблаш асослари билан таништиради.

Дарслик “Металл конструкциялари” талабаларни кўтарувчи элементларни замонавий ва келажакда учрайдиган конструктив хиллари билан таништиради ва улардаги ҳосил бўладиган кучланганлик ҳолатини аниқлашни ўргатади. Элементларда юклар энг ноқулай биргаликда таъсир этишлигидан ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлашни ва шунга мос самарали кесим юзани танлашни ўргатади.

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

Ушбу дарслик “Қурилиш конструкциялари” бўйича “Металл конструкцияси” фани дастурига мослаб 5340200– “Био ва иншоотлар қурилиши” ва 5340100 “Архитектура” таълим йўналишлари бўйича бакалавр курувчилар ва 5А340204 – “Қурилиш конструкцияларини лойиҳалаш” мутахассислиги учун ёзилган. Бироқ дарсликдан қурилишнинг бошқа ихтисослиги бўйича ўқийдиган талабалар 5340500 – “Қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқариш технологияси” йўналиши, 5А520511 – “Лойиҳавий техник ва конструктив – технологик ечимларини тизимли тахлили” мутахассислиги, қурилиш муҳандислари ва шу соҳа бўйича малака ошириш курси тингловчилари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Муаллиф китоб сифатини яхшилашга хизмат қилган қимматли фикрлари учун тақризчилар т.ф.н.,доц. П.У.Алиқуловга ҳамда т.ф.н.,доц. Н.Б.Шоумаровга ўзининг самимий миннатдорчилиқни изҳор этади.

Дарсликнинг нашр сифатини яхшилаш юзасидан билдириладиган барча фикр – мулоҳазаларни муаллиф миннатдорчилиқ билан қабул қилади.

КИРИШ

«Металл конструкциялар» фани 5340200– “Бино ва иншоотлар қурилиши” ва 5340100 “Архитектура” таълим йўналишлари бўйича бакалавр қурувчилар ва 5А340204 – “Қурилиш конструкцияларини лойиҳалаш” мутахассислиги таълим йўналиши бўйича бакалавр қурувчилар ва магистрантлар тайёрлашда етакчи махсус фан сифатида билим беради.

Бу фанни ўқитишдан мақсад, қурилиш конструкцияларини ҳисоблаш ва конструкциялаш бўйича малака ошириш, меърий ҳужжатлардан ва бошқа техник адабиётлардан фойдалана билиш, бино ва иншоотларни лойиҳаланишда самарали конструкцияларни қўллашни билиш ва қулай конструктив ечимларни топиш маҳоратига эга бўлишидир.

Бу фанни ўрганиш математика, физика, чизмачилик, қурилиш ашёлари, материаллар қаршилиги, назарий механика, қурилиш механикаси, умумбилим ва умумилмий фанлар маъруза ва амалиёт дарсларда олган билимлари ва уддалай олишларига асосланади.

Фаннинг назарий ҳисоблаш ва амалий қонунлари маъруза, ҳисоблаш, амалий ишлар, босқич лойиҳаси, ўқув ва техникавий адабиётлар ёрдамида ҳамда мустақил таълим ва иш жараёнида ўрганилади.

«Металл конструкциялар» фанини ўрганиш натижасида бўлажак мутахассис қуйидагиларни билиши лозим; бино ва махсус иншоотларни каркасини барпо этишни, синч элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлашни, элементларга қулай конструктив шаклни танлашни ва ҳисоблашни, мустаҳкамликка ва устиворликка текширишни билиши лозим.

Дарслик 19 бобдан иборат бўлиб, биринчи бобида металл конструкцияларни ишлатиладиган соҳалари, ўзига хос бўлган хусусиятлари ва уларга қўйилган талаблар ҳақида ёритилган. Иккинчи бобида металл конструкцияда ишлатиладиган материалларнинг асосий хусусиятлари ҳақида маълумот берилган. Учинчи бобида металл конструкцияларни ҳисоблаш асослари ёритилган. Тўртинчи боб пўлат сортаментида бағишланган. Бешинчи бобида металл конструкцияларни бирикмалари ҳақида маълумот берилган. Пайванд ва болтли бирикмаларнинг хиллари ва ҳисоблаш асослари ёритилган.

Олтинчи бобида тўсинлар ва тўсинли конструкциялар ҳақида батафсил маълумот берилган. Еттинчи ва саккизинчи боблар устунлар ва фермаларга бағишланган.

9 – 13 бобларда Бир қаватли саноат биноларни синчини яратиш, таъсир этаётган юкларни аниқлаш, кўндаланг рамаларни шу юкларга ҳисоблаш, элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаб мос келадиган кесим юзани танлаб олиб уни мустаҳкамлигини ва устиворлигини текшириш йўллари кўрсатилган.

14 бобида таянч оралиғи катта бўлган биноларни том ёпма конструкцияларини яратилишида тўсинлар, рамалар, аркалардан фойдаланиш йўллари кўрсатилган. 15 бобида гумбазли, қобиқли ва структурали конструкциялардан фойдаланиб том ёпма конструкцияларни яратиш йўллари кўрсатилган. 16 бобида таянч оралиғи катта бўлган биноларни, чўзилишга ишлайдиган вантлардан фойдаланиб, том ёпма конструкциясини яратиш йўллари кўрсатилган. 17 боби баланд биноларни синчини яратилиши ҳақида ёзилган.

18 бобида варақсимон пўлатдан тайёрланган конструкциялар ёритилган. Уларни ажратиб турадиган хусусиятлари, ишлаш шароитлари, сақланаётган суёқлик босимидан деворида ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлаш йўллари, ҳисоблаш тартиби ва бошқалар келтирилган.

19 бобида баланд иншоотларни конструктив ечимлари келтирилган.

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришилган йиллар мобайнида қурилган саноат биноларни ва иншоотларни кўпчилиги пўлат конструкциялардан фойдаланиб қурилганлиги, масалан; (Шўртан газ конденсати, Бухоро нефтни қайта ишлаб чиқиш заводи, Асака ва Самарқандаги автозаводлари, Навои Азот, Тошкент шаҳридаги баланд бинолар бозорлар, спорт комплекслари, саройлар ва бошқалар) металл конструкцияга бўлган аҳамиятини оширади.

Ушбу дарслик талабаларни замонавий ва келажак конструктив хиллари билан таништиради иншоотларни ҳолатини текшириб баҳолашни автоматлаштирилган тизимлардан фойдаланиб, замонавий компьютерларни ишлатиб самарали қурилмаларни яратишни ўргатади.



Замонавий шаҳар.

1-боб. МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

1.1. Металл конструкцияларни қисқача ривожланиш тарихи

Металл конструкцияларни ривожланишини тайёрлаш технологиясига ва уни қайси жойда ишлатилишига кўра беш даврга бўлишимиз мумкин.

1-давр 12-17 асрларни ўз ичига олади. Бу вақтларда металл қурилмаларни ноёб иншоотларни қурилишида (сарой, черков), масалан ғишт деворларни мустаҳкамлашда ва том конструкциясини тортиб қўйишда ишлатишган. Тортқичларни темирга ишлов бериб конструкциясини мослаштириб кесимини квадрат шакли қилиб тайёрлашган. 1158 йилда Владимир шаҳрида қурилган Успенский собори, 1560 йили Москвада қурилган Покров собори бунга мисол бўла олади

2-давр 17 аср бошларидан 18 асрни охиригача қамраб олади. Бу давр металл қия тўсинларни ва черковларнинг фазовий бош гумбазлар конструкцияларини яратилиши билан боғланган. Кўтарувчи элементларни махсус шаклга келтириб бир-бирига боғланадиган қилиб, асосий қисмини кесимини квадрат ёки тўғри тўтрбурчак шаклли қилиб тайёрлашган.

Мисол сифатида 1640 йилда катта Кремль саройи томининг ёпилиши, 1603 йил қурилган Улуғ Иван кўнғироқхонаси ва 1805й. Санкт-Петербургдаги

оралиғи 15м бўлган Қозон соборини гумбазларини синчларини келтиришимиз мумкин.

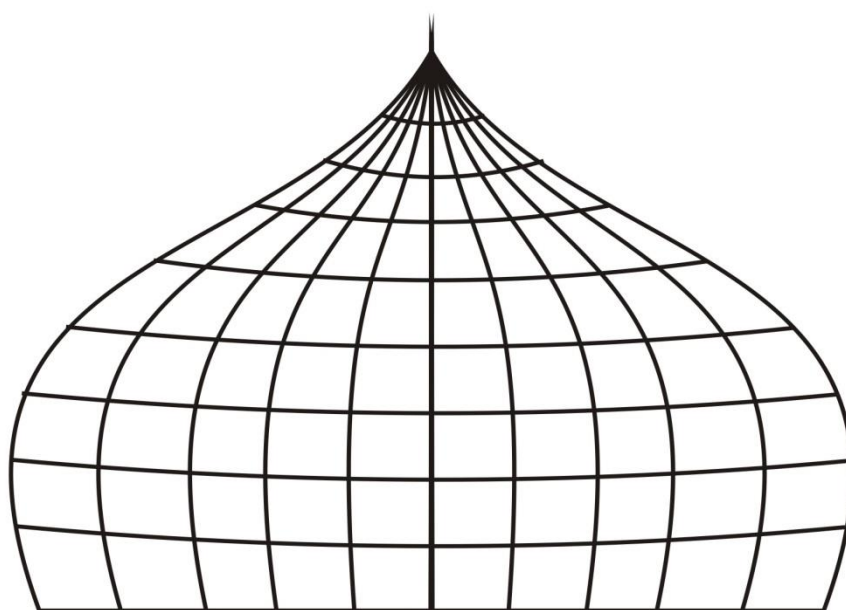
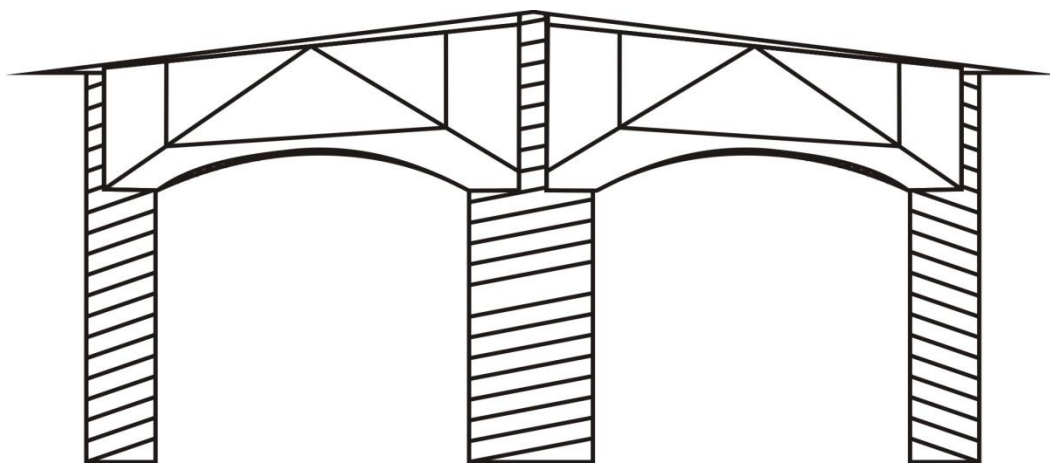
3-давр 18 асрдан 19 асрнинг ярмигача давом этиб келган. Бу давр чўян элементларини қўйиш ва улардан қурилмалар яратиш билан танилган.

Чўян элементларининг бир-бирига бириктирилиши, қулф ва болтли бирикма орқали бажарилган.

Биринчилар каторида бу қурилмалардан фойдаланиб 1725 йилда Уралдаги Невьян минорасининг томини ёпишган. 1784 йил Санкт-Петербургдаги чўян кўприги қурилган, саккиз оралиқли 33-47м гача, дунёда энг катта чўян кўпригидир. 19 асрнинг 40 йилларида қурилган уникал бинонинг Исаакий собор гумбази яратилишида махсус чўян элементларидан фойдаланишган. 1827-32й. Санкт-Петербургдаги Александр театрининг томини ёпишда таянч оралиғи 30метр бўлган чўян равоқлардан фойдаланишган. Бу даврнинг охирларида фермалардан фойдаланиш бошланган. Фермаларнинг сиқилишга ишлаётган элементларини чўяндан, чўзилишга ишлаётган элементларни темирдан тайёрлашган.

4-давр 19 аср 30 йилларидан 20 асрнинг 20 йилларигача давом этган. Бу йиллар техниканинг ҳамма соҳаларни тез ривожланишини шу жумладан металлшунослик ва металлни қайта ишлаш соҳасида ҳам катта ривожланишни ўз ичига олади.

1856 йили Бессемер, 1864 йили Мартен ва 1878 йилда Томас пўлат қуйиш усуллари ишлаб чиқилиши ва ўзлаштирилиши натижасида чўян конструкциялар ўрнига пўлат конструкцияларини ишлата бошланди, чунки пўлат материали сифатлироқ ва механик хусусиятлари яхшироқ бўлганлиги туфайли 40 йилларда пўлатли прокатли сортаменти ва варақсимон прокатнинг технологиялари ўзлаштирилиши натижасида қурилиш конструкциялар ривожланишига ва уларни ноёб биноларда ишлатилишига катта имкониятлар яратди.



Расм 1.1. Қия тўсинлар ва черковларнинг фазовий бош гумбазлари.

19 аср охирига келиб панжарасимон синчлар, ўрнига рама-равоқли синчлар ишлата бошланди. Эни кенгрок бўлган биноларни қурилди. Буларга мисол қилиб, Петербургда (1884 йилда қурилган Сенний бозорни ва 1890 йили қурилган Гатчино вокзали), Москвада 1913-14 йилларда қурилган биноларни келтириш мумкин.

19 асрнинг иккинчи ярмида темир йўлларнинг қурилиши кенг тарқалган эди. Темир йўл кўприклари қурилиши билан кўприklarнинг қулай конструктив шакллари ҳам ривож топди. Кўприklarнинг жойлаштирилиши ва ҳисоблаш назарияси мукаммаллашди. Металл қурилмаларни лойиҳалашга, ҳисоблашга ва қурилиш услубларини ривожланишига рус олимларидан С.В.Кербедз, Н.А.Белелюбский, Л.Д.Проскуряковлар ҳисса қўшишган.

С.В.Кербедз (1810-1899й.й.) Россияда биринчи бўлиб панжарали фермаларни қўллаш билан темир йўл кўприкларини қурдирган, Петербургдаги чўян кўприкни ҳам Кербедз лойиҳалаштирган ва қурилишида иштирок этган.

Н.А.Белелюбский (1848-1922й.й.) кўприк қуриш бўйича мутахассис, биринчи бўлиб тиргакли фермани кўприк қурилишида қўллади. У прокат сортаментини ишлаб чиқди.

Л.Д.Проскуряков (1858-1926й.й.) кўприк фермаларига учбурчак ва ховон панжарасини қўллаш усулини киритди ва фермаларнинг қулай шаклининг назариясини ишлаб чиқди.

19 асрнинг охири ва 20 асрнинг бошларида металлдан бўлган қурилишларни ривожланишига олимлардан Ф.С. Ясинский, В.Г.Шухов ва И.П.Прокофьев катта хисса қўшдилар.

Ф.С.Ясинский (1858-1899й.й.) биринчи бўлиб кўп ораликли саноат биноларининг ички ораликдаги устунларни металдан қилишни тавсия этди ва таянч оралиғи катта бўлган биноларни букланувчан ва равоқли конструкциялар билан ёпишни ишлаб чиқди. Устунларни номарказий таъсир этаётган кучга ҳисоблаш усуллари ривожлантирди ва аниқликлар киритди.

С.Г.Шухов (1853-1939й.й.) биринчи бўлиб дунё миқёсида фазовий панжара конструкциялар орқали томларни ёпиш усуллари ва тарам-тарам юзали конструкциялар орқали турли хил минораларга ўхшаш қурилмаларни ишлаб чиқди ва қурилишда иштирок этди. Янги конструктив резервуар шакллари, уларни ҳисоблаш ва оқилона ўлчамларини топиш усуллари ишлаб чиқди.

И.П.Прокофьев (1877-1958й.й.) олдинги тажрибаларни эътиборга олиб металл кўприкларини конструкциясини тайёрланиши ва йиғилиши ҳақида китоб ёзди. Ўша давр бўйича ноёб кўприklar конструкцияларини ишлаб чиқди ва ўзи ҳам қурилишда иштирок этди.

5- давр 20-йиллардан бошлаб давом этиб келмоқда. Металлшунослик 30-йилларда ривожланиши сабабли металл конструкцияларида мустаҳкамлироқ пўлатларни ишлатиш бошланди. Ҳар хил мустаҳкамга эга бўлган пўлатларнинг тури кўпайиб кетди ва металл конструкцияларнинг конструктив шакллари ривож топди. Металл конструкцияларининг кенг ва турли хил ривожланиш масалаларида лойиҳа, илмий ва ишлаб чиқариш корхоналарининг хиссаси катта бўлди. «Проектстальконструкция», «Промстройпроект» ва «ЦНИИСК»лар янги конструктив шаклларни яратиш ва уларни ҳисоблаш усуллари тавсия этиш билан шуғулланишади. «ВНИПИПромстальконструкция» лойиҳалаштириш ва йиғиш ишлари билан шуғулланади.

ВНИКТИСК металл конструкцияларини лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш технологиясини янгилаш бўйича изланишлар олиб борди.

30-йилларда металлшунослик ва машинасозлик ривожланиши билан жуда кўп саноат иншоотлари металл синчли қилиб қурила бошланди. Саноат бинолари қурилишида металл синчи асосий қисм бўлди ва уларнинг ривожланишида муҳим роль ўйнади.

50-70-йилларда металл конструкцияларнинг ривожланиш асослари ўзгармасдан ва уларнинг асоси – тежамкорлик, конструкцияларни яратиш

технологияси оддий, йиғиш ишлар тез бажариладиган бўлиб, шу асосда металл конструкциялар ривож топди.

Шу замон бўйича ноёб бўлган саноат бинолари қурилган таянч оралиғи 120м краннинг юк кўтариш қобилияти 30т ва у фермага осилган ҳолатда ишлайди бинонинг баландлиги 57м ва икки оралиқли саноат биноси кранларнинг юк кўтариш қобилияти 1200т ва 600т.

Металл конструкцияларнинг янги оригинал шакллари яратилди, айниқса, халқлараро кўргазма биноларни қурилишида 1958 йил Брюсселда 1967 йил Монреалда, ВДНХдаги космос павилиони, Лужникидаги спорт саройи ва 80-йилдаги олимпияда учун қурилган спорт иншоотларини мисол қилиб келтириш мумкин.

1980 - йилда ёзги олимпиядага таянч оралиғи катта бўлган ўзининг конструктив шакли билан бир - биридан тубдан фарқ қиладиган бир неча оригинал спорт мажмуалари қурилганди.

Конструктив шакли мукаммалланиши билан металл конструкцияларни ҳисоблаш усули ҳам такомиллашди. 1950 йилгача қурилиш конструкциялари мумкин бўлган кучланиш бўйича ҳисоблашар эди, 1950 қурилиш конструкцияларни чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашга ўтишди. Ҳозирги қурилиш меъёр ва қонунларида шу усул бўйича ҳисоблаш талаб этилади.

ЭҲМ ишлатилганда лойиҳалаш сифатини тубдан оширади ва тезлатади. Машина ўзи автоматик равишда лойиҳани чизиб беради. 1920-2000 йиллар даврида металл конструкцияларнинг ривожланишига илмий тадқиқот лойиҳа институтлари ўзининг ижодий иши (САПР) билан кўп ҳисса қўшди. Металл қурилмалари ривожланишига олимлардан Н.С.Стрелецкий (1885-1967й.) Е.О.Патон (1870-1953й.), Н.П.Мельников ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар.

Н.С.Стрелецкий ўз фаолиятининг бошларида кўприк қурувчилар давомчиси бўлиб бошлаган, кейинчалик қурилиш фани ва қурувчи муҳандисларни тайёрлашда жуда катта ҳисса қўшган ва биринчи бўлиб конструкцияларни статик ҳисоблаш усулини қўллаган, эластик чегарадан ўтган материалларнинг ишлаши тўғрисида тажриба ишларини олиб борган ва назарий тажриба асосида конструктив шаклнинг ривожланиш йўлини кўрсатган. Е.О.Патон металл кўприк қурилиш соҳасига ўз ҳиссасини қўшган. Электрёй билан пайвандлаш усулини механизациялаш ва автоматлаштириш даражасига етказишда катта ҳисса қўшган. Н.П.Мельников ҳам металл конструкцияларни ривожлантиришга кўп ҳисса қўшган. «ЦНИИПроектстальконструкция» институтига кўп йиллар мобайнида раҳбарлик қилган.

Назорат саволлари.

1. Металл конструкцияларнинг ривожланиши неча даврга бўлинади?
2. Қайси олимлар металл конструкцияларнинг ривожланишига ҳисса қўшишган?
3. Қайси илмий текшириш институтлар металл конструкцияларнинг ривожланишига ҳисса қўшишган?

1.2 Металл конструкциялар ишлатиладиган соҳалар, ўзига хос бўлган хусусиятлари ва уларга қўйилган талаблар

Ҳозирги вақтда металл конструкциялар турли хил бинолар қурилишида, муҳандислик иншоотларини яратилишида ишлатилади. Айниқса, таянч оралиғи катта бўлган биноларнинг том конструкцияларнинг барпо этишда, баланд иншоотлар қурилишида ва кўп юк таъсир этаётган қурилмаларни бунёд этишда металл конструкцияларнинг аҳамияти каттадир.

2005 йил Ўзбекистон Республикасида 450000т пўлат эритилди, 108000т прокат металлидир. Конструктив шаклига ва қаерда ишлатилишига қараб металл конструкциялар 8 хил соҳаларда ишлатилиши мумкин:

1. Саноат биноларини синчини яратилишида;
2. Таянч оралиғи катта бўлган биноларнинг том конструкцияларини яратишда (ангарлар, концерт ва спорт саройлари, гумбазлар, бозорлар);
3. Кўприк ва эстакадалар қурилишида;
4. Минора ва мачталар қурилишида (теле ва радио миноралар, нефть қазиб чиқариш ва сув хўжалиги бинолари ва иншоотлари);
5. Кўп қаватли биноларнинг синчини яратишда;
6. Варақсимон прокатида йиғилган газ ва суюқликларни сақлаш ҳамда тақсимлаш иншоотларини қуришда;
7. Кранларни ва бошқа турли ҳаракат қилувчи конструкцияларни яратилишида;
8. Бошқа конструкцияларни қуришда.



1.2 – расм. Хумо арена муз саройи қурилиши.



1.3 – расм. Хумо арена муз саройи

Кўриб чиқилган металл конструкциялар ишлатиладиган соҳалари турли конструктив шакл ва тизимлардан иборатдир. Аммо, бу турли хил конструкцияларни яратилиши асосан иккита омил билан боғланган.

Биринчидан, турли хил конструкцияларни яратишда стандарт бўйича ишлаб чиқариладиган элементлардан, прокат сортаментидан фойдаланишади (қўштавр, швеллер, бурчаклик, варақсимон прокати).

Иккинчидан, металл конструкцияларнинг йиғиш технологияси бир хиллиги билан боғланган, совуқ ҳолатда болтлар ёки парчин михлар орқали ва қиздириб эритиш орқали электр ёйи билан элементларни бир-бирига пайвандлаш бажарилади.

Металл конструкцияларнинг ўзига хос бўлган афзалликлари бор. Бу уларни турли хил иншоотларда ишлатишга имкон беради.

1. Металл материали юқори мустаҳкамликка эга, сиқилишга ва чўзилишга бир хилда қаршилик кўрсатади. Уни бир жинслилиги қурилмаларда ишончли ишлашини таъминлайди ва ҳисобини онсонлаштирилади.

2. Металл конструкциялардан ясалган иншоотлар нисбатан енгил бўлади. Ҳар қандай материалнинг қурилмага сарф бўлиш даражаси қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$C = \rho / R_y, \quad \text{бунда} \quad (1.1)$$

ρ - материалнинг ҳажмий оғирлиги (зичлиги),

R_y – материалнинг ҳисобий қаршилиги.

«С» қанча кичик бўлса, шунча конструкция енгил бўлади; пўлатлар учун $C=3,7+1,7 \cdot 10^{-4}$ 1/м; бетон учун $C=18,4 \cdot 10^{-4}$ 1/м; ёғоч учун $C=5,4 \cdot 10^{-4}$ 1/м.

3. Металл қурилмалар ишончли ҳисобланади. Пўлатнинг механик хусусиятлари унинг бир жинслилигига боғлиқ бўлиб, ҳисоб орқали ва амалда

ишлаётган конструкция кесим юзасида ҳосил бўлаётган кучланишлар бир хил бўлади.

4. Пўлатнинг зичлиги анча катта бўлгани туфайли ундан ясалган қурилмалар газ ва суюқликни ўтказмайди.

5. Металл қурилмалар саноатбоп бўлади, яъни улар асосан корхона шароитида тайёрланиб, қурилиш жойида механизмлар ёрдамида йиғилади.

6. Металл конструкциялар экология талаблариги жавоб беради. Чунки металл конструкциялардан тайёрланган биноларни хизмати тугагандан кейин конструкцияларни қайта элементларга бўлиб яна ишлатиш мумкин ёки металлаломга топширилади.



1.2 расм Ислом Цивилизация марказини макети

Металл конструкцияларнинг баъзи бир камчиликлари ҳам бор, бу уларнинг кенг ишлатилишини чеклайди. Пўлат конструкцияларнинг асосий камчилиги уларнинг турли таъсирларнинг остида емирилишидир. Бу ҳол қурилмаларни коррозиядан муҳофаза қилишнинг турли хил усуллари қўллаш талаб қилади.

Металлнинг иссиққа бардошлиги ҳам катта эмас. Ҳарорат 250⁰С га яқинлашганда пўлатнинг эластиклик модули камая бошлайди ва 600⁰С да батамом пластик ҳолатга ўтади. Ёнғин хавфсизлиги талабларига жавоб бериш учун металл конструкцияларни оловбардошлигини кўпайтириш зарур. Бунинг учун ҳар хил усуллардан фойдаланиш мумкин.

Металл конструкцияларга қўйилган талаблар: металл қурилмалар юк кўтариш қобилиятига эга бўлиши, яъни мустаҳкамлик, устиворлик ва бикрлик талабларига жавоб бериши керак. Иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлиши керак, йиғиш муддатларини камайитириш учун унумли усуллар қўллаш ва стандарт элементлардан кенг миқёсда фойдаланиш зарур.

Металл конструкциялардан фойдаланиб қурилган бино ва иншоотларнинг ташқи кўриниши гўзал бўлиши, яъни эстетик талабларга ҳам жавоб бериши керак.

1.3. Лойиҳалаштиришнинг ташкилий шакли

Лойиҳалаштириш бир ёки икки босқичда бажарилади.

Бир босқичда – ишчи лойиҳа қайта ишлатиладиган лойиҳа асосида қуриладиган ва техник жиҳатдан мураккаб бўлмаган биноларни қуришда қўлланилади.

Икки босқичда – лойиҳа ва иш ҳужжатлари бажарилади. Лойиҳалаш босқичида бинонинг меъморчилиги (архитектураси) қисқа тасвирлаб берилади ва қурилиш зарурлиги асосланади. Иншоотларнинг конструктив шакллари аниқланади ва керакли элементлар танлаб олинади. Агарда, шу бино қурилишида металл конструкцияларни ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлса унда тарх ва қирқимларда асосий кўтариб турадиган элементларнинг схемаси келтирилади ва шу конструкцияни ишлаб чиқариш, қурилиш майдонига транспорт орқали олиб бориш имкониятлари кўриб чиқилади. Иш ҳужжатларига металл конструкциялар иш чизмалари (КМ) ва мураккаб тугунларнинг ва деталларнинг чизмалари киради (КМД).

КМнинг ишчи лойиҳасига қуйидаги материаллар кириши керак:

тушунтириш хати, бино синчига таъсир этаётган юклар жами, бино тархи, конструкция жойланиши, элементлар ҳисоби, бириктирилган жойи ва металлнинг кесими бўйича тўлиқ тафсилотли рўйхати.

Назорат саволлари.

- 1) Металл конструкцияларнинг ишлатиладиган соҳалари.
- 2) Металл конструкцияларнинг ўзига хос бўлган хусусиятлари.
- 3) Металл конструкцияларнинг камчилиги.
- 4) Металл конструкцияларга қўйилган талаблар.
- 5) Лойиҳалаштиришни ташкилий шакли.

2 – бoб. МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯДА ИШЛАТИЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАРНИНГ АСОСИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Металл конструктив материал бўлганлиги туфайли унинг механик хусусиятларига, пайвандланувчанлигига ва узок муддат ишлашига қараб баҳоланади. Пўлатни мустаҳкамлиги, эластиклиги, пластиклиги, мўртлик даражаси, юқори ҳароратда «оқувчанлиги» сифатини белгилайди. Пайвандланувчанлик пўлатнинг кимёвий таркибига ва уни ишлаб чиқариш технологиясига боғлиқ.

Конструкцияда пўлатнинг узок муддат ишлашига ва унинг кучланганлик ҳолатига конструкциянинг шакли, ташқи таъсирларнинг турлари ва миқдори, йўналиши ва таъсир тезлиги, муҳитнинг тажовузкорлик даражаси ва ҳарорати катта таъсир кўрсатади.

2.1. Материалларнинг асосий хусусиятлари

Мустаҳкамлиги бўйича пўлатлар учта гуруҳга бўлинади:

- 1) Мустаҳкамлиги оддий $R_{yn} = -185+285$ МПа, $R_{un} = -365+390$ МПа;
- 2) Мустаҳкамлиги юқори $R_{yn} = -295+390$ МПа, $R_{un} = -430+540$ МПа;
- 3) Мустаҳкамлиги баланд $R_{yn} = -440+ \infty$ МПа, $R_{un} = -590+ \infty$ МПа.

Пўлатларнинг механик хусусиятлари ички атом тузулишига боғлиқ. Унинг асосини феррит деган заррачалар ташкил қилади. Феррит ўзи кам мустаҳкамга эга ва ўта пластик материалдир. Унинг мустаҳкамлигини ошириш учун углерод қўшилади (кам углеродли пўлат) ёки бошқа металл қўшишади (марганец, кремний, ванадий, хром ва б.). Легирлаш ва товлаш усуллари билан баланд мустаҳкамликка эга пўлат олинади. Кам углеродли пўлатнинг атом структураси куб шаклига ўхшаган. Куб марказида углерод атоми жойлашади, қирраларининг учида темир Fe атоми туради.

Fe₃C-қоришма феррит, карбид-цементит пайдо бўлади.

Кам легирланган пўлатларнинг атом структураси ҳам кам углеродли пўлатнинг атом тузулишига ўхшайди.

Легирлаштиришда қатнашадиган кимёвий элементлар билан танишамиз.

Углерод «У» пўлат мустаҳкамлигини оширади, пластиклик хусусиятини камайтиради, пайвандлаш имкони пасаяди. Шунинг учун қурилишда ишлатиладиган пўлатларда углерод 0,22% гача бўлиши мумкин.

Кремний «С» пўлат мустаҳкамлигини оширади, пайвандлаш имконини пасайтиради ва занглашга қаршилигини камайтиради. Шунинг учун, кам углеродли пўлатда 0,3 % ,легирланган пўлатда эса 1%гача бўлади.

Марганец «Г» металлнинг мустаҳкамлигини, қайишқоқлигини оширади ва пўлатга аралашган олтингугурт билан бирикиб, унинг зарарли таъсирини камайтиради. Аммо, марганец миқдори 1,5% дан ортса, унда пўлат мўрт бўлиб қолиш хавфи бор.

Мис «Д» мустаҳкамликни ва занглашга қаршилиқни оширади. Лекин, 0,7% дан кўпайганда пўлат тез эскириб қолишига сабаб бўлади.

Хром «Х», ванадий «Ф», вольфрам «В», молибден «М», титан «Т», никель «Н»- буларнинг ҳаммаси пўлат мустаҳкамлигини оширади ва айримлари пластик хусусиятини ҳам оширади.

Турли тоифали пўлатларни кимёвий таркибини ифодалаш учун ГОСТларда куйидаги белгилаш тартиби қабул қилинган: Дастлабки иккита рақам фойизнинг юздан бир улушида углероднинг ўртача миқдорини кўрсатади, харфлар билан эса пўлатнинг таркибий қисмини ташкил этувчи кимёвий элементларнинг шартли номлари белгиланади. Харфдан кейинги рақамлар эса шу элементнинг фоиз ҳисобидаги миқдорини кўрсатади. Агар бу миқдор бир фоиздан кам бўлса у кўрсатилмайди. Пўлатнинг таркибига кирган қўшимча элементлар миқдори 0,3% кам бўлганда улар белгида кўрсатилмайди.

2.2.Зарарли аралашмалар

Фосфор ва олтингугурт зарарли аралашмалардир. Аммо, уларни пўлат таркибидан бутунлай чиқариб бўлмайди. Пўлат таркибида фосфор миқдори 0,045%дан ошса, паст ҳарорат таъсиридан пўлат мўртлиги кўпаяди.

Олтингугурт миқдори 0,055% дан ортиши, пўлатда, қизиган вақтида, дарзлар ҳосил бўлишига олиб келади.

Азот <0,008%, кислород <0,007%, водород <0,0007%. Ички атомлараро боғланишини камайтиради ва мўрт равишда синишига олиб келади. Фойдаланишда қўйилган талабларга кўра пўлат куйидаги уч гуруҳда тайёрланади: А - механик хусусиятлар бўйича, Б-кимёвий таркиби бўйича, В-механик хусусиятлари ва кимёвий таркиби бўйича.

Қурилиш конструкциялари учун ишлатиладиган пўлатлар мустаҳкам ва пайвандланувчан, шунингдек, емирилишга ва динамик таъсирларга бардошлик бўлиши лозим, яъни бундай қурилмалар қуришда асосан «В» гуруҳдаги пўлат талаб қилинади, ВСт3кп2-қайноқ пўлат (кп-қайноқ, сп-тинч пўлат, пс-ярим тинч пўлат).

Пўлат эритиш икки усулда бўлади. Мартен печларида ва конвектор усулида кислород юбориш билан. Пўлат мустаҳкамлигини оширишнинг асосан икки усули бор: юқори ҳароратда ишлов бериш ва легирлаш.

Юқори ҳароратда ишлов беришдан асосий мақсад пўлатнинг атом тузилишини ўзгартириш ва заррачаларини майдалашдир.

Бу жараён натижасида пўлатнинг эластиклиги бироз камайгани ҳолда мустаҳкамлиги ва оқувчанлик чегараси ортади. Юқори ҳароратда ишлов беришни асосий турлари: тоблаш, нормаллаш ва бўшатиш.

Тоблаш пўлатни 910⁰Сдан юқоригача қиздириб кейин тезлик билан совитишдан иборат. Нормаллашда тобланган ёйма пўлат қайтадан аустенит тузилиши ҳосил бўладиган ҳароратгача қиздирилиб, кейин ҳавода совитилади. Нормаллаш натижасида пўлатнинг тузилиши анча яхшиланиб, ички кучланишлар йўқолади, бу эса ўз навбатида пўлатнинг мустаҳкамлиги ва пластик хусусиятлари, зарбга чидамлилиги ортишига олиб келади. Бўшатиш – бу пўлатни аустенитнинг ўзгаришлари ҳароратидан юқори ҳароратгача (273⁰С) қиздириб,

кейин совитиш (хавода ёки сувда) дан иборат. Бунда пўлатнинг мўртлиги камайиб, зарбага чидамлилиги ортади.

2.3.Металл конструкцияларини лойиҳалаш асослари.

Мақсади ва вазифалари

Қурилиш конструкциялари лойиҳалаш деб, уларнинг статик (ёки динамик) кучларга, элементнинг кесим юзасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш тушунилади.

Умуман қурилиш конструкцияларини ҳисоблаш икки босқичдан иборат:

1. Элементлардаги кучланишни аниқлаш ва бу кучланиш асосида кесим юзасини топиш;

2. Конструкцияни эгилишини меъёридан ошмаслигини текшириш.

Лойиҳаланган конструкцияларнинг самарадорлиги уларнинг техник - иқтисодий кўрсаткичлари ҳамда ишлаш жараёнида мавжуд фойдаланиш талабларига мослиги даражасига қараб баҳоланади.

Бетон қурилиш материаллари ичида энг кўп қўлланилади. Бетон нархи бошқа материалларга нисбатан анча арзон. Зеро унинг механик хусусияти пўлатникига қараганда анча фарқ қилади. Бундай ҳолатда бетонга тенг келадиган материал йўқ. Унинг таркибига ҳамма ерда мавжуд бўлган материаллар киради. Яна бир маъқул бўлган томони шундан иборатки, бетон мустаҳкамлиги йилдан йилга ортиб боради. Бу хусусият темирбетон конструкциялари узоқ даврга чидамли эканлигини кўрсатади. Бетоннинг архитектура ва конструктив имкониятлари ҳақида гапирмаса ҳам бўлади.

Ҳисоблашнинг асосий **мақсади**, темирбетон конструкциялари юк остида ишлаганда уларни энг тежамли ўлчамларини танлаш ва шу билан бирга хавфсизлик, ишончлилик ва узоққачидамлилиқ талабларига жавоб беришига эришишдир.

Ҳисоблашнинг асосий **вазифасига** ташқи юк таъсиридан конструкция элементларида ҳосил бўладиган зўриқишларни аниқлаш, талаб этилган кесим юзалар, арматуралар микдорини ҳамда конструкция ишчи чизмаларини тайёрлашдаги зарур маълумотларни аниқлаш киради. Конструкцияни ҳисоблаш қурилиш меъёрлари талаблари асосида амалга оширилади. Қурилиш меъёрлари ва қоидалари - ҚМҚ қурилиш конструкциялари назариясининг амалий натижаси ҳисобланиб ва у конструкцияларни лойиҳалашда, қуришда ва фойдаланишда эришилган ютуқларни ўзида акс эттиради. Элементнинг нормал кесим юзасини самарали шакли ва ўлчамларини, бетоннинг оптимал синфини, ишчи арматуранинг синфи, кесим юзасини ва элементни ёрилишга бардошига ва биқирлигини ҳисобга оладиган кесим юзаси ҳисобий кесим юзаси дейилади. Конструкция деб, элемент қисмларини бирлаштириш тушунилади. Конструкциялаш эса, биноларни конструктив ҳал этиш, уларнинг элементларидан ишчи, монтаж арматурасини жойлашни самарали схемасини белгилаш, опалобка ва арматура конструкция узеллари ва элементлари чизмаларини ишлаб чиқишдан иборат бўлади. Конструкцияларнинг лойиҳалаш, кесим юзаси ҳақидаги маълумотлар асосида, меъёр талабларни ҳисобга олган ҳолда бино ва иноотни қуриш ва ишлатиш жараёнида мустаҳкамлиги,

ёриқбардошлиги ва бикирлигини таъминлайдиган ҳисобий кучни аниқлашдан иборат бўлиш керак.

Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган талаблар

Қурилиш конструкциялари уларга қўйиладиган функционал, техник, иктисодий, эстетик ва бошқа талабларни ҳисобга олган ҳолда лойиҳаланади.

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

Техник талаблар конструкциянинг зарур мустаҳкамлиги, бикирлиги ва узоққа чидашини таъминлашга қаратилади.

Қурилиш конструкцияларига қўйиладиган муҳим талабларга тайёрлаш ва ишлатишдаги тежамлилиги, индустриаллиги ва технологиябоплиги киради.

Заводларда тайёрланган элементлардан иборат йиғма конструкциялар бу талабларни тўлиқ қаноатлантиради.

Иктисодий талаблар конструкция материали, унинг типи (масалан, фермалар ёки тўсинлар) ва асосий ўлчамлари (масалан, тўсин баландлиги) ни танлашга катта таъсир кўрсатади.

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

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

Лойиҳалашда ечимларнинг бир неча вариантлари тузилиб, уларда конструкцияларни тайёрлаш ва қуришдаги материаллар, энергия, меҳнат сарфи, қурилиш нархи ва муддатларига оид кўрсаткичлар аниқланади; конструкциянинг меъморий кўркемлиги ҳам эътиборга олинади. Вариантларни таққослаш орқали энг мақбул ечим танлаб олинади.

Конструкцияларнинг тежамлилиги уларга қўйиладиган асосий талаблардан бири ҳисобланади. **Тежамлилик** - материаллар сарфи ва таннархи, конструкцияларни тайёрлаш, қурилиш майдонига ташиб келтириш, монтаж қилиш ва улардан фойдаланишдаги харажатларга боғлиқ бўлади.

Материал сарфи жихатидан энг афзал конструкция тенг мустаҳкамликдаги конструкция ҳисобланади. Бундай конструкциядаги барча кесимлар унга ишлатиладиган материалларнинг физик-механик хоссаларидан тўлиқ фойдаланиш шарти билан танланган бўлади (тенг мустаҳкамликка эга бўлмаган

конструкцияларда баъзи йирик элементларнинг мустаҳкамлигидан тўлиқ фойдаланилмайди).

Конструкция унга таъсир этадиган кучларга ҳисобланган бўлиши керак. Ташқи юklar, таянчларнинг силжиши, хароратнинг ўзгариши, киришишлар ва бошқа шунга ўхшаш ходисалар конструкцияларга таъсир этадиган кучларга киради.

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

2.4. Металл конструкцияларга таъсир этадиган юklar ва таъсирлар.

Таъсир этиш вақтига қараб юklar доимий ва муваққат, яъни вақтинча бўлиши мумкин, вақтинчаси узоқ муддатли, қисқа муддатли ва алоҳида бўлиши мумкин.

Доимий таъсир этадиган юklarга қуйидагилар киради:

а) иншоот қисмларининг вазни, юк кўтарувчи ва тўсувчи қурилиш конструкцияларининг вазнлари ҳам шунга киради;

б) грунтларнинг оғирлиги ва босими (кўтарма, тўлдирма), тоғ босими. Конструкция ёки заминларда олдиндан уйғотилган кучланишлардан ҳосил бўлган зўриқишлар ҳисобларда доимий юklардан ҳосил бўлган зўриқишлар каби ҳисобга олинади.

Вақтинча узоқ муддат таъсир этадиган юklarга қуйидагилар киради:

а) вақтинча хоналарни ажратадиган пардевор оғирлиги;

б) қўзғалмас асбоб-ускуналар дастгоҳлар, аппаратлар, моторлар, идишлар, қувурлар, тасмали транспортёрлар, конвейерлар, қўзғалмас кўтарма машиналар, шунингдек асбоб-ускуналарни тўлдириб турувчи суюқлик ёки қаттиқ жисмларнинг вазни;

в) идишлар ёки қувурлардаги газ, суюқлик ва сочилувчан жисмларнинг босими, шахталарда ҳавонинг вентилияциясидан ҳосил бўлган ортиқча босим;

г) омборхона, музхона, дон сақлайдиган, китоб сақлайдиган хоналар, архивлар ва шунга ўхшаш бинолар ёпмасига тахланадиган ёки жовонларга териб қўйиладиган буюмлар вазни;

д) стационар асбоб-ускуналардан тушадиган хароратдан технологик таъсирлар;

е) сув тўлдирилган ясси томларда сув қатлами вазни;

ж) тўпланиб қолган ишлаб чиқариш чанглари қатламанинг вазни;

з) уй-жой, жамоат ва қишлоқ хўжалиги биноларининг ёпмаларига одамлар, хайвонлар, асбоб-ускуналардан тушадиган, меъёрий қиймати камайтирилган, ҚМҚ 2.01.07-96 нинг 3 жадвалда берилган юklar;

и) меъёрий қийматлари кичрайтирилган кўприк ва осма кранлардан вужудга келадиган вертикал юклар; буни аниқлаш учун битта крандан ҳосил бўлган вертикал юкнинг тўлиқ меъёрий қийматини ҳар бир ораликда қуйидаги коэффициентларга кўпайтирилади; 4К-6К гуруҳ кранлари иш режими учун-0,5; 7К гуруҳ кранлари иш режими учун 0,6; 8К гуруҳ кранлари иш режими учун 0,7;

к) кичрайтирилган меъёрий қийматга эга бўлган қор юки; буни аниқлаш учун тўлиқ меъёрий қиймат коэффициентга кўпайтирилади, $100\text{кг/м}^2 \times 0,3$; $150\text{кг/м}^2 \times 0,5$; $200\text{кг/м}^2 \times 0,6$;

д) грунт тузилишининг тубдан ўзгариши ёки абадий музлаган грунтларнинг эриши билан боғлиқ бўлмаган, замин деформацияларидан ҳосил бўлган таъсирлар;

м) ашёлар намлигининг ўзгариши, ўтиришиши ва тоб ташлашидан ҳосил бўлган таъсирлар.

Вақтинча қисқа муддатли юкларга қуйидагилар киради:

а) асбоб-ускуналарни ишга тушириш ва тўхтатиш, синаш, кўчириш ёки алмаштириш чоғларида вужудга келадиган юклар;

б) одамлар ва ускуналарни таъмирлашда ишлатиладиган ашёлар вазни;

в) уй-жой, жамоат, қишлоқ хўжалиги биноларининг ёпмаларига одамлар, ҳайвонлар ва асбоб-ускуналардан тушадиган тўлиқ меъёрий қийматга эга бўлган юклар;

г) қўзғалувчи кўтарма-нақлиёт воситаларидан тушадиган юклар (юклагичлар, электрокарлар, тахлагич кранлар, тельферлар, шунингдек кўприк ва осма кранлардан тушадиган тўлиқ меъёрий қийматга эга бўлган юклар);

д) тўлиқ меъёрий қийматга эга бўлган қор юклари;

е) тўлиқ меъёрий қиймати эга бўлган ҳарорат иқлим таъсири;

ж) шамол юклари;

з) яхмалак юклари;

Махсус юкларга қуйидагилар киради:

а) сейсмик таъсирлар;

б) портлаш таъсирлари;

в) технологик жараённинг кескин ўзгариши, ускуналарнинг вақтинча ишдан чиқиши ёки синиши натижасида вужудга келадиган юклар;

г) грунт структурасини кескин ўзгариши (чўкувчан грунтлар намланганда) ёки тоғ конлари худудида чўкиш натижасида заминда пайдо бўлган деформациялардан келиб чиққан таъсирлар.

Юклар жамламаси

Одатда иншоотга бир неча хил юклар биргаликда таъсир этади, лекин ҳамма мавжуд юкларнинг конструкцияга бир вақтнинг ўзида таъсир этиш эҳтимоли кам. Шунинг учун конструкция ва заминларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи ва иккинчи гуруҳлари бўйича ҳисоблашда юклар ва тегишли зўриқишларнинг энг нобоп жамламалари эътиборга олиниши зарур.

Бу жамламалар конструкция ёки заминга бир вақтнинг ўзида муваққат юклар қўйилишининг турли схемалари пайдо бўлиши имкониятларини

эътиборга олган ҳолда турли юкларни ҳар хил вариантларда таъсир этишини ёки баъзи юкларнинг мавжуд эмасигини кўриб чиқиш йўли билан белгиланади.

Ҳисобга олинadиган юклар таркибига қараб жамламалар қуйидаги хилларга бўлинади:

а) доимий, узоқ муддатли ва қисқа муддатли юклардан ташкил топган асосий жамламалар;

б) доимий узоқ муддатли, қисқа муддатли ҳамда махсус юкларнинг биридан ташкил топган махсус жамламалар.

Икки хил меъёрий қийматга эга бўлган муваққат юкларни жамлама таркибига киритишида унинг кичик меъёрий қиймати узоқ муддатли юк, катта меъёрий қиймати эса – қисқа муддатли юк сифатида қаралади тўлиқ меъёрий қийматини ҳисобга олишда. Агар жамламалар таркибига доимий ва камида иккита муваққат юк кирса, вақтинча юкларнинг ҳисобий қийматлари қуйидаги жамлама коэффициентларига кўпайтирилади: асосий жамламаларда узоқ муддатли юклар учун $\Psi_1=0,95$; қисқа муддатли юклар учун $\Psi_2=0,9$;

Махсус жамламаларда узоқ муддатли юклар учун $\Psi_1=0,95$; қисқа муддатли юклар учун $\Psi_2=0,8$.

Асосий жамлама таркиби доимий юк ва битта муваққат (узоқ ёки қисқа муддатли) юкдан ташкил топса, ψ_1 , ψ_2 коэффициентларига кўпайтирилмайди.

Эслатма: Асосий жамламалар таркиби учта ва ундан ортиқ қисқа муддатли юклардан ташкил топган бўлса, уларнинг ҳисобий қийматлари жамлама коэффициенти ψ_2 га кўпайтирилади; бунда коэффициентнинг қиймати (аҳамиятига кўра) биринчи қисқа муддатли юк учун – 1,0, иккинчиси учун – 0,8, қолганлари учун – 0,6 олинади.

Биргаликда таъсир этиш эҳтимоллиги мавжуд вариантларни таҳлил қилиб топилади. Асосан биргаликдаги юклар таъсирига доимий, вақтинча узоқ ва қисқа муддатли юклар киради. Алоҳида биргаликдаги юклар таъсирига доимий, вақтинча узоқ ва қисқа муддатли ва битта махсус юк киради.

Агар вақтинча таъсир этадиган юклар сони биттадан ортиқ бўлса, унда юклар қиймати $\Psi_1=0,95$ га биринчисини ва 0,9га иккинчисини кўпайтириш лозим, яъни асосан биргалик 0,95га, алоҳида биргалик эса 0,9га кўпайтирилади. Қисқа муддатли юклар мос равишда $\Psi_2=0,9$ га $\Psi_2=0,8$ га ва $\Psi_2=0,6$ га таъсир даражаси бўйича кўпайтирилади.

2.5. Пўлатнинг статик юк остида ишлаши

Пўлат асосан феррит ва перлит заррачалардан иборатдир. Перлит заррачалари мустаҳкамроқ. Асосан икки хил заррачалардан иборат бўлган пўлатнинг мустаҳкамлиги, эластиклиги ва ишлаш қобиляти уларнинг нисбатларига боғлиқ. Монокристалл темирнинг ишлаши. Назарий ва тажриба изланишлар шуни кўрсатадики, монокристалл темирнинг бир қисмини узишдан кўра силжитиш осонроқ. Шунинг учун эластик деформациялари темирнинг заррачаларида силжиш орқали барпо бўлади. Тажриба текширишлар асосида шундай хулоса чиқадики, силжиш текисликлар узра катта диагонал йўналишда

бўлади. Атомлараро боғланиш кучини билиб, тахминан назарий ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бир текисликда ётган атом кристалларнинг бошқа текисликда ётадиган атом кристалларни силжитиш учун кетадиган куч назарий ҳисобга нисбатан тажрибада силжитишга кетадиган куч юз марта камроқдир. Назария билан амалиётнинг фарқини шундай тушунтириш мумкин: атом структурасидаги боғланишлар идеал даражасида бўлмаганлиги сабабли (нуқсонлар, (дефектлар) борлиги сабабли).

Материаллар мустаҳкамлигини ошириш учун икки хил йўналиш бор:

1. Кристалл структурадаги нуқсонларни камайтириш, уларни идеал структурасига яқинлаштириш;
2. Атомларнинг бир-бирига боғланишини унинг кристалл панжарасини ўзгартириш билан мақсадга эришиш мумкин.

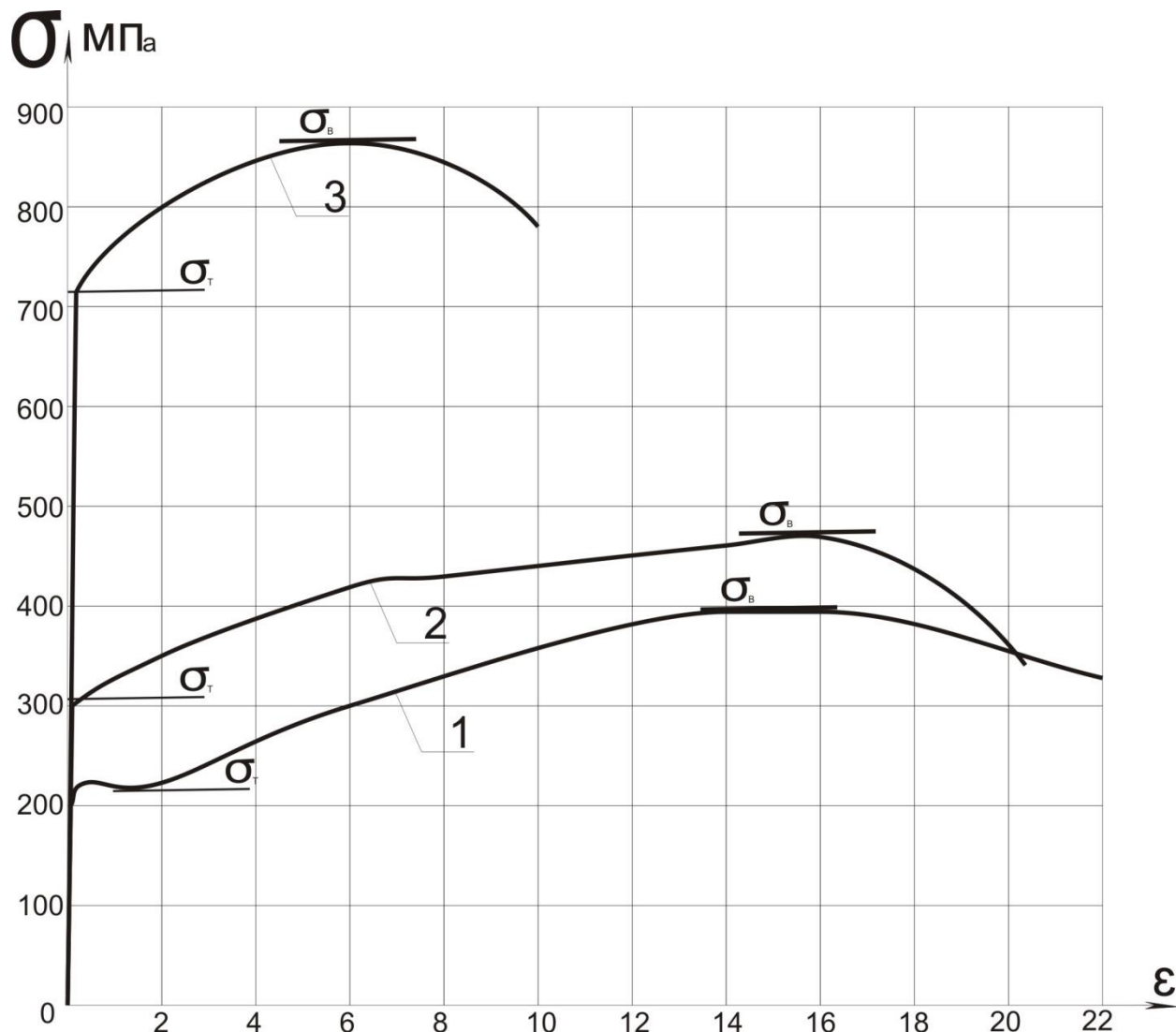
Пўлатларнинг тузилишидаги кучланишлар диаграммаси 2.1-расмда тасвирланган. Масалан, углеродли пўлат Ст3 нинг чўзилиш диаграммасини таҳлил қилиб чиқайлик.

Диаграммадан кўринадик, кучланиш маълум миқдорга етгунча кучланиш « σ » билан нисбий чўзилиш « ϵ » ўртасидаги муносабат тўғри чизик билан тасвирланади, яъни улар бир-бирига тўғри мутаносиб бўлади:

$\sigma = E \cdot \epsilon$. Кучланиш маълум миқдорга « σ_H » етгандан сўнг мутаносиблик бузилади. Биринчи босқичда кучланишга мутаносиб эластик деформациялар содир бўлади, шу сабабли бу босқич пўлатнинг эластик ишлаш босқичи дейилади. « $\sigma_{ок}$ » - оқувчанлик чегараси дейилади. Бу нуқтага етиш олдида эгри чизикнинг ҳолати кескин ўзгаради ва кейин абсцисса ўқига деярли параллел бўлади. Бу босқичда юк таъсирида деформациянинг эластик қисми қайтиб, бошқа қисми сақланиб қолади. У қолдиқ деформация дейилади.

Оқиш чегарасидан кейин материалнинг қаршилиқ кўрсатиш қобилияти кучая бошлайди, яъни материал мустаҳкамланади. Бу мустаҳкамлиги ва биқирлиги юқорироқ бўлган перлит заррачаларининг ишга тушганлигидан далолат беради. Пўлатнинг бу иш босқичи ўз-ўзидан мустаҳкамланиш босқичи дейилади.

Юкнинг миқдори ортиши билан кучланиш муваққат қаршиликка « σ_B » яқинлашган сари материалнинг энг заиф жойида чўзилиш деформациялари кучайиб, «бўйин» ҳосил қилади. Кучланиш қиймати муваққат қаршиликка тенглашгандан сўнг (мустаҳкамлик чегараси) «бўйин» ингичкалашиб бораверади ва намуна тезда узилади.



Расм 2.1 Пўлатнинг чўзилиш диаграммаси

1. Кам углеродли пўлат. 2. Легирланган пўлат. 3. Мустаҳкамлиги оширилган пўлат.

$E=21000 \text{ кН/см}^2$ – эластиклик (қайишқоқлик) модули,

$R_{yn}=\sigma_{ок}$ – пўлатнинг оқувчанлик бўйича нормал қаршилиги,

$R_{ин}=\sigma_B$ – пўлатнинг муваққат қаршилиги бўйича нормал қаршилиги,

$R_y=R_{yn}/\gamma_m$ – пўлатнинг оқувчанлиги бўйича ҳисобий қаршилиги,

γ_m – материалнинг ишонччилик коэффициенти кучланиш таъсирида пўлатнинг механик хусусиятлари ўзгарувчанлигини ҳисобга олади:

$\gamma_m=1,025 \dots 1,15$ бўлади.

$R_u=R_{ин}/\gamma_m$ – пўлатни муваққат қаршилиги бўйича ҳисобий қаршилиги.

Пўлат прокат ва кувурлар материали бўйича ишончлилик коэффицентлари.

2.1-жадвал.

Назорат усулини белгиловчи стандарт (пўлат маркаси, оқувчанлик чегараси қиймати)	γ_m
ГОСТ 27772, ГОСТ 535, ГОСТ 10705, ГОСТ 10706, ГОСТ 19281 [оқувчанлик чегараси 380МПа гача (39 кгс/мм^2)], ТУ 14-227-237, ТУ 14-1-4431, ТУ 14-3-1128, ТУ 14-104-133	1,05
ГОСТ 19281 [оқувчанлик чегараси 380МПа дан юқори (39 кгс/мм^2)], ГОСТ 8731, ТУ 14-3-567	1,10

Назорат саволлари.

- 1) Мустаҳкамлиги бўйича пўлат материали неча гуруҳга бўлинади?
- 2) Пўлат таркибида углерод миқдори 0,22% ошиб кетса қайси хусусиятларга таъсир кўрсатади?
- 3) Қандай юқори мустаҳкамли пўлат яратилади?
- 4) Нега пўлат таркибида фосфор, олтингугурт, азот, кислород, водород миқдори чегараланган?
- 5) Пўлатнинг оқувчанлиги бўйича нормал қаршилиги қайси ҳарф билан белгиланади?
- 6) Материалнинг ишончлилик коэффиценти нимани кўрсатади?
- 7) Нега мис миқдори 0,7% гача пўлатларда чегараланган?

3 – боб. МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАР ҲИСОБИНИНГ АСОСЛАРИ

3.1. Металл конструкцияларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

Қурилиш конструкцияларни ҳисоблашдан мақсад кам миқдорда материал сарфлаб ташқи таъсир этаётган жами юкларга етарли даражада кўтариш қобилиятига эга бўлган, конструкцияларни яратишдир. Металл конструкцияларни асосан чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблашади.

Чегаравий ҳолатлар деганда конструкцияларнинг ишлатилиш жараёнида олдиндан белгиланган талабларга жавоб бермай қолиши тушунилади. Биринчи гуруҳ чегара ҳолатлар конструкцияни юк кўтариш қобилиятини йўқотиш билан боғлиқ бўлиб ва уларга қуйидагилар киради: шакл умумий устиворлигининг йўқолиши, вазият устиворлигининг йўқолиши, қурилма металлининг толиқиши, ёки бошқа бирор характердаги бузилиш, юкларнинг ва ташқи муҳитнинг биргаликдаги ноқулай таъсири натижасида бузилиш, қурилмалардан фойдаланишни тўхтатишга олиб келадиган резонанс тебранишлар, металл материалнинг оқувчанлиги, бирикмалардаги силжишлар, ўз-ўзидан чўзилувчанлик ёки дарзларнинг ҳаддан ташқари очилиши натижасида конструкциялардан фойдаланиш мумкин бўлмаган ҳолатлар.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатларга конструкциядан нормал фойдаланиш қийинлашиб қолганлиги билан боғлиқ бўлиб ва уларга қуйидагилар киради: йўл қўйиб бўлмайдиган силжишлар, тебранишлар ва дарзлар пайдо бўлиши

натижасида ишлаш муддатининг камайишига олиб келадиган ҳолатлар киради. Конструкцияларни чегаравий ҳолатларга ҳисоблаш ва иншоотни куриш ёки ундан фойдаланиш даврининг барча босқичларида чегара ҳолатлардан бирортасининг ҳам вужудга келмаслигини таъминлашдан иборатдир.

Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун умумий шарт қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$N \leq S \quad (3.1)$$

N - ҳисобланаётган элементда юкларни ноқулай биргаликда таъсири натижасида ҳосил бўладиган куч,

S - ҳисобланаётган элементнинг юк кўтариш қобилияти.

Элементдаги ҳосил бўладиган кучни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N = \sum_{i=1} F_{ni} \cdot \overline{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \quad (3.2)$$

бу ерда

$\overline{N}_i$ - куч $F_{ni}=1$ га тенг бўлгандаги элементда ҳосил бўладиган куч;

γ_{fi} – юк бўйича ишончлилик коэффициент;

γ_n – бино вазифасига кўра ишончлилик коэффициенти;

ψ - юкларнинг биргаликда таъсир этишини эътиборга оладиган коэффициент.

Элементнинг юк кўтариш қобилияти унинг юзасига ва материалнинг қаршилигига боғлиқ бўлиб у қуйидагича аниқланади:

$$S = A_n \cdot R_{yn} / \gamma_m \cdot \gamma_c = A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (3.3)$$

Бу ерда: A_n – элемент кўндаланг кесимининг нетто юзаси;

R_y – элемент материалининг оқувчанлиги бўйича ҳисобий қаршилиги;

γ_c – ишлаш шароитини эътиборга олувчи коэффициент.

Шундай қилиб биринчи гуруҳ чегаравий ҳолати бўйича ҳисоблаш тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \leq A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (3.4)$$

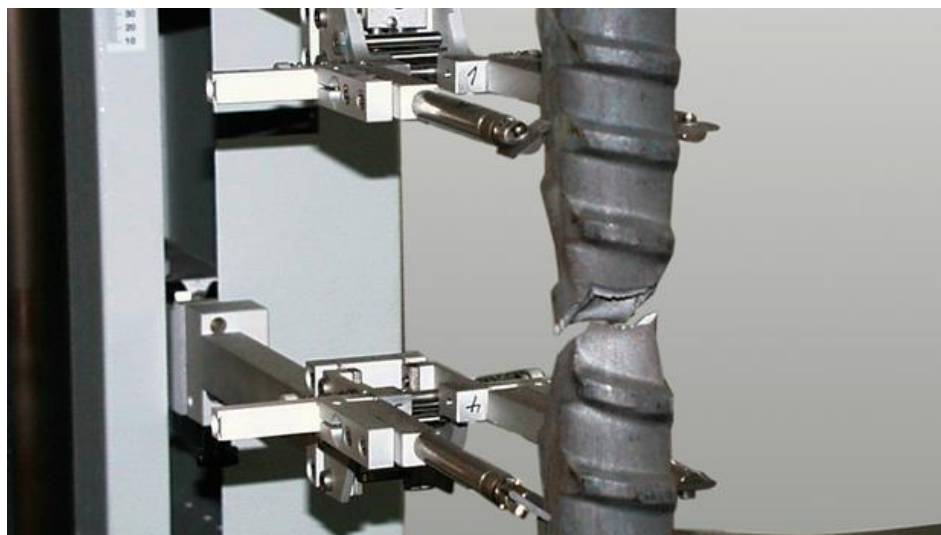
Чегаравий ҳолатни иккинчи гуруҳ бўйича ҳисобий ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \overline{\delta}_2 \cdot \psi \leq \delta_2 \quad (3.5)$$

бу ерда:

$\overline{\delta}_2$ - бирлик юк таъсирида элементдаги ҳосил бўладиган эластик силжиши;

δ_2 - норма бўйича ўрнатилган конструкциянинг чегаравий силжиши.



Назорат саволлари.

- 1) Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар конструкцияларни қайси ҳолати билан боғлиқ ва нималар киради?
- 2) Конструкцияларни қайси ҳолатлари иккинчи гуруҳ чегара ҳолатларга киради?
- 3) Қайси юклар конструкцияга доимий таъсир этади?
- 4) Вақтинча узоқ муддатда таъсир этадиган юклар қайси юклар бўлиши мумкин?
- 5) Вақтинча қисқа муддатда таъсир этадиган юклар қайси юклар бўлиши мумкин?
- 6) Юкларнинг биргаликда таъсир этишлиги қандай бўлади?

3.3. Конструкция элементларини ҳисоблаш

3.3.1. Эгилишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш

Эгилишга ишлайдиган элементларнинг биринчи гуруҳига тааллуқли чегаравий ҳолат деганда уларнинг юк кўтарувчанликни йўқотиш деб тушунилади. Бунда элементда қовушоқ бузилиши, устиворлик йўқолиши ҳамда ҳаддан зиёд пластик деформация содир бўлишлиги тушунилади.

Шунинг учун эгилишга ишлайдиган элементлар қуйидаги шартларни қаноатлантириши зарур:

$$\sigma = \frac{M}{W_{x\min}} \leq R_y \gamma_c \quad \tau = \frac{QS_x}{I_x t_\omega} \leq R_s \gamma_c \quad (3.6)$$

бу ерда: «М» ва «Q» - ҳисобий юклардан ҳосил бўлаётган энг катта эгувчи момент ва кесиб ўтувчи куч,

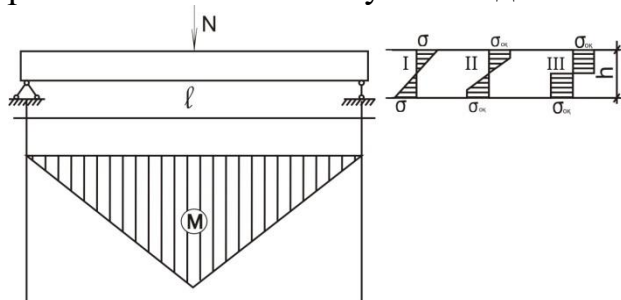
$W_{x\min}$ - кесимнинг энг кичик бўлган қаршилиқ momenti,

S_x - кесимнинг статик momenti,

t_ω - тўсин деворчасининг қалинлиги,

R_s - пўлатнинг қирқилишга бўлган ҳисобий қаршилиги.

Шу шарт бажарилса пўлат материали эластик ҳолатда ишлаши таъминланади ва атом аро боғланиш тизими бузилмайди.



Расм 3. Тўсиннинг ишлаш ҳолатлари; 1- Эластик ҳолатда ишлаши, 2 - Эластик ва пластик ҳолатда ишлаши, 3 - Пластик ҳолатда ишлаши. Агар элемент иккала бош текисликлар бўйича эгилса:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_{xp}} \cdot Y + \frac{M_y}{I_{yp}} \cdot X \leq R_y \gamma_c \quad (3.7)$$

бу ерда: X ва Y - ҳисобланаётган нуктани координаталари,

I_x ва I_y - x ва y ўқларга нисбатан кесим юзани инерция моментлари.

Юклар ортиши билан тўсин кесимининг четки толаларидаги кучланиш оқувчанлик чегарасига етади. Юкланишнинг янада оширилиши толалардаги кучланишга таъсир кўрсатмайди. Қўшимча юкни қабул қилиш учун тўсиннинг энг зўриққан толалари яқинидаги толаларда ҳам кучланишлар аста-секин $\sigma_{ок}$ га тенглаша боради ва пировардида қўндаланг кесимнинг кучланишлар эпюраси тўғри тўртбурчак шаклга келади. Бу ҳолат энг катта эгувчи момент қийматига мос келиб, пластик шарнири деб аталади. Гоҳида эгилишга ишлаётган элементларни материали эластик ва пластик ҳолатда ишлашлиги бўйича ҳисоблаш рухсат этилади. Бошқа сўз билан айтганда биринчи ва иккинчи

чегаравий ҳолатлар шартларига жавоб бериш шarti билан эгувчи элементларда пластик деформациянинг ривожланишига руҳсат этилади:

$$\sigma = \frac{M}{C_1 W_n} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (3.8)$$

Иккинчи чегаравий ҳолат бўйича текширишдан мақсад қурилмадан мўътадил фойдаланишга имконият бермайдиган эластик деформациялар содир бўлишининг олдини олишдир. Шунинг учун меъёрий юклар таъсирида вужудга келадиган солқилик жоиз солқиликдан ошмаслиги лозим:

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (3.9)$$

3.3.2. Марказий чўзилишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш

Маълумки, пўлатларнинг пластик ҳолатга ўтиши $\sigma = \varepsilon$ диаграммада оқувчанлик чегарасидан бошланади. Баъзан конструкциянинг фақат эластик ҳолатида эмас, балки оқувчанлик ҳолатига ҳам ўтиб ишлашига руҳсат этилади ва ҳисоблашда бу омил эътиборга олинади.

Пластик деформацияларни чеклаш мақсадида, чўзилишга ишлайдиган элементлар материалнинг эластик ишлаш чегараси бўйича мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (3.10)$$

бу ерда: N - ҳисобий куч;

A_n – элементнинг кўндаланг кесим нетто юзаси;

R_y – элемент материалининг оқувчанлик бўйича ҳисобий қаршилиги;

γ_c – ишлаш шароитини эътиборга олувчи коэффицент.

Бу формула асосида чўзилишга ишлаётган элементлар ҳисобланса материал эластик ҳолатда ишлаши таъминланади ва атом аро боғланишда ўзгариш бўлмайди.

3.3.3. Марказий сиқилган элементларни ҳисоблаш

Марказий сиқилган элементлар биринчи гуруҳ чегара вазиятлари бўйича мустаҳкамликка ва устиворликка ҳисобланади.

Марказий сиқилишга ишлаётган калта стерженларда пўлат ўзини марказий чўзилишда ишлагандагидек тутати. Шунинг учун калта стерженлар қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (3.11)$$

Марказий сиқилишга ишлайдиган эгилувчан ва кўндаланг кесим ўлчамларининг узунликка нисбатан $\frac{b}{l} \leq \frac{1}{6}$ бўлган стерженларнинг устиворлиги қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (3.12)$$

бу ерда, φ - бўйлама эгилишни эътиборга олувчи коэффициент, унинг қийматларини:

агар шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$ бўлган ҳолда

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} \quad (3.13)$$

$2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$ бўлган ҳолда

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 \quad (3.14)$$

$\bar{\lambda} > 4,5$ бўлган ҳолда

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})} \quad (3.15)$$

формулалар бўйича аниқлаш керак.

Марказий сиқилишга ишлаётган эгилувчан элементларда ҳосил бўладиган критик кучланиш

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{A_{\sigma p}} \leq R_y \gamma_c \quad (3.16)$$

$N_{кр}$ қалтис куч, агар сиқилишга ишлаётган элемент шарнирлар билан бириктирилган бўлса, унда қалтис кучни қийматини аниқлаш учун Л. Эйлер формуласидан фойдаланилади:

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (3.17)$$

Келтирилган ифодалардан фойдаланиб марказий сиқилишга ишлайдиган элементлар учун энг катта бўлган эгилувчанлигини аниқлаш мумкин

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{A_{\sigma p}} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l_{ef}^2 A_{\sigma p}} = \frac{\pi^2 E i_{\min}^2}{l_{ef}^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ef}}{i_{\min}} \right)^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}; \quad (3.18)$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{\min}}; \quad i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}; \quad (3.19)$$

Бу формуладан энг катта эгилувчанлик аниқланади:

$$\lambda_{\max} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{кр}}} = 98 + 78; \quad (3.20)$$

Лекин ҚМҚларда марказий сиқилишга ишлаётган эгилувчан, стерженлар учун энг катта эгилувчанлик 120га тенг қилиб қабул қилинган.

Назорат саволлари.

- 1) Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар конструкцияларни қайси ҳолати билан боғлиқ ва нималар киради?

- 2) Конструкцияларни қайси ҳолатлари иккинчи гуруҳ чегара ҳолатларга киради?
- 3) Қайси юклар конструкцияга доимий таъсир этади?
- 4) Вақтинча қисқа муддатда таъсир этадиган юклар қайси юклар бўлиши мумкин?
- 5) Чўзилишга ишлайдиган элементлар қайси формула билан ҳисобланади?
- 6) Сиқилишга ишлаётган элементлар қайси формула билан ҳисобланади?
- 7) Эгилишга ишлайдиган элементлар қайси формула билан ҳисобланади?

4 – боб. СОРТАМЕНТ ПРОФИЛЛАРИНИНГ АСОСИЙ ТАФСИФНОМАСИ.

4.1. Пўлат сортаменти (навлари)

Металл конструкциялар турли хил шаклли профиллардан ташкил топади. Шакли ва геометрик ўлчамларига кўра фарқланувчи прокат, қувур ва бошқа металл буюмлар ҳақидаги маълумотлар мажмуаси (жадвали) сортамент деб аталади. Сортаментда профилларнинг кўндаланг кесим юзаси, ўлчамлари, геометрик тавсифномалари (A,W,S,I,i) ва бир метрли оғирлиги кўрсатилади.

Металл конструкцияларда қўлланиладиган ёйма пўлат икки гуруҳга бўлинади: 1. юпқа ёки қалин варақсимон пўлат;

2. профили пўлат – бурчаклик, швеллер, тавр, қўштавр ва ҳ.к.

Варақсимон пўлат қуйидагича турларда мавжуд бўлади:

1. қалин варақсимон пўлат (ТУ 14-1-4431-88). Бу турдаги пўлат 4÷160мм қалинликда ёйилади, кенглиги 600÷3600 мм, узунлиги 2000мм дан 12000мм гача қилиб ишлаб чиқарилади;
2. кенг тасмасимон универсал пўлат ГОСТ 19903–74. ГОСТ 27772–88. (ТУ 14-1-3023-80). Бундай универсал пўлат варақларининг қалинлиги 6÷60 мм, эни 200÷1050 мм, ва узунлиги 5000÷12000 мм қилиб чиқарилади;
3. юпқа варақли пўлат (ТУ 14-1-4431-88). Бу хилдаги пўлат варақлари 0,2÷3,9 мм қалинликда, 1200÷5000 мм узунликда ва 600÷2000 мм кенгликда ишлаб чиқарилади.



Пўлат сортаменти (навлари)

4.2. Профилли пўлат

Б у р ч а к л и к л а р – тенг ёнли 75x75x6 – В ГОСТ 8509 – 86.

(ГОСТ 535-88, 27772-88) ва ёнлари тенг бўлмаган, ГОСТ 8510 – 86, яъни тенгсиз ёнли турларга бўлинади. Бурчакликлар куйидагича белгиланади: L50x5 ёки L75x50x5. Биринчи ҳолда ёнларининг эни 50мм, қалинлиги 5мм бўлган тенг ёнли бурчаклик, иккинчи ҳолда эса ёнларининг эни 75 ва 50мм, қалинлиги 5мм бўлган тенгсиз ёнли бурчаклик ифодаланган. Бурчакликлар сортаменти жуда кенг бўлиб, энг кичик профил L20x3 ва энг каттаси эса L250x30 дан иборатдир.

Қ ў ш т а в р л а р – 20 ГОСТ 8239 – 72. (ГОСТ 535 – 88) асосан эгилишга ишловчи тўсинлар сифатида қўлланилади. Сортаментга кўра қўштаврларнинг 10 дан 60 гача номерлари мавжуд. Қўштаврнинг номери унинг сантиметрда ифодаланган баландлигига мос келади. Қўштаврларнинг узунлиги 13м гача бўлиб, асосан 6; 9 ва 12м ли қилиб тайёрланади.

ТУ 14-1-3023-80га мувофиқ, кенг токчали қўштаврлар ҳам ишлаб чиқарилади. Улар уч хил бўлади: тўсинлар учун «Б» маркали, енгил ва оғир устунлар учун «К» маркали ва универсал «Ш» маркали. Кенг токчали тўсинбоп профилларнинг баландлиги 1000мм гача бўлади.

Ш в е л л е р л а р – 18 ГОСТ 8240 – 72. (ГОСТ 535-88). Швеллерларнинг ўлчамлари ҳам уларнинг номерлари орқали ифодаланади. Сортамент 5№ дан 40№ гача бўлган швеллерларни ўз ичига олади.

Э г м а профиллар қалинлиги 2÷16 мм гача ишлаб чиқарилади.

Назорат саволлари.

- 1) Қурилишда ишлатадиган пўлатлар неча гуруҳга бўлинади?
- 2) Вараксимон пўлатни асосий ўлчамлари қандай бўлиши мумкин?
- 3) Профилли пўлатни кесим юзаларини шакллари?

5 – 606. МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Металл конструкциялар алоҳида элементларни ўзаро бириктириш натижасида ясалади. Ҳозирги вақтда металл конструкцияларнинг элементлари икки хил усулда бириктирилади: қиздириб чеккаларини эритиб пайвандлаш усуллари билан ёки совуқ ҳолатда пармалаб тешиб болтлар ёки парчин михлар ёрдамида.

5.1. Пайвандлаш усуллари ҳақида қисқача маълумот

Пайвандлаш йўли билан турли хил профиллардан фойдаланган ҳолда хилма-хил конструкцияларни яратиш мумкин. Пайвандлаш усуллари, асосан икки гуруҳга бўлиш мумкин: бириктириладиган деталларни эритиб пайвандлаш ва қиздириб босим билан пайвандлаш.

Металларни пайвандлаш учун иссиқлик қувватининг манбаи сифатида электр ёйи ёки газ алангасидан фойдаланилади. Ишлаб чиқариш технологиясига кўра пайвандлашнинг қуйидаги хиллари мавжуд: қўлда пайвандлаш, ярим автоматик ва автоматик усулларда пайвандлаш.

Металлни электр ёйи ёрдамида пайвандлаш XIX асрнинг охирида рус муҳандислар Н.Н.Бенардос ва Н.Г.Славянов томонидан кашф этилиб, бутун дунёга кенг тарқалди. Электр ёйи ёрдамида пайвандлаш қуйидагича амалга оширилади. Бириктириладиган қисмларнинг учларига электрод яқинлаштирилганда электр ёйи мавжуд бўлиб, ундан катта миқдордаги иссиқлик ажралиб чиқади ва бу иссиқлик электродни эритиб унинг қисмга кўчиб ўтишига кўмаклашади. Қисмнинг электродга яқинлашган жойи ҳам суюқланиб қайнай бошлайди. Натижада, қисмлар орасидаги бўшлиқ электрод металли билан тўлади ва қисмлар яхлит элементга айланади.

Пайвандлаш пайтида чок металига ҳаводан зарарли газ моддалари аралашмаслиги учун электроднинг сирти махсус ҳимояловчи модда билан қопланган бўлади. Электрод суюқланганда мазкур моддадан кўп миқдорда газ ажралиб чиқиб, чок атрофидаги ҳавонинг металлга аралашishiга тўсқинлик қилади. Бундай тадбир кўрилмаса, ҳаво таркибидаги кислород ва азот суюқ металлга кўшилиб, чокнинг сифатини пасайтириб юборади. Қурилишда айниқса монтаж ишларни бажаришда ўз универсаллиги ва ноқулай бўлган жойларда ҳам пайвандлаш ишларни бажариш имконияти борлиги учун дастаки усул билан пайвандлаш жуда кенг тарқалган.

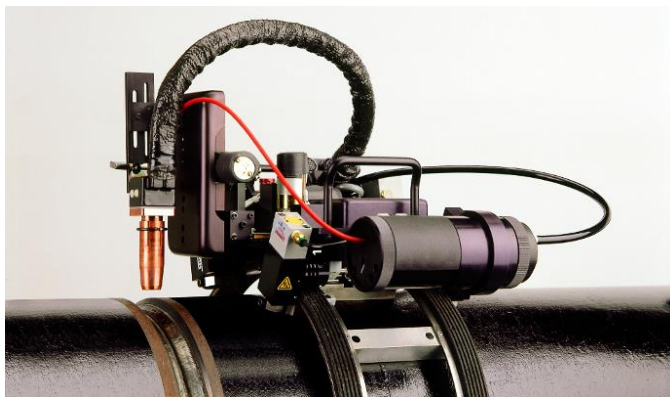
К а м ч и л и г и – асосий пўлатни эриш қалинлиги камлиги ва унумдорликнинг пастлиги, сабаби токнинг кучи камлигида.

Электр ёйи ёрдамида автоматик тарзда пайвандлаш

Бу усулда электр ёйини бошқариш электрод ва флюсни етказиб бериш ва пайвандловчи аравагани чок бўйлаб ҳаракатга келтириш автоматик равишда амалга оширилади. Электр ёйи пайвандланаётган буюм билан электрод сим орасида ҳосил бўлади. Ажралиб чиққан иссиқлик таъсири натижасида флюс қатлами остида суюқ металл ваннаси ҳосил бўлади. Бунда ёй, флюс қатлами

остида ёнади, демак пайвандлаш жараёни ҳавосиз муҳитда олиб борилади. Бундай пайвандлашда юқори сифатли текис сиртга эга бўлган кумуш рангли пайванд чок ҳосил бўлади; пўлат эритмаси жуда тоза ва сифатли чиқади. Ишлатиладиган катта кучли ток (600-1200 А) ва эритилган пўлатнинг иссиқлигини сақлаш имконияти борлиги сабабли элементлар бирикмаси жуда чуқур, мустаҳкам ва унумдор бўлади.

К а м ч и л и г и – тик ва шифт ҳолатда ҳамда ноқулай бўлган жойда бу усул билан пайвандлашни бажариш имконияти йўқлиги.



Электрошлак усули билан пайвандлаш

Бу усул айниқса тик бўлган туташиш чокларини пайвандлаш бажаришда автомат механизмлар ёрдамида бажарилади. Электрошлак усули, пайвандланадиган элементларнинг қалинлиги 20мм дан ортиқ бўлганда қўлланилади. Элементларнинг бир бирига бириктирилиши тоза сим орқали ва эритилган шлак остида ўтади. Шу усул билан бажариладиган чоклар жуда сифатли, тоза ва мустаҳкам бўлиб чиқади.



Ҳимояловчи газлар муҳитида пайвандлаш

Пайвандлашнинг бу усули суюқланувчи электрод ёрдамида ярим автоматик тарзда бажарилади, пайвандловчи каллакка қайишқоқ шланг орқали электрод ва карбонат ангидриди газни узатилади. Карбонат ангидриди газни ёйнинг ёниш доирасидан ҳавони сиқиб чиқариб, суюқланган метални кислород ва азот таъсиридан ҳимоя қилади.

Чоклар сифатли чиқади фақат ташқи кўриниши нотекис бўлади. Автоматик усул билан бажаришга қараганда, унумдорлиги 15-20% гача юқорироқ. Бу усул билан пайвандлашнинг камчиликлари: пўлатдаги углерод кўпайишининг ҳавфи бор, каллакни совитиш учун сув бўлиши шарти, ишчиларни ҳам ёйни ҳам газни таъсиридан асраш кераклиги.

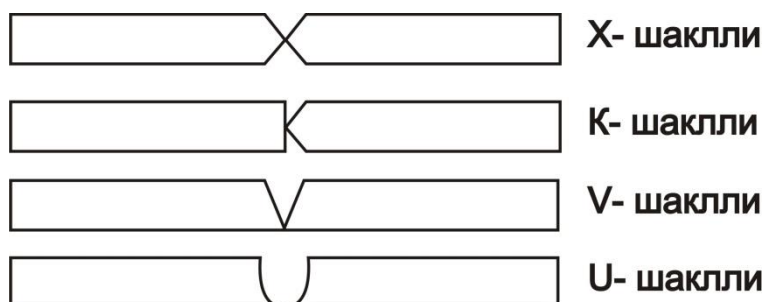
Газ алангасида пайвандлаш

Пайвандлашнинг ушбу усулида бириктириладиган элементлар ёнувчи газлар (ацетилен, табиий газ, керосин ва бензин буғлари) ёрдамида қиздирилиб уларнинг пайвандланадиган жойи суюқлангандан кейин, ёнаётган алангага металл сим киритилади. Бу сим асосий элементларни қирраларидаги метали билан бирга суюқланиб, бир бутун яхлит бирикма ҳосил қилади.

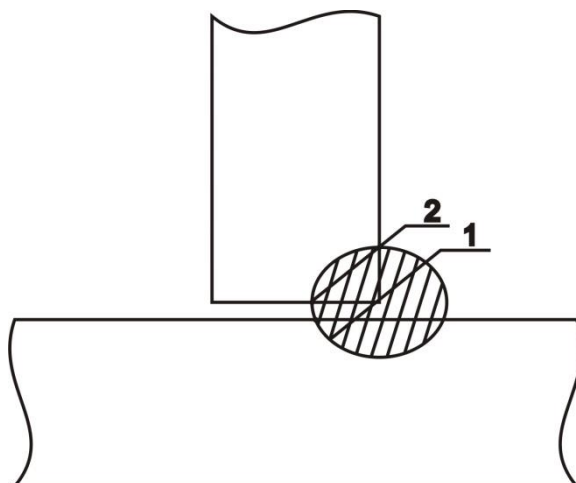


5.1.1. Пайванд бирикмаларнинг турлари

Пайванд бирикмаларда элементлар учма-уч ва устма-уст уланган бўлади. Баъзан бу икки хил усулдан аралаш фойдаланиш ҳам мумкин. Чокнинг тузилишига кўра учма-уч ва бурчакли бўлади. Элементларнинг пайвандланадиган қирраларига илгаридан ишлов бериш турига қараб V-шаклли, К-шаклли, Х-шаклли ва U-шаклли чоклар бўлади.



Расм 5.1 Туташ уланмаларнинг шакллари



Расм. 5.2. Бурчак чокли пайвандланган уланманинг ҳисобли кесишувлари.

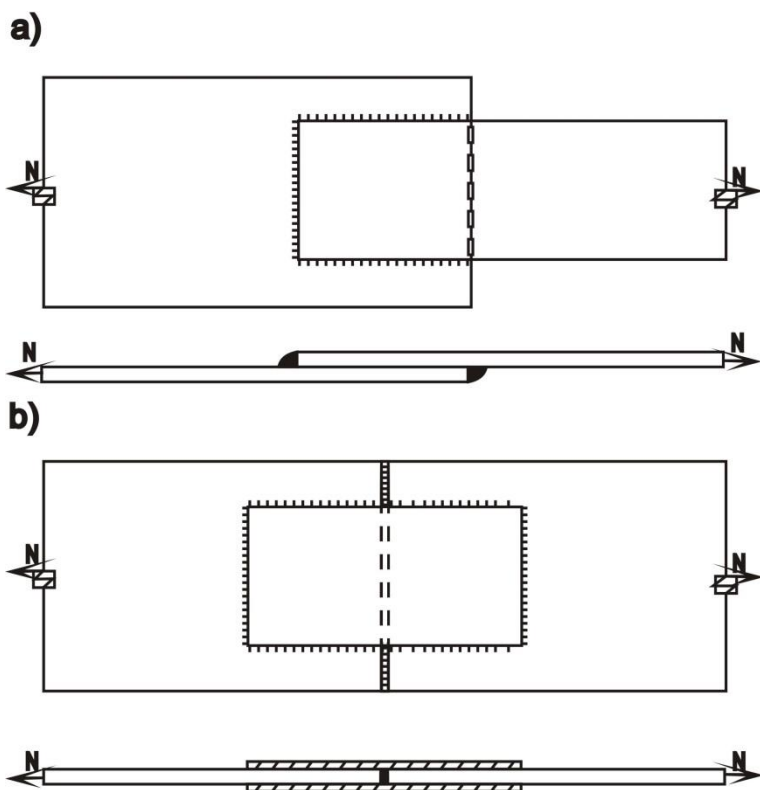
1. Чок метали бўйича кесишув; 2.Эритиш чегараси метали бўйича кесишув.

5.1.2. Пайванд бирикмаларни ҳисоблаш

Пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги бириктирилган элементларнинг материалига, чок металининг мустаҳкамлигига бирикманинг шакли ва турига, кучлар таъсирининг характериға, пайвандлаш усулиға ва пайвандчининг малакасиға боғлиқ бўлади.

Учма - уч чокни ҳисоблаш. Учма - уч пайванд чокларға бўйлама куч таъсир этганда чокнинг мустаҳкамлиги қуйидагича текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{l_{\omega} t} \leq R_{\omega} \gamma_c \quad (5.1)$$



Расм. 5.3 Устма-уст ва учма-уч пайванд чоклар

бу ерда: N – бўйлама таъсир этаётган ҳисобий куч,

t – чокнинг қалинлиги (бириктириладиган элементларнинг кичик қалинлигига тенг),

l_w – чокнинг ҳисобий узунлиги (чокнинг геометрик узунлигига тенг агар чок ташқарига чиқарилган бўлса, бўлмаса $2t$ см.га кам деб ҳисобланади),

$R_{\omega y}$ – учма-уч пайвандланган бирикмадаги чокнинг сиқилиш ва чўзилишга ҳисобий қаршилиги, чўзилишда $R_{\omega y} = R_y$ тенглик сиқилиш ва эгилишда қаршилиги $R_{\omega y} = 0.85 R_y$ олинади.

Бурчак чокли пайвандланган уланмаларни бўйлама ва кўндаланг кучлар ҳаракати вақтида икки кесишув бўйлаб (шартли) кесма бўйича ҳисоблаш керак. Бурчакли чок бириктириладиган элементлар қирраларининг бурчагида ҳосил бўлади. Ишлаш характери ва асосий куч оқимларига нисбатан фазода жойлашишига қараб бурчакли чок икки хил бўлади: ёнбош ва кўндаланг. Ёнбош чок бўйлама куч таъсирида қирқилишга ишлайди. Бунда қирқилиш сиртининг баландлиги βK_f бўлган бурчак биссектрисаси бўйича йўналган бўлади. Бурчакли чоклар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

Эритилган чокнинг кесими бўйича:

$$\sigma = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad (5.2)$$

эриш чегарасидаги металлнинг кесими бўйича

$$\sigma = \frac{N}{\beta_z k_f l_w} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (5.3)$$

бу ерда: $\beta_f \beta_z$ – пайванд усулига боғлиқ бўлган коэффициентлар: оқувчанлик чегараси 530МПа (5400 кг/см²) гача бўлса, ҚМҚ 2.03.05-97 нинг 13,1 жадвал бўйича: оқувчанлик чегараси пайвандлаш тури, чок ҳолати ва пайвандлаш сими диаметрига боғлиқ бўлмаган ҳолда 530МПа (5400 кг/см²) дан юқори бўлса $\beta_f=0,7$ ва $\beta_z=1$ бўлади

K_f – чокнинг қалинлиги, (бириктириладиган элементларнинг кичик қалинлигига тенг).

$R_{\omega f}$ – эритилган пўлат чокнинг ҳисобий қаршилиги,

$$R_{\omega f} = 0.55 R_{wun} / \gamma_m \quad (5.4)$$

γ_m – чок материали бўйича ишонччилик коэффициенти, у 1,25га тенг агар $R_{un} < 530$ МПа ва 1,35 тенг агар $R_{un} > 530$ МПа бўлса.

$R_{\omega z}$ – эриш чегарасидаги пўлатнинг ҳисобий қаршилиги,

$$R_{\omega z} = 0.45 R_{\omega un} \quad (5.5)$$

l_{ω} – чокнинг ҳисобий узунлиги, геометрик узунлигига 1см қўшилади.

$$l_w = \frac{N}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 \quad (5.6)$$

$$l_w = \frac{N}{\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 \quad (5.7)$$

Бурчак чокли пайвандланган уланмаларнинг чоклар жойлашуви текислигига перпендикуляр текисликдаги вақт ҳаракатига ҳисоблашни қуйидаги формулалар бўйича икки кесишув бўйлаб амалга ошириш керак:

Чок металли бўйича;

$$\frac{M}{W_f} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad (5.8)$$

Эритиш чегараси металли бўйича;

$$\frac{M}{W_z} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (5.9)$$

бунда; W_f – ҳисобли кесишувнинг чок металли бўйлаб қаршилик моменти;

W_z – худди шунинг ўзи эритиш чегараси металли бўйлаб кесимини қаршилик моменти.

5.1 жадвал.

Пайвандлаш симининг d (мм) диаметри вақтидаги пайвандлаш тури	Чок ҳолати	Коэффи- Циент	Чоклар катетларидаги β_f ва β_z коэффициентлари қийматлари,мм			
			3-8	9-12	14-16	18 ва ундан юқори
d=3-5 даги автоматик	Лодочкага	β_f	1,1			0,7
		β_z	1,15			1,0
	Пастрокқа	β_f	1,1	0,9		0,7
		β_z	1,15	1,05		1,0
d=1,4-2 даги автоматик ва ярим автоматик	Лодочкага	β_f	0,9		0,8	0,7
		β_z	1,05		1,0	
	Пастроқ, горизонтал, вертикал	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1,0		
d<1,4 даги қўл; яхлит кесишувли сим билан ёки кукунли сим билан ярим автоматик пайвандлаш	Лодочкага, пастроқ, горизонтал, вертикал, шифтли	β_f			0,7	
		β_z			1,0	

Эслатма. Коэффициентлар қийматлари пайвандлашнинг нормал режимларига тўғри келади.

Бурчак чокли пайвандланган уланмаларни шу чоклар жойлашуви текислигидаги ҳаракат пайтига ҳисоблашни икки кесишув бўйлаб;

Чок металли бўйича;

$$\frac{M}{I_{fx} + I_{fy}} \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \leq R_{wf} \gamma_c \quad (5.10)$$

Эритиш чегараси металли бўйича;

$$\frac{M}{I_{zx} + I_{zy}} \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (5.11)$$

Формулалари бўйича амалга ошириш керак,

бунда I_{fx} ва I_{fy} - чок метали бўйлаб унинг асосий ўқларига нисбатан инерция моментлари;

I_{zx} ва I_{zy} – худди шунинг ўзи, эритиш чегараси метали бўйлаб.

Агар пайванд (чок) бирикма бир неча хил чоклар (учма-уч, ёнбош ва кўндаланг бурчакли) дан ташкил топган бўлса, бундай бирикма аралаш пайванд бирикма деб аталади. Шартли равишда бундай чокли бирикмаларда кучланиш, қирқилиш сиртлари бўйлаб, текис тақсимланган деб қабул қилинади.

(5.3.б) расмда учма-уч пайвандланган қисмларнинг тахтакачлар ёрдамида мустақамланган аралаш бирикмаси кўрсатилган. Бундай хилдаги бирикмаларни ҳисоблашда тахтакачлар ва учма-уч чокларнинг кўндаланг кесим юзасида кучланиш бир хил деб қабул қилинади.

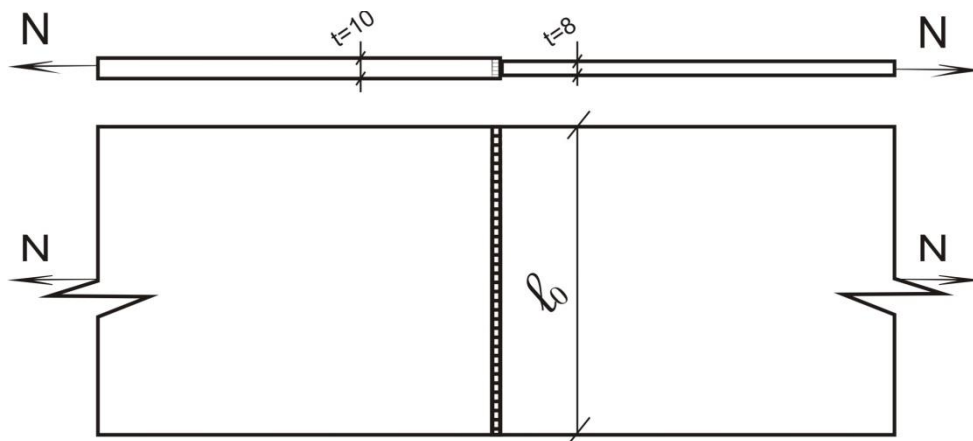
5.1.1. Масала. Чўзилишга ишлаётган учма-уч бириктирилган пайванд чокни ҳисобий узунлигини аниқланг

Тасмасимон универсал пўлатни қалинлиги $t_1=10\text{мм}$ ва $t_2=8\text{мм}$, чўзаётган ҳисобий куч 560 кН га тенг. Пўлат маркаси Ст 3пс 5.

Ечим: Пайванд чокни ҳисобий узунлиги қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$l_w = \frac{N}{t \cdot R_{wy}} + 2 \cdot t = \frac{560000\text{ Н}}{0,008\text{ м} \cdot 230 \cdot 10^6\text{ Па}} + 2 \cdot 0,008 = 0,32\text{ м} = 32\text{ см}$$

Демак, эни 340мм ли универсал тасмасимон пўлатни бирикмага ишлатишимиз керак.



Расм 5.4. Учма-уч бириктирилган пайванд чок.

5.1.2. Масала. Чўзилишга ишлаётган бурчак чок билан пайвандланган уланмани ҳисобланг.

L 80x7 иккита бурчакли, қалинлиги $t=10\text{мм}$ ли фасонкага бириктирилган бўлса, чўзаётган ҳисобий куч 500 кН га тенг. Пўлат маркаси Ст 3пс 5.

Ечим: Бурчакли чок иккита кесим бўйича ҳисобланади: Эритилган пўлат чоки кесими бўйича ва эриш чегарасидаги металлнинг кесими бўйича. Опушкада чокни узунлигини қуйидаги формулалар билан аниқлаймиз.

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 500000 H(100)}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 162,8 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 22,9 \text{ см}$$

R_{wf} – эритилган пўлат чокнинг ҳисобий қаршилигини аниқлаймиз.

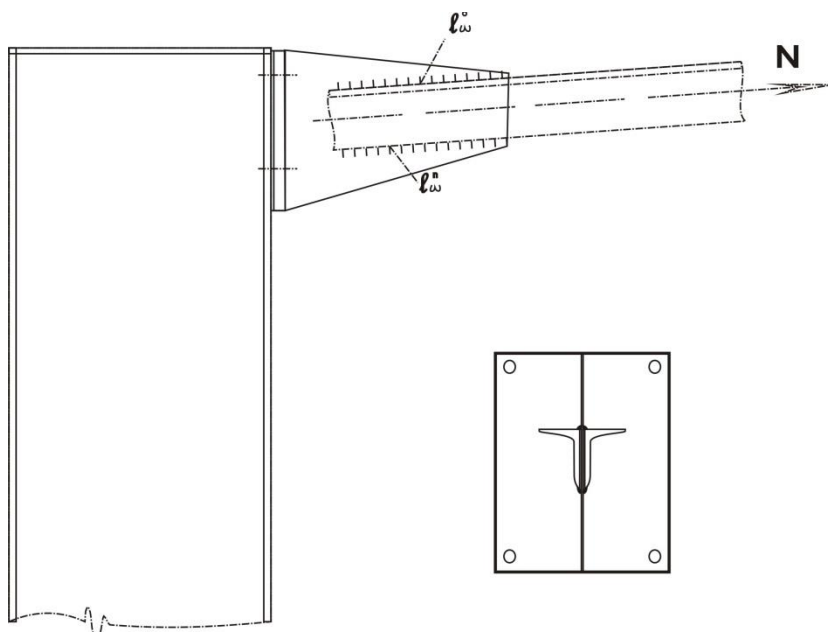
$$R_{wf} = 0,55 R_{wun} / \gamma_m = 0,55 \frac{370}{1,25} = 162,8 \text{ МПа}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 500000 (100)}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 16 \text{ см}$$

R_{wz} – эриш чегарасидаги металлнинг ҳисобий қаршилиги.

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{wun} = 0,45 \cdot 37 \text{ кН/см}^2 = 16,65 \text{ кН/см}^2$$

Демак, опушка чокнинг узунлиги 22,9 см га тенг.



Расм 5.5. Бурчакли чок, фермани тепа тоқчасини устунга бириктирилиши

Перо чокни узунлигини аниқлаймиз.

$$l_w^n = \frac{(1-\alpha)N}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 500000 \cdot (100)}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 162,8 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 10,4 \text{ см}$$

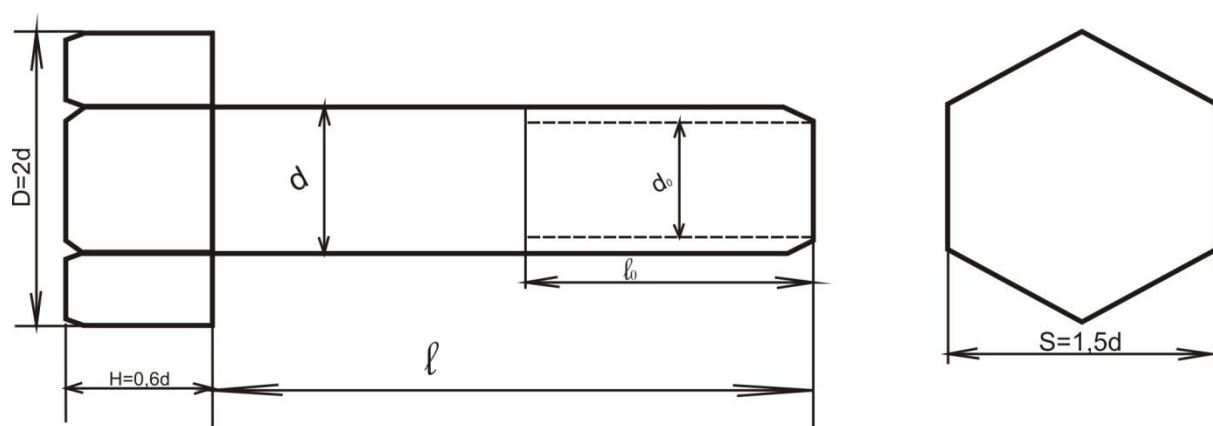
$$l_w^n = \frac{(1-\alpha)N}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 500000 \cdot (100)}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 7,4 \text{ см}$$

Демак, перо чокнинг узунлиги 10,4 см га тенг.

5.2. Болтли ва парчин михли бирикмалар

Болтлар пўлат конструкцияларнинг монтаж бирикмаларида ишлатилади. Болтлар аниқлиги нормал, аниқлиги оширилган, шунингдек ўта мустаҳкамлиги хилларга бўлинади. Аниқлиги нормал болтлар учун тешикларнинг диаметри

болтларнинг диаметрига қараганда 2-3мм ортиқ, аниқлиги оширилган болтлар учун эса болтларнинг диаметрига тенг қилиб пармалаб тешилади.



Расм 5.6. Болт

Болтлар узунликлари 40...200мм ва диаметрлари 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 36, 42, 48мм ли қилиб тайёрланади. Резьбали қисмининг узунлиги l_0 қуйидагича танланади: диаметри 10+14мм бўлган болтлар учун $l_0 = 20+25$ мм, диаметри 16+20мм ли болтлар учун $l_0 = 28+30$ мм, диаметри 22+30мм бўлган болтлар учун $l_0 = 35+50$ мм.

Нормал болтлар углеродли пўлатдан тайёрланади. Ишлаб чиқариш технологиясига қараб мустаҳкамлиги бўйича бир неча синфга бўлинади: 4,6 дан 8,8 гача. Болт мустаҳкамлиги иккита сон билан белгиланади. Биринчи сонни иккинчисига кўпайтирсак, материалнинг оқиш чегарасидаги нормал қаршилигини аниқлаймиз:

$$\sigma_T = R_{yn} \text{ кг / мм}^2$$

Биринчи сонни 10-га кўпайтирганда, пўлатнинг вақтинча бўладиган қаршилигини топамиз

$$\sigma_B = R_{un} \text{ кг / мм}^2$$

Нормал болтларнинг диаметри кичикроқ бўлгани учун, элементлар бирикмаси тез ва онсон бажарилади, лекин бирикма юмшоқ (податливый-кўчувчан) ва деформация ҳосил бўлиш имконияти бор. Шу туфайли ҳамма болтлар бир хилда ишламайди.

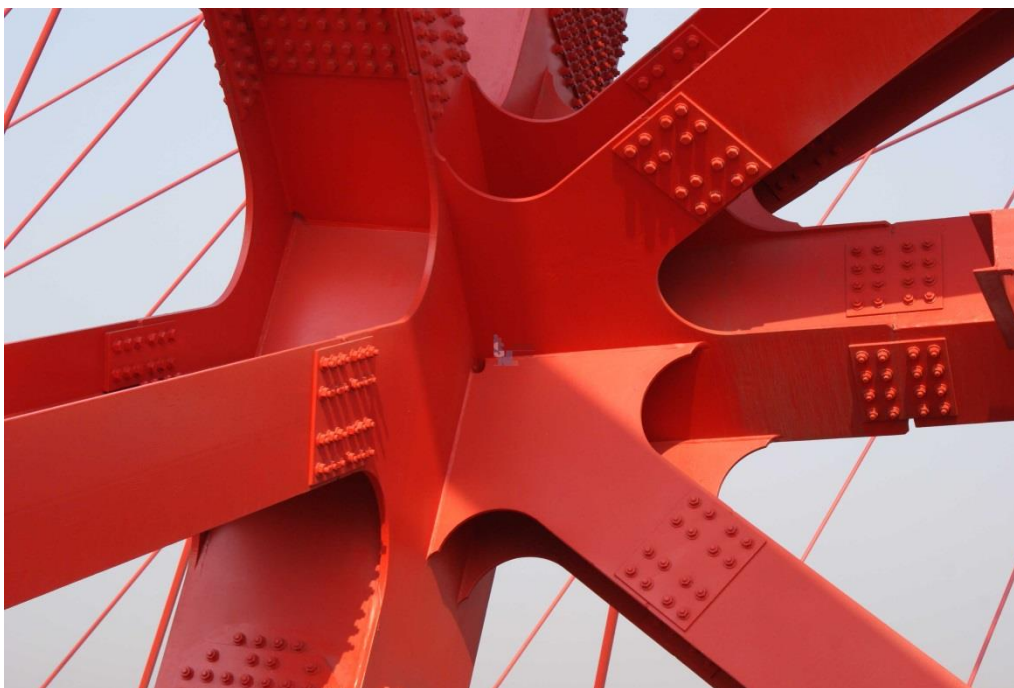
Аниқлиги оширилган болтлар билан бўлган бирикмалар жуда сифатли, мустаҳкам ва деформациясиз бўлади. Лекин уларни тайёрлаш ва бириктириш учун кўп вақт сарфланади ва қийин амалга ошади.

Ўта мустаҳкам болтлар юқори ҳарорат билан ишлов берилган (40 Х, 40 ХФА ва 38 ХС) пўлатлардан тайёрланади. Ўта мустаҳкам болтли бирикмалар туташтириладиган қисмларни ушбу болтлар билан тортиб бир бирига нисбатан катта куч билан сиқиш натижасида сиқиладиган сиртларда юзага келувчи ишқаланиш кучи туфайли ишлайди. Ишқаланиш кучини ошириш учун бириктириладиган қисмларнинг туташиладиган сиртлари мой, занг ва бошқа ифлослардан тозаланади.

Болтларнинг тортилиш кучини белгилаш мақсадида улар махсус калитлар билан маҳкамланади. Ўта мустаҳкам болтлар турли кучлар таъсирига бардош берадиган, ишончли, силжимайдиган бирикма бўлишини таъминлайди.



Расм 5.6.а. Болтли бирикмалар



Расм 5.6.6. Парчин михли бирикмалар

5.2.1. Болтли бирикмаларни ҳисоблаш

Болтлар қирқилиш, эзилиш ва чўзилишга ишлаши мумкин. Шу сабабдан, болтли бирикма учта кучланганлик ҳолати учун айрим-айрим текшириб кўрилади. Бу текширишдан асосий мақсад – бирикмадаги таъсир этаётган ҳисобий кучни қабул қилиш қобилятига эга бўлган болтлар сонини аниқлашдир. Таъсир этаётган ташқи куч болтларга тенг таъсир этмоқда деб фараз қилиб ҳисобланади. Битта болт қабул қилиши мумкин бўлган ҳисобий кучни (N_b) қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

Болт қирқилишга ишлаётган бўлса,

$$N_{BS} = R_{BS} \cdot \gamma_B \cdot A \cdot n_s \quad (5.12)$$

пакет материаллари эзилишга ишлаётганда

$$N_{BP} = R_{BP} \gamma_B d \sum t \quad (5.13)$$

чўзилишда эса $N_{Bt} = R_{Be} A_{Bn}$

бу ерда: R_{BS}, R_{BP}, R_{Bt} – болтли бирикмаларнинг ҳисобий қаршиликлари;

d – болтнинг диаметри;

$A = \pi \cdot d^2 / 4$ – болтнинг кесим юзаси;

$A_{Bn} = \pi \cdot d_0^2 / 4$ – болт кесимининг нетто юзаси;

n_s – болтдаги қирқилиш кесимларининг сони;

$\sum t$ – битта йўналишда эзиладиган элементларнинг энг кичик жамланган қалинлиги;

γ_B – бирикманинг ишлаш шароитини эътиборга олувчи коэффициент.

Бирикмадаги болтлар сони қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$n \geq \frac{N}{[N_B]_{\min} \cdot \gamma_c} \quad (5.14)$$

бу ерда: $[N_B]_{\min}$ – битта болтнинг энг кичик юк кўтарувчанлиги.

Ўта мустаҳкам болтларни ҳисоблаш қуйидаги тартибда бажарилади. Аввало болтнинг тўла тортилишидаги бўйлама зўриқиш кучи топилади. Сўнг битта болт билан маҳкамланган элементлардаги туташ сиртлардан ҳар бирининг қабул қила оладиган ҳисобий куч аниқланади;

$$Q_{Bh} = R_{Bh} \cdot \gamma_B \cdot A_{Bn} \cdot \frac{\mu}{\gamma_h} \quad (5.15)$$

бу ерда: $R_{Bh}=0,7 \cdot R_{\text{Вип}}$ – ўта мустаҳкамли болтнинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги,

μ – ишқаланиш коэффициенти, ҚМҚдаги 2.03.05-97 13.2-жадвалдан қабул қилинади,

γ_h – ишончлилик коэффициенти, ҚМҚ 2.03.05-97. 13.2-жадвалдан қабул қилинади,

γ_B – бирикма ишлаш шароитининг эътиборга оладиган коэффициенти, болтлар сонига боғлиқ: сони 5-гача бўлганда коэффициент 0,8га тенг, $5 \leq n \leq 10$ бўлса, $\gamma_B=0,9$ га тенг, агарда $n > 10$ унда $\gamma_B=1$ га тенг, $A_{Bn} = \pi \cdot d_0^2 / 4$ – болт кесимининг нетто юзаси.

5.2 жадвал.

Уланаётган юзаларни ишлаш (тозалаш) усули	Болтларнинг тортилишини ростлаш усули	Ишқаланиш коэффициенти μ	Кертик ва δ болтлар номинал диаметрларининг юкланиши ва турлилигидаги γ_h коэффициентлари, мм	
			Динамик ва $\delta=3-6$ бўлган ҳолидаги; статик ва $\delta=5-6$ бўлган ҳолидаги	Динамик ва $\delta=1$ бўлган ҳолдаги; статик ва $\delta=1-4$ бўлган ҳолдаги
1.Икки юзани консервациясиз дробомётлаш ва дробоструйлаш 2.Худди шунинг ўзи, консервация билан (рух ёки алюминийни кукунлаштириш орқали металлаштириш. 3.Бир юзани полимер клейи билан консервациялаштириш орқали питра қилиш ва карборунд кукунини сепиш,	М бўйича	0,58	1,35	1,12
	α бўйича	0,58	1,20	1,02
	М бўйича	0,50	1,35	1,12
	α бўйича	0,50	1,20	1,02
	М бўйича	0,50	1,35	1,12
	α бўйича	0,50	1,20	1,02

иккинчи юзани консервациялашсиз пўлат тозалагичлари билан ишлаш.				
4.Икки юзани консервациялашсиз газ олови билан ишлаш.	М бўйича	0,42	1,35	1,12
	α бўйича	0,42	1,20	1,02
5.Икки юзани пўлат тозалагичлар билан ишлаш.	М бўйича	0,35	1,35	1,17
	α бўйича	0,35	1,25	1,06
6. Ишловсиз.	М бўйича	0,25	1,70	1,30
	α бўйича	0,25	1,50	1,20

Эслатмалар: 1.Болтларни М бўйича ростлаш усули айлантириш пайти бўйича ростлаш, α- бўйича эса гайка бурилиши бурчаги бўйича ростлашни билдиради.

2. Ишқаланиш μ- коэффициентларининг жадвалда кўрсатилганлардан қийматларини таъминловчи бошқа ишлаш усуллари уланаётган юзалар учун қўллашга рухсат этилади. Болтлар сони қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$n \geq \frac{N}{Q_{Bh} \gamma_c k} \quad (5.16)$$

к- уланаётган элементларнинг ишқаланиш юзалари сони.

5.2.2. Болтлар бирикмада жойлаштирилиши

- Болтлар орасидаги масофа: а) минимал – 2,5·d; б) максимал – чекка қатордаги - 8·d ёки 12·t; в) максимал – ўрта қатордаги 16·d ёки 24·t чўзиладиган, 12·d ёки 18·t сиқиладиган.
- элемент чеккасидан болтгача бўладиган масофа:
 - минимум таъсир этаётган кучни ёни бўйлаб таъсир этса – 2d,
 - таъсир этаётган куч кўндаланг кесим бўйлаб таъсир этса – 1,5d ва прокат элементларда 1,2 d;
 - максимал 4d ёки 8t.

5.2.1. Масала. Фермани тепа токчасини устунга бириктирадиган болтларни диаметрини аниқланг? Фермани тепа токчаси устунга 4-та болт билан бириктирилган. Чўзаётган ҳисобий куч 500 кН га тенг. (расм 5.5.)

Ечим: Битта болтга таъсир этаётган ҳисобий кучни аниқлаймиз.

$$N_{bt} = \frac{N}{4} = \frac{500}{4} = 125 \text{ кН}$$

Чўзилишга ишлаётган болтни юк кўтариш қобиляти қуйидаги формула билан топилади.

$$[N_{bt}] = R_y \cdot A_n = R_y \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$$

Бундан
$$d_0 = \sqrt{\frac{4[N_{bt}]}{R_y \cdot \pi}}$$

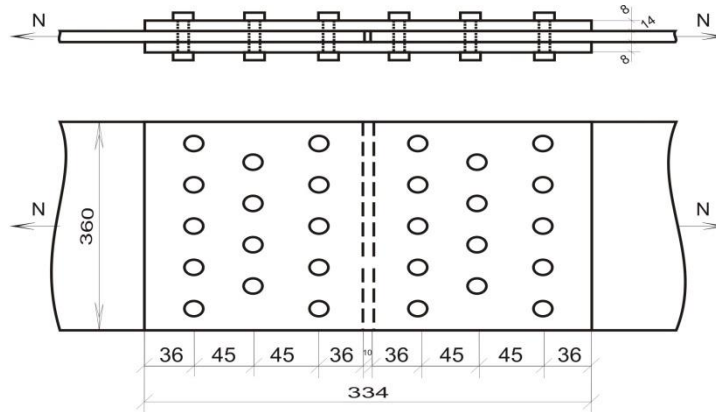
болтни юк кўтариш қобилятини таъсир этаётган ҳисобий кучга тенг деб:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 125,0 \cdot (10)^3}{230 \cdot 3,14 \cdot (100)}} = 2,63 \text{ см}$$

ва резбани баландлигини эътиборга олиб болтни диаметрини аниқлаймиз $d=30\text{мм}$.

5.2.2. Масала. Чўзилишга ишлаётган болтли бирикмани ҳисобланг. Нормал болтларни диаметри 18мм га тенг, уларни сонини топинг ва бирикмада жойлаштиринг, асосий элементни заифлашган кесимдаги кучланишни аниқланг?

Чўзаётган ҳисобий куч 800 кНга тенг. Пўлат маркаси Ст 3кп 2.



Расм 5.7. Болтли бирикма

Ечими. Битта болт қабул қилиши мумкин бўлган ҳисобий кучни аниқлаймиз:

Болт қирқилишга ишлаётганда.

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_c = 1334 \cdot 0,9 \cdot 2,54 \cdot 2 = 6107 \text{ кҒ}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} = 2,54 \text{ см}^2$$

Пакет материаллари эзилишга ишлаётганда.

$$N_{ep} = R_{ep} \cdot \gamma_b \cdot d \sum t = 4300 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 1,4 = 9752 \text{ кҒ}$$

Бирикмадаги болтлар сонини аниқлаймиз.

$$n = \frac{N}{[N_b]_{\min} \cdot \gamma_c} = \frac{80000 \text{ кҒ}}{6107 \text{ кҒ} \cdot 1} = 13,1$$

Болтларни сонини 14 та деб қабул қилиб оламиз ва бирикмада жойлаштирамиз. Биринчи қаторга 5 та иккинчи қаторга 4 та ва учинчи қаторга 5 та. Жами бирикмага 28 та болтлар жойлаштирилади.

Элементни заифлашган кесим юзасини аниқлаймиз ва унда ҳосил бўлаётган кучланишни топамиз.

$$A_n = 36 \cdot 1,4 - 5 \cdot 2 \cdot 1,4 = 36,4 \text{ см}^2$$

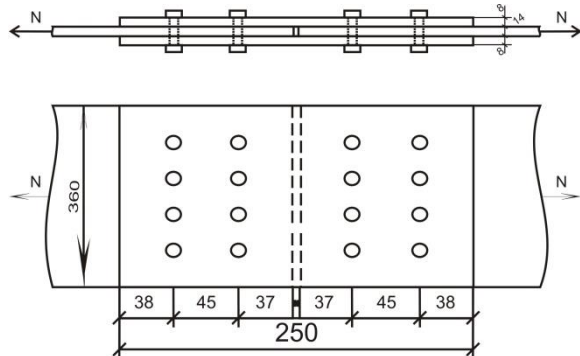
$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800000 \text{ Н}}{36,4 \cdot 1} = 220 \text{ МПа} < 230 \text{ МПа}$$

Бирлаштирадиган фасонкани ўлчамларини аниқлаймиз.

$$(1,8 \cdot 2,5 \cdot 2 + 1,8 \cdot 2 \cdot 2) \cdot 2 + 1 = 32,4 \text{ см}$$

Демак, прокладкани ўлчамлари 360х340х8 2та варақасимон пўлат сортаментида олинад.

5.2.3. Масала. Юқори мустаҳкамли болтлар билан бириктирилган бирикмани ҳисобланг. Чўзаётган ҳисобий куч 800 кН га тенг. Болтларни диаметри 18мм га тенг.



Пўлат маркаси 40 ХФА

$R_{bun} = 13500 \text{ кг/см}^2, 1350 \text{ МПа.}$

Болтларни сонини аниқлаб бирикмада жойлаштиринг. Асосий элементни заифлашган кесимдаги кучланишни аниқланг?

Расм 5.8. Юқори мустаҳкамли болтлар билан бириктирилган бирикма.

Ечими. Битта болт билан маҳкамланган элементлардаги туташ сиртлардан ҳар бирининг қабул қила оладиган ҳисобий кучни аниқлаймиз:

$$Q_{bh} = R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \frac{\mu}{\gamma_h} = 945 \cdot 0,9 \cdot 2,01 \frac{0,35}{1,06} \cdot (10) = 5645 \text{ кг}$$

$$R_{bh} = 0,7 \cdot R_{bun} = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ МПа} = 9450 \text{ кг/см}^2$$

$$A_{en} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2,01 \text{ см}^2$$

Бирикмага талаб қилган болтларни сонини аниқлаймиз:

$$n = \frac{N}{Q_{bh} \cdot \gamma_c \cdot n_c} = \frac{800}{56,45 \cdot 1 \cdot 2} = 7,1$$

Болтларни сонини 8 деб қабул қилиб оламиз ва бирикмада жойлаштирамиз.

Ҳар қаторга 4-та болт жойлаштирамиз. Жами бирикмага 16-та болт жойлаштирилади.

Элементни заифлашган кесим юзасини аниқлаб унда ҳосил бўлаётган кучланишни топамиз.

$$A_n = 36 \cdot 1,4 - 4 \cdot 2 \cdot 1,4 = 39,2 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800 \cdot (10)}{39,2 \cdot 1} = 204 \text{ МПа} < 230 \text{ МПа}$$

Бирлаштирадиган фасонкани ўлчамларини аниқлаймиз.

$$(2 \cdot d \cdot 2 + 2,5 \cdot d) \cdot 2 + 1 = (2 \cdot 1,8 \cdot 2 + 2,5 \cdot 1,8) \cdot 2 + 1 = 24,4 \text{ см}$$

Демак, прокладкани ўлчамлари 360x250x8x2та варақасимон пўлат сортаментида олинади.

Назорат саволлари.

- 1) Электр ёйи ёрдамида пайвандлаш кимлар томонидан кашф этилган?
- 2) Электр ёйи билан пайвандлаш усуллари?
- 3) Учма-уч чокни ҳисоблаш қайси формула орқали бажарилади?

- 4) Бурчакли чокни ҳисоблаш қайси формулалар орқали бажарилади?
- 5) Учма-уч пайванд чокларининг шакллари?
- 6) Болтларни хиллари?
- 7) Болтли бирикмалар қандай ҳисобланади?
- 8) Ўта мустаҳкамли болтлар билан бажарилган бирикмалар қандай тартибда ҳисобланади?
- 9) Болтлар бирикмада қандай жойлаштирилади?

6 – боб. МЕТАЛЛ ТЎСИНЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАР

Тўсинлар – жамоат ва турар-жой биноларининг синчини яратишда, ишлаб чиқариш майдончаларини қуришда қаватлараро ёпмаларида, кўприкларда ва бошқа бир қатор соҳаларда қўлланилади. Тўсинлардан кенг кўламда фойдаланишнинг асосий сабабларидан бири тўсин конструкциясининг оддийлиги ва ундан фойдаланишнинг ишончлилигидадир. Конструктив шакли қулай, баландлиги унча катта эмас. Статик схемаси бўйича тўсинлар бир оралик ва кўп ораликли бўлиши мумкин, ҳамда консолли бўлади.

Тўсинларга тушадиган юкка ва таянчлар ора масофасига кўра тўсинлар яхлит ёки йиғма кесимли бўлиши мумкин. Йиғма тўсинлар пайвандли ёки болтли бўлади.

Ёпмаларда, ишлаб чиқариш майдончаларда, кўприкларда қурилманинг юк кўтарувчи қисмини тўсинлар тизими ташкил этади. Ҳар хил тўсинлардан фойдаланиб ёпилган томни тўсинли катак дейдилар, тўсинлар жойлаштирилиши, таъсир этаётган юк миқдори ва тархдаги ўлчамларига қараб, уч хил бўлиши мумкин: оддий нормал ва мураккаб.

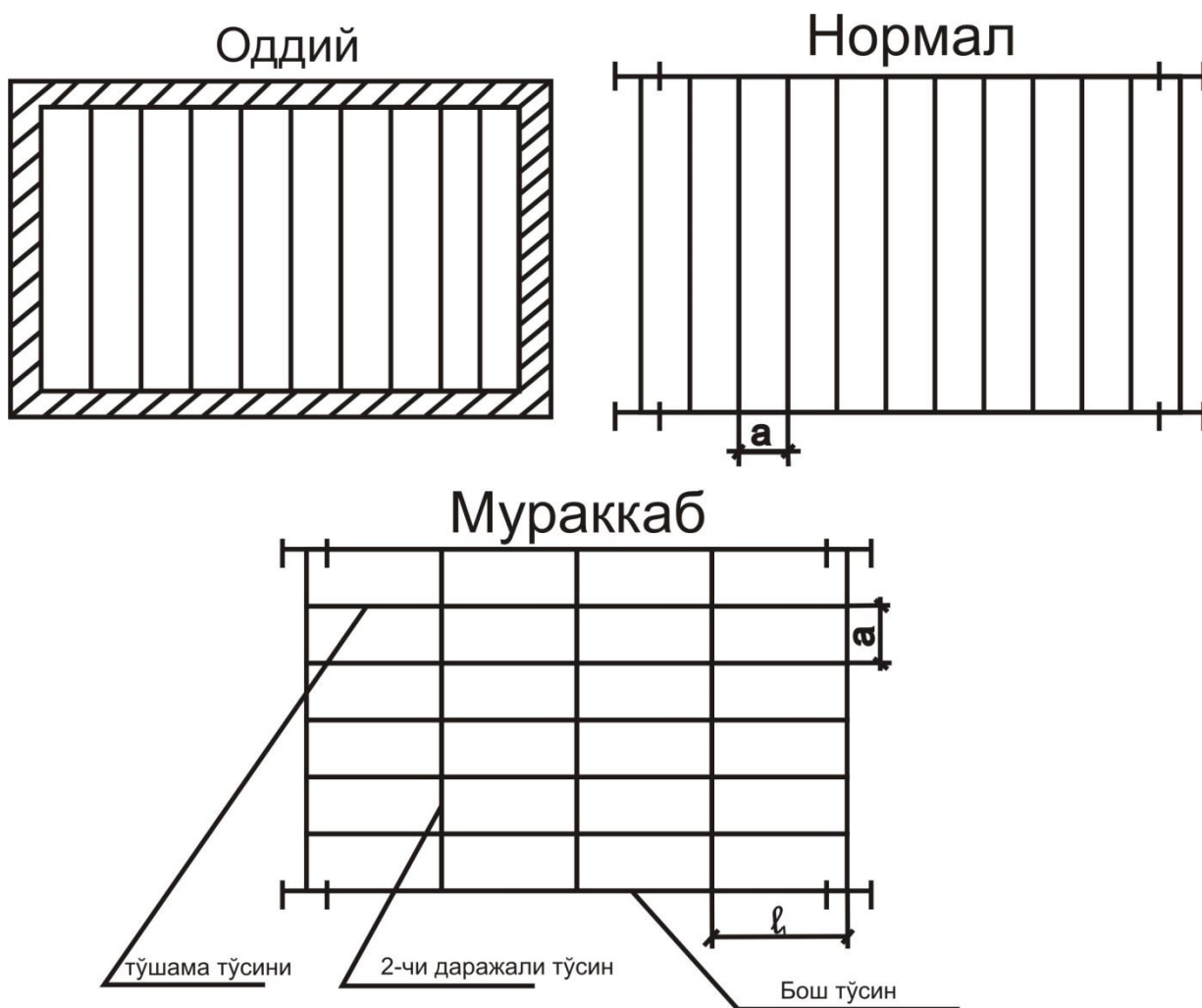
Оддий жойлаштиришда ёпмага қўйилган юк тўшама орқали тўшама тўсинларга, тўшама тўсинлари орқали деворларга узатилади.

Нормал жойлаштириш усулида юк тўшама тўсинлари орқали бош тўсинларига узатилади, бош тўсинлар эса, ўз навбатида қабул қилган юкни устунларга узатади.

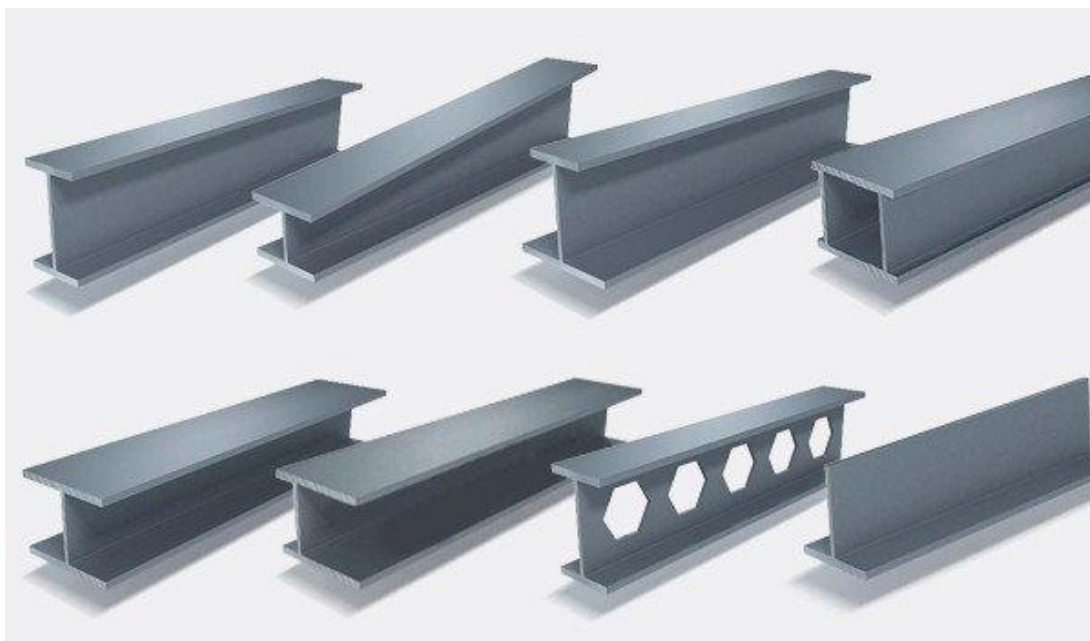
Мураккаб жойлаштиришда тўшама тўсинлари қабул қилинган юк биринкетин ёрдамчи бош тўсинларга ва ундан кейин устунларга узатилади.

Тўсинларнинг ўзаро туташishi қаватли бир хил баландликда ва пасайтирилган бўлиши мумкин. Қаватли тўсинлар тизими тез ва осон йиғилади лекин қурилиш баландлиги катта устиворлигини текшириш лозим. Битта баландликдаги тўсинлар тизимини йиғиш учун анча вақт ва меҳнат сарфлаш керак, лекин конструкцияси устиворлигини таъминлайди. Пасайтирилган тўсинли катакда энг паст баландликка эга бўлган тўсинли катак ҳосил бўлади устиворлиги таъминланади йиғиш учун меҳнат сарфи қаватлига қараганда кўпроқ битта баландликдан камроқ сарфланади. Бош тўсинлар одатда устунларга таянади ва устунлари орасидаги катта масофалари бўйлаб жойлаштирилади. Тўшамани бевосита ушлаб турувчи тўсинлар (тўшама тўсинлари) бўлиб уларни орасидаги масофа «а» харфи билан белгиланади ва $u = 0,6 \div 1,6$ м тенг қилиб олинади.

Иккинчи даражали тўсинларни ораси масофа 2м дан – 5м гача бўлиши мумкин.



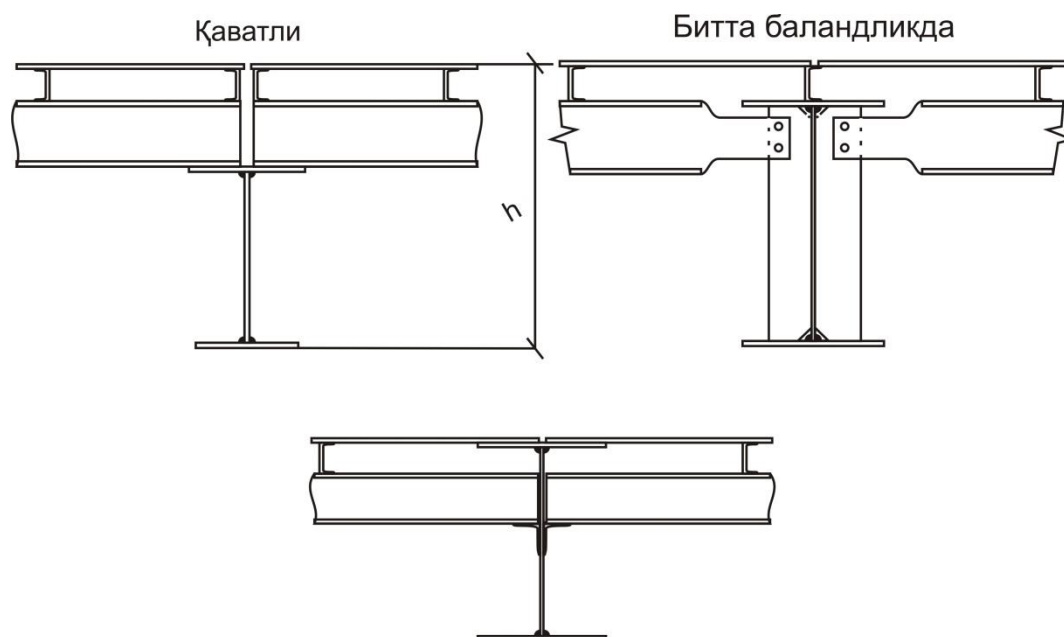
Расм. 6. 1. Тўсинли катакларни тизими



6.1. Тўшамани ҳисоби

Тўшама учун варақсимон прокатли пўлатдан қалинлиги 6-14мм гача бўлганлари ишлатилади.

Тўшаманинг ишлаши кучланганли ҳолати таянч орасидаги масофасини тўшама қалинлиги нисбати l/t га боғлиқ, агар $l/t < 50$ бўлса чўзувчи кучланишларнинг миқдори жуда кичик бўлади, шу сабабли уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Бу ҳолда тўшама фақат эгилиш кучланишларга ишлайди деб ҳисобланади.



Расм 6.2. Мураккаб тўсинли катакда тўсинларни бир – бирига бириктирилиши.

Ҳисоблаш тартиби қуйидагича:

1. Тўшамани 1 п.см таъсир этаётган юк аниқланади.

2. Эни 1 п.см бўлган тўшама тўсинда ҳосил бўладиган энг катта эгувчи момент аниқланади.

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_t^2}{8} \quad (6.1)$$

3. Тўсинни кесимини талаб қилган момент қаршилиги аниқланади.

$$W_{t.k.} = \frac{M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c} \quad (6.2)$$

ва қуйидаги ифодадан фойдаланиб тўшама қалинлиги топилади.

$$t_t = \sqrt{6 \cdot W_{t.k.}} \quad (6.3)$$

Агар $l/t > 300$ бўлса, аксинча, эгилишдан пайдо бўладиган кучланишларнинг ҳисобга олинмай фақат горизонтал реакциядан пайдо бўладиган чўзувчан кучланишлар ҳисобга олинади.

Тўшама қалинлиги қуйидагича аниқланади:

$$t_t = \frac{T}{R_y \cdot \gamma_c \cdot 1\text{см}} \quad (6.4)$$

$T = \sqrt{V^2 + H^2}$ тўшамани 1 п.см.га таъсир этаётган ҳисобий куч,

$$V - \text{таянч реакцияси} \quad V = \frac{q \cdot l_t}{2} \quad (6.5)$$

$$H - \text{тортқич куч} \quad H = \frac{M_{\max}}{f} \quad (6.6)$$

Агар $50 < l/t < 300$ бўлса, эгилиш ҳам чўзилишдан пайдо бўладиган кучланишлар ҳисобга олиниши керак. Бу ҳолда тўшамалар учун l/t нисбатини Телоян А.Л. формуласидан фойдаланиб аниқлашади:

$$\frac{l}{t} = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q^{1/7}} \right) \quad (6.7)$$

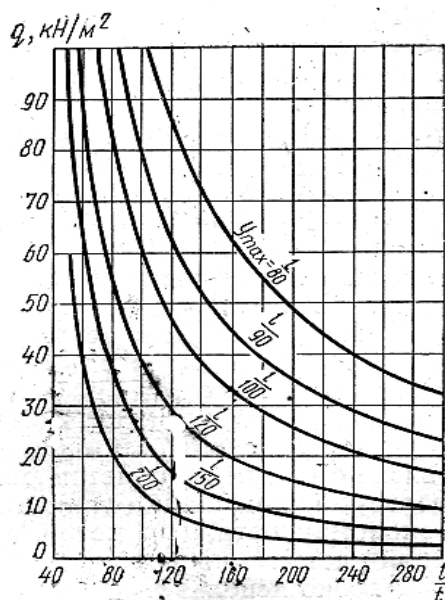
Бу ерда: $n_0 = \left[\frac{l}{f} \right]$ - тўшама таянчлар орасидаги масофани солқилигига нисбати.

E_1 – силжиш модули. $E_1 = E / (1 - \mu^2)$

μ - Пуассон коэффиценти, пўлат учун $\mu = 0,3$ тенг

q^n - 1м^2 – га таъсир этаётган нормали юк.

Излаётган нисбатни баъзи адабиётларда келтирилган С.Д.Лейтес графигидан ҳам аниқлаш мумкин.

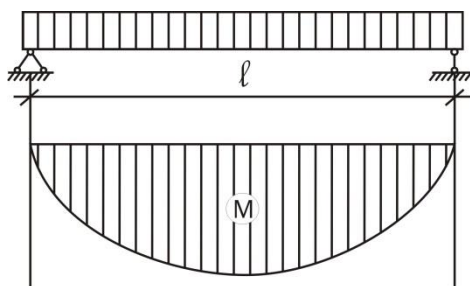


6.2. Прокат тўсинларни ҳисоблаш тартиби

Танлаб олинган тўсин ташқи таъсир этаётган юкларнинг кўтариш қобилиятига эга, мустаҳкам етарли даражада бикирлигига ва устиворлигига эга бўлиши шарт.

Ҳисоблаш тартиби.

1. Дастлаб тўсиннинг ҳисобий схемаси аниқланади таъсир қилаётган ташқи юклардан ҳосил бўлувчи максимал эгувчи момент топилади.



$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \quad (6.8)$$

Расм 6.3. Эгувчи момент эпюраси

2. Ҳисоблаётган тўсин учун талаб этилган қаршилик моменти аниқланади.

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} \quad \text{материал эластик ҳолатида ишлаганда} \quad (6.9)$$

ёки

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{C_1 R_y \gamma_c} \quad \text{материал эластик ва пластик ҳолатда ишлаганда}$$

3. Қўштавр ёки швеллер сортаментида юза танлаб олинади қаршилик моменти тенг ёки кўпроқ талаб қилинган қаршилик моментида ва танлаб олинган кесим юзани ҳамма геометрик тавсифномалари кўчириб олинади: I_x ; S_x ; W_x ; t_w ; q ;

$$W_{m.k} \leq W_x$$

4. Танлаб олинган юзани мустаҳкамлиги текширилади:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (6.10)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \cdot \gamma_c \quad (6.11)$$

$$\text{фарқи } \frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \leq 5\%,$$

ва бикирлиги ҳам текширилади.

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^n l^3}{I_x E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (6.12)$$

6.3. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинларнинг ҳисоби

Тайёрланган тўсин мустаҳкам, етарли даражада бикирлигига эга, умумий ва алоҳида элементларни турғунлиги таъминланган бўлиши керак ва шу тўсинни тайёрлаш арзонга тушиши керак.

Оқилонга юза топиш учун биринчи навбатда тўсинни кесим юзасини баландлиги ўрнатилади.

Тўсиннинг баландлигини белгилашдан олдин унинг иккита қиймати аниқланади:

$h_{\min}$ – минимал баландлиги, $h_{\text{опт}}$ – тежамли баландлиги.

Тўсинни энг кичик баландлиги уни бикирлиги таъминланиши эътиборга олган ҳолда аниқланади. Маълумки, қўзғалувчи шарнирли таянчга эга бўлган тўсин учун нисбий эгилиши қуйидагича аниқланади:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^n l^3}{I_x E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (6.13)$$

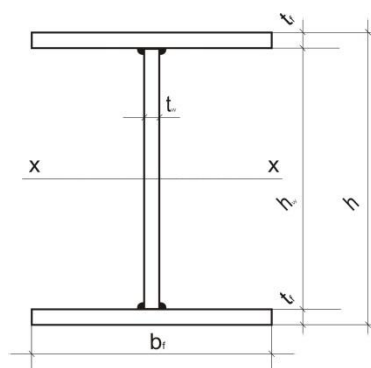
Тенгламага $I_x = \frac{Wh}{2}$ қийматни ва $M^n = \frac{q^n l^2}{8}$ қўйиб $\frac{M}{W_x} = R_y$

Шарт бажарилишини ҳисобга олсак, у ҳолда қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$\frac{f}{l} = \frac{5M^n l}{48EI_x} = \frac{5M^n l 2M}{48EWhM} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (6.14)$$

$$\text{бундан} \quad h_{\min} = \frac{5R_y l M^n}{24E \left[\frac{f}{l} \right] M} \quad (6.15)$$

Тўсиннинг оптимал баландлигини аниқлаш иқтисодий мулоҳазаларга асосланган. Тўсиннинг оғирлиги, асосан унинг токчалари ва деворчасининг оғирлигидан иборат бўлиб, бу оғирликлар бир-бирига тескари муносабатлардадир, яъни бирининг ошиши билан иккинчиси камайиб боради.



Расм 6.4. Бош тўсин кесим юзаси

Тўсинни кўтариш қобиляти эгувчи кучлар таъсир этаётганда уни қаршилиқ моменти билан характерланади. Симметрик қўштаврли юза учун қаршилиқ моментини қуйидагича ёзамиз. Ҳисобни осонлаштириш учун: $h = h_w$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2}{h} \left[\frac{t_w h^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right] = \frac{t_w h^2}{6} + A_f h \quad (6.16)$$

Тўсинни умумий кесим юзаси:

$$A = 2A_f + A_w \quad (6.17)$$

A_f – токчасини кесим юзаси,

A_w - деворини кесим юзаси.

$$A_f = (A - A_w) \frac{1}{2} \quad (6.18)$$

$$W_x = \frac{t_w h^2}{6} + \frac{Ah}{2} - \frac{h^2 t_w}{2} = \frac{Ah}{2} - \frac{2t_w h^2}{6} \quad (6.19)$$

$$K = \frac{h_w}{t_w} - \text{деворни эгилувчанлиги}$$

$$t_w = \frac{h_w}{K} \quad W_x = \frac{Ah}{2} - \frac{h^3}{3k} \quad (6.20)$$

Бу тенгламадан тўсинни умумий кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A = \frac{2W_x}{h} + \frac{2h^2}{3k} \quad (6.21)$$

$$\text{бундан оптимал кесим юзани топамиз: } \frac{dA}{dh} = -\frac{2W_x}{h^2} + \frac{4h}{3k} = 0 \quad (6.22)$$

$$h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{6W_{TK} K}{4}} \quad \text{ёки} \quad h_{opt} = \sqrt{\frac{3W_{TK}}{2t_w}} \quad (6.23)$$

Тежамкор баландликни аниқлаш учун тўсин деворчасининг эгилувчанлигини «K»ни билишимиз керак ёки деворчанинг қалинлигини « t_w »

$$K = 100 \div 200$$

Девор қалинлигини эмпирик формуладан фойдаланиб аниқлаш мумкин

$$t_w = 7 + 3h_{\min} / 1000 \text{ мм}, \quad t_w \geq 8 \text{ мм.} \quad (6.24)$$

Минимал ва оптимал баландликлар қиймати аниқлангандан кейин тўсиннинг лойиҳавий баландлиги ўрнатилади.

Тўсин кесим юзасини баландлиги ва девори қалинлиги маълум бўлди, энди токчаларнинг кесим юзасини аниқлаш лозим. Бунинг учун қаршилик момент тенгламасига қайтамиз

$$W_{TK} = \frac{t_w h^2}{6} + A_f h \quad (6.25)$$

ва бундан токчалар юзаси аниқланиб, варақсимон прокатидан мос келадиган юза танлаб олинади

$$A_f = \frac{W_{TK}}{h} - \frac{th}{6} \quad (6.26)$$

Юзани танлаб олишда токчанинг кенглиги ва қалинлиги орасидаги муносабат конструктив талабларига жавоб бериши керак.

Тўсиннинг умумий турғунлиги таъминланиши токчанинг кенглигини тўсиннинг кесим юзасини баландлиги нисбатига ҳам боғлиқ.

$$e_f \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) h \quad (6.27)$$

Сиқилишга ишлаётган токча нормал кучланишлар таъсири остида ўз турғунлигини йўқотмаслиги учун $\frac{e_f}{t_f} \leq 30$ нисбатни қониктириши керак.

Токчанинг кенглиги ҳар қандай ҳолда ҳам 200мм дан кичик бўлмаслиги керак. Токчанинг қалинлиги 840мм атрофида бўлиши керак, лекин бу қалинлик $t_w \leq t_f \leq 3t_w$ ораликда бўлиши лозим.

Токча кенглиги ва қалинлигини универсал пўлатларга тааллуқли ГОСТга мувофиқ равишда танлаш керак.

Қабул қилинган кесимнинг геометрик тавсифлари аниқланади;

$$I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 + \frac{t_f^3 \cdot b_f}{12} \cdot 2 \quad (6.28)$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} \quad (6.29)$$

$$S_x = A_f \frac{h_w + t_f}{2} + \frac{h_w t_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} \quad (6.30)$$

Тўсин мустаҳкамликка ва бикирликка текширилади

$$\sigma = \frac{M}{W_x \gamma_c} \leq R_y \quad (6.31)$$

$$\text{фарки} \frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \leq 5\%$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \gamma_c \quad (6.32)$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{48} \frac{M'' l}{I_x E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (6.33)$$

6.4. Тўсинларнинг умумий турғунлиги

Тўсинларда эгилиш текислиги энг катта бикирликка эга деб ҳисобланади, лекин эгувчи кучлар маълум микдордан ортганда тўсин устивор мувозанатини йўқота бошлайди. Тўсинни мувозанат ҳолатидан чиқишига мажбур қиладиган қалтис кучнинг қиймати тўсиннинг ёнбош эгилишидаги ва буралишидаги бикрликларга боғлиқ. Конструктив жиҳатдан қалтис кучланишлар қиймати тўсиннинг конструктив шакли, схемаси ва ҳисобий узунлигининг токчалар кенглигига бўлган нисбатига боғлиқ « $\frac{l_{ef}}{b_f}$ ».

Тўсиннинг умумий турғунлиги қуйидаги формула бўйича текширилиши керак

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_y \gamma_c \quad (6.34)$$

бу ерда: φ_b – тўсинларни турғунлигини ҳисоблашда ишлатиладиган коэффицент; уни аниқлаш тартиби 2.03.05-97 ҚМҚнинг 8-иловасида батафсил келтирилган;

Икки таврли кесим тўсинлари учун φ_b -коэффицентини аниқлаш учун φ_1 –коэффицентини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш зарур:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h}{l_{tf}} \right)^2 \frac{E}{R_y} \quad (6.35)$$

бу ифодадаги ψ коэффицентни 2.03.05-97 ҚМҚнинг 8.1 ва 8.2 жадваллардан фойдаланиб юк хусусияти ва «а» параметрига қараб аниқланади.

Параметрнинг микдори қуйидаги формулалар орқали топилади:

а) прокатли кўштавр учун

$$\alpha = 1,54 \frac{I_t}{I_y} \left[\frac{l_{ef}}{h} \right]^2 \quad (6.36)$$

б) алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинлар учун

$$\alpha = 8 \left(\frac{l_{ef} t_f}{h b_f} \right)^2 \left(1 + \frac{a t_w^3}{b_f t_f^3} \right) \quad (6.37)$$

бунда: l_{ef} – тўсиннинг ҳисобий узунлиги;

h – кесим юзасини баландлиги;

I_t – кесимни буралишдаги инерция моменти;

t_w - девор қалинлиги;

b_f ва t_f – тўсиннинг камар эни ва қалинлиги; $a=0,5$ h га тенг ўлчов;

Тўсинни умумий турғунлигини йўқотмаслик шартлари:

а) юкланишни мунтазам равишда тўсиннинг сиқилган камарига таянувчи ва у билан ишончли боғланган (оғир, енгил ва ячейкали бетон, текис ва профилланган металл тўшама, тўлқинли пўлат ва бошқаларга таянувчи) яхлит қаттиқ тўшамадан ўтказилганда;

б) тўсиннинг ҳисобий узунлиги токчасининг энига бўлган нисбати 2.03. 05-97 ҚМҚнинг 7.2-чи жадвалидаги шартларга жавоб берса.

6.1 жадвал

Юкланиш тушиш жойи	$\frac{l_{ef}}{b_f}$ нинг прокатли ва пайвандланган тўсинлари мустаҳкамлигини ҳисоблашни талаб этмайдиган энг катта қийматлари ($1 \leq \frac{h}{b} < 6$ да ва $15 \leq \frac{b}{t} \leq 35$)
Юқори камарга	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,35 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,76 - 0,02 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.38)$
Пастки камарга	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,57 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,92 - 0,02 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.39)$
Ҳисоблаш вақтида юкланиш тушиши даражасидан қатъий назар тўсиннинг уланмалари орасидаги майдони ёки тоза эгилиш вақтида	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.40)$
Эслатмалар: 1. Юқори пишиқликдаги болтлардаги камарли уланмаларга эга бўлган тўсинлар учун 6.1 жадвал бўйича олинувчининг қийматларини 1.2 коэффициентга кўпайтириш керак. 2. $b/t < 15$ нисбатли тўсинлар учун 6.1 жадвал формулаларида $b/t = 15$ деб қабул қилиш керак.	

6.5. Тўсин элементларининг (токчасини) маҳаллий турғунлиги

Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинларда айрим элементларнинг токча ёки деворча сиқувчи, нормал ёки уринма кучланишлар таъсирида қавариб чиқиши ва маҳаллий устиворлигининг йўқотиши мумкин. Элементлардан бирортаси устиворлигини йўқотиш натижасида бутунлай ёки қисман ишдан

чиқади. Натижада тўсиннинг иш қисми камаяди, кесими носимметрик шаклни қабул қилади, эгилиш маркази силжийди. Буларнинг ҳаммаси тўсиннинг юк кўтарувчанлигини муддатидан олдин йўқолишига олиб келади. Қалтис кучланиш материалнинг эластиклик модули «Е» ва пластинканинг ўлчамларига боғлиқ. Узун томонлари билан маҳкамланган пластинка ўз устиворлигини тўлқинсимон сирт бўйлаб йўқотади. Тўлқинларни вужудга келтирадиган қалтис куч қиймати қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N_{кр} = c \cdot \frac{\pi^2 EI_u}{b_f^2} \quad (6.41)$$

бу ерда: «С» - пластинканинг маҳкамланиш шарти ва кучланиш характериға боғлиқ функция,

EI_u – пластинканинг цилиндрик бикирлиги

$$EI_u = \frac{EI}{1-\mu^2} = \frac{Eb_f t_f^3}{12(1-\mu^2)} \quad (6.42)$$

μ - Пуассон коэффициенти.

Қалтис кучдан пайдо бўладиган қалтис кучланиш қуйидагича топилади.

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{b_f t_f} = c \frac{\pi^2 Eb_f t_f^3}{b_f t_f b_f^2 12(1-\mu^2)} = c \frac{\pi^2 E t_f^2}{12(1-\mu^2) b_f^2} \quad (6.43)$$

Бу формулага пўлатни эластик ҳолатда ишлашликни эътиборга олувчи коэффициентлар қийматларни қўйсак қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\sigma_{кр} = 0,25 E \left(\frac{t_f}{b_{св}} \right)^2 \quad (6.44)$$

Қалтис кучланиш $\sigma_{кр} \leq R_y$ пўлатнинг оқувчанлик бўйича ҳисобий қаршилигига тенг деб олиниб, тўсин токчасининг энини қалинлигига бўлган нисбатини аниқлаш мумкин

$$\frac{b_f}{t_f} \leq c \frac{\pi}{3.3} \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.45)$$

$$\sigma_{кр} = 0,25 E \left(\frac{t_f}{b_{св}} \right)^2 \quad \text{бундан} \quad \frac{b_{св}}{t_f} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.46)$$

Агар қалтис кучланишлар оқувчанлик чегарасидан катта бўлса, пластина ўз мувозанатини йўқотади. Нисбатнинг « $b_{св}/t_f$ » тўсин токчасининг маҳаллий турғунлиги таъминланиши учун зарур бўлган қийматлари 2. 03. 05-97 ҚМҚнинг 9. 9-чи жадвалида келтирилган.

6.6. Тўсин деворчасининг маҳаллий турғунлиги

Тўсин деворчасини нормал ва уринма кучланишлар таъсирида ишлаётган пластина деб қараш мумкин. Деворчанинг турғунлигини ёки унинг қалинлигини ошириш йўли билан ёки муайян масофада кўндаланг бикирлик қовурғаларини ўрнатиш йўли билан таъминлаш мумкин.

Девор (пластинка)нинг камарлар ва кўндаланг қовурғалари орасида жойлашиб қолган тўғри тўртбурчакли бўлмаларининг пишиқлигини текшириш керак.

Бунда текширилаётган пластинканинг ҳисобли ўлчовлари:

а- кўндаланг қовурғалар ўқлари орасидаги масофа:

h_{ef} – деворнинг (6.5.расм) пайвандланган тўсинларда бутун девори баландлигига, юқори пишиқликдаги болтлардаги камарли уланмаларга эга бўлган тўсинларда – тўсин ўқиға энг яқин бўлган камар бурчаклари четлари орасидаги масофаға, прокатли профиллардан тузилган тўсинларда ички айланмалар бошланишлари орасидаги масофаға, эгилган профилларда буралишлар четлари, орасидаги масофаға тенг бўлган ҳисобли баландлиги;

t_w – девор қалинлиги.

Тўсин девори мустаҳкамлигини ҳисоблашни таранг ҳолатнинг ҳамма компонентлари (σ, τ ва σ_{los}) ни ҳисобға олган ҳолда бажариш керак.

Тўсинлар деворлари мустаҳкамлигини текшириш талаб этилмайди, агар ҚМҚ 2.03.05-97(7.29)шартлари бажарилса, бунда девор шартли эгилувчанлиги

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (6.47)$$

икки тарафли камар чокларига эга бўлган тўсинларда маҳаллий кучланиш йўқлиги вақтида- 3,5 дан:

худди шунинг ўзи бир тарафли камар чокларига эга бўлган тўсинларда- 3,2 дан:

икки тарафли камар чокларига эга бўлган тўсинларда маҳаллий кучланиш борлигида –2,5 қийматларидан ошмаса.

Тўсинлардаги юк қўзғалмас ва маҳаллий кучланиш йўқ бўлиб, шартли эгилувчанлик $\overline{\lambda}_w > 3,5$ бўлганда ҳамда юк қўзғалмас ва маҳаллий кучланиш бор бўлиб $\overline{\lambda}_w > 2,5$ бўлганда деворча кўндаланг бикирлик қовурғалари билан маҳкамланиши шарт. Бикирлик қовурғалари орасидаги масофа $2 \cdot h_{ef}$ дан ошмаслиги лозим.

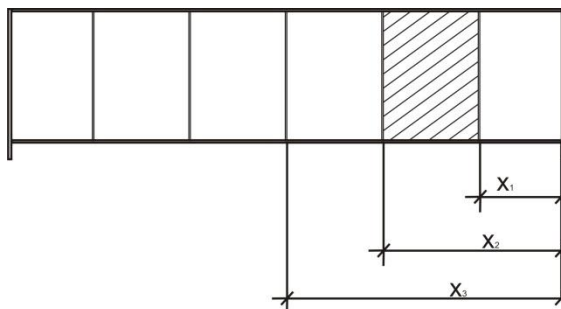
Кўндаланг қовурғаларининг эни $e_K = \frac{h_{ef}}{30} + 40$ мм дан кичик бўлмаслиги

керак. Қалинлиги эса $t_R = 2 \cdot e_K \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ мм дан кичик бўлмаслиги шарт.

Кўндаланг бикирлик қовурғалари билан мустаҳкамланган симметрик кесимли тўсин деворчасининг маҳаллий турғунлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{ск}} + \frac{\sigma_{los}}{\sigma_{los}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq \gamma_c \quad (6.48)$$

бу ерда σ , τ - курилайтган ячейкада ташқи кучлар таъсиридан юзада ҳосил бўлайтган кучланишлар,



Расм 6.5. Бош тўсинни деворини устиворлигини текшириш учун схема

$$\sigma = \frac{M_{урта}}{W_x \gamma_c} \quad \tau = \frac{Q_{урта} S_x}{I_x t_w} \quad \sigma_{cr} = \frac{C_{cr} R_y}{\lambda_{\omega}^2} \quad (6.49)$$

C_{cr} – 2.03.05-97 ҚМҚнинг 9.1 жадвалидан аниқланадиган коэффицент « δ » параметрига қараб,

6.1.жадвал.

δ	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	≥ 30
$C_{сч}$	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5

$$\delta = \beta \frac{e_f}{h_{ef}} \left(\frac{t_f}{t_{\omega}} \right)^3 \quad (6.50)$$

β - ушбу ҚМҚнинг 9.2-жадвалидан олинадиган коэффицент,

6.2. жадвал

Тўсинлар	Сиқилган камарнинг ишлаш Шартлари	β
Кран таги тўсинлари	Кран рельслари пайвандланмаган Кран рельслари пайвандланган	2 ∞
Бошқалар	Плиталарнинг узлуксиз таянишида Бошқа ҳолатларда	∞ 0,8
Эслатма. Йиғилган юкланиш тортилган камарига тушган кран таги тўсинларининг бўлмалари учун δ коэффицентини ҳисоблашда $\beta=0,8$ деб қабул қилиш керак.		

$$\sigma_{los} = \frac{N}{l_{ef} t_{\omega}} - \text{маҳаллий кучдан ҳосил бўладиган кучланиш,} \quad (6.51)$$

N – маҳаллий куч (тўшама тўсинни таянч реакцияси)

l_{ef} – ҳисобий узунлиги $l_{ef} = b + 2 \cdot t_f$

Деворда маҳаллий кучдан ҳосил бўладиган критик кучланиш қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma_{loscr} = \frac{C_1 R_y}{\lambda_{\omega}^2} \quad (6.52)$$

C_1 – ҚМҚнинг 9.3 жадвалдан олинadиган коэффициент

6.3.жадвал

δ	C_1 нинг пайвандланган тўсинлар учун қуйидагиларга тенг бўлган $\frac{a}{h_{ef}}$ даги қийматлари								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
≤ 1	11,5	12,4	14,8	18,0	22,1	27,1	32,6	38,9	45,6
2	12,0	13,0	16,1	20,4	25,7	32,1	39,2	46,5	55,7
4	12,3	13,3	16,6	21,6	28,1	36,3	45,2	54,9	65,1
6	12,4	13,5	16,8	22,1	29,1	38,3	48,7	59,4	70,4
10	12,4	13,6	16,9	22,5	30,0	39,7	51,0	63,3	76,5
≥ 30	12,5	13,7	17,0	22,9	31,0	41,6	53,8	68,2	83,6

Девори кўндаланг қовурғалар билан устиворлиги оширилган тўсинда ҳосил бўладиган критик уринма кучланиш қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\tau_{ск} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\lambda_{\omega}^2} \quad (6.53)$$

μ - катакнинг катта томонининг кичигига бўлган нисбати.

γ_c - ҚМҚнинг 2.03.05-97 7-илоvasи бўйича қабул қилувчи коэффициент

Агар деворчанинг шартли эгилувчанлиги 6,0 дан катта бўлса, деворча кўндаланг бикрлик қовурғаларидан ташқари бўйлама бикирлик қовурғалари билан ҳам маҳкамланиши керак. улар тўсин узунлиги бўйлаб юқори токчадан $(0,2+0,3)h_{\omega}$ масофада жойлаштирилади.

6.7. Тўсин деворчаси билан токчаларини бирга ишлашини таъминлаш

Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсин токчаси билан деворчаси ўзаро бириккан жойга силжитувчи куч таъсир этади. Тўсиннинг 1см узунлигига таъсир этаётган силжитувчи кучни аниқлаймиз

$$T = \tau \cdot t_{\omega} = \frac{Q \cdot S_x}{I_x} \quad (6.54)$$

Пайванд тўсинларда силжитувчи куч «Т» токча чокларини қирқишга интилади шунинг учун чокларнинг юк кўтарувчанлиги қуйидаги шартни қаноатлантириши лозим:

$$\begin{aligned} T &\leq 2R_{wf} \beta_f K_f \gamma_c \\ \text{ёки} \\ T &\leq 2R_{wz} \beta_z K_f \gamma_c \end{aligned} \quad (6.55)$$

Юқоридаги ифодалардан пайванд чокнинг талаб қилинган қалинлигини топиш мумкин:

$$K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wf} \beta_f \gamma_c} \quad \text{ёки} \quad K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wz} \beta_z \gamma_c} \quad (6.56)$$

Агар тўсин деворчаси токчалари билан парчин михлар орқали бириктирилса, битта болтни силжитадиган куч ўзаро қўшни болтлар орасидаги масофа бўйича аниқланади;

$$N = T \cdot a \quad (6.57)$$

$$\text{Болтлар орасидаги масофа} \quad a = \frac{[N_{\epsilon}]_{\min}}{T} = \frac{[N_{\epsilon}]_{\min} I_x}{QS_x} \quad (6.58)$$

бу ерда $(N_{\epsilon})_{\min}$ -битта болтнинг юк кўтариш қобиляти.

$$\left. \begin{aligned} N_{\epsilon c} &= R_{\epsilon s} A n_c \gamma_{\epsilon} \\ N_{\epsilon p} &= R_{\epsilon p} d \gamma_{\epsilon} \sum t_{\min} \end{aligned} \right\} [N_{\epsilon}]_{\min} \quad (6.59)$$

Назорат саволлари.

1. Тўсинлар қаерда ишлатилади?
2. Тўсинлар тизими неча хил бўлиши мумкин?
3. Мураккаб тўсинли катакда тўсинларни бир-бирига бириктирилиши қандай бўлиши мумкин?
4. Тўшамани ҳисоби?
5. Прокат тўсинларни ҳисоблаш тартиби?
6. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинларни кесим юзасини минимал баландлиги қайси формула билан топилади?
7. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинни оптимал баландлиги қайси формула билан топилади?
8. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсин токчасини кесим юзаси қайси формула билан топилади?
9. Тўсинларнинг умумий устиворлиги?
10. Тўсин элементларнинг маҳаллий устиворлиги?
11. Тўсин девори билан токчаларини бирга ишлаш шартлари?

6.1.1. Масала. Тўшамани ҳисоби. Тўшамага таъсир этаётган норматив юк $q_0^H = 31 \text{ кН} / \text{м}^2$ га тенг, рухсат этилган нисбий эгилувчанлиги $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{120}$ тенг.

Тўшама тўсинларни қадами $a = 1,12 \text{ м}$ га тенг.

Ечими: Тўшамани қалинлигини топиш учун С.Д.Лейтес графигидан фойдаланамиз. Шу графикдан тўшамани таянч орасидаги масофасини уни қалинлигига бўлган нисбатини аниқлаймиз.

$$\frac{l_T}{t_T} = 117 \text{ бундан тўшама қалинлиги топилади.}$$

$$t_T = \frac{l_T}{117} = \frac{112}{117} = 0,96 \text{ см}$$

Тўшаманинг қалинлигини 10мм қабул қилинади.

6.2.1. Масала. Тўсинни ҳисобланг. Таянч оралиғидаги масофа 4м га тенг. Тўсинга таъсир этаётган ҳисобий ёйма юк $q = 42,58 \text{ кН/м}$ тенг. Пўлат маркаси Ст 3 кп 2.

Ечими: Ташқи таъсир этаётган юкдан тўсинда мавжуд бўладиган катта эгувчи момент топилади.

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{42,58 \cdot 4^2}{8} = 85,18 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Талаб қилинган қаршилик момент топилади.

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} = \frac{8518 \cdot (10)}{235 \cdot 1} = 362 \text{ см}^3$$

Қўштавр сортаментидан юза танлаб оламиз, қаршилик моменти $W_x = 371 \text{ см}^3$ га тенг бўлган №27

$$I_x = 5010 \text{ см}^4;$$

$$S_x = 210 \text{ см}^3;$$

$$t_w = 0,6 \text{ см};$$

$$q_{T.Y.O} = 31,5 \text{ кН/м}$$

Танлаб олинган тўсинни мустаҳкамликка текшираимиз ўз оғирлигини эътиборга олган ҳолда.

$$\sigma = \frac{M_{\max} + M_{T.Y.O.}}{W_x \gamma_c} = \frac{(8518 + 66,15) \cdot (10)}{371 \cdot 1} = 231,4 \text{ МПа}$$

Тўсинни ўз оғирлигидан ҳосил бўлаётган момент

$$M_{T.Y.O.} = \frac{q_{T.Y.O.} \gamma_f l^2}{8} = \frac{31,5 \cdot 1,05 \cdot 4^2}{8} = 66,15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{фарқи } \frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{235 - 231,4}{235} \cdot 100\% = 1,5\% < 5\%$$

Қирқувчи кучга ҳам тўсинни текшираимиз.

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{85,79 \cdot 210(10)}{5010 \cdot 0,6} = 59,9 \text{ МПа}$$

Таянчлар орасидаги максимал қирқувчи кучни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз.

$$Q_{\max} = \frac{(q + q_{TVV} \cdot \gamma_f) l}{2} = \frac{(42,58 + 0,315 \cdot 1,05) \cdot 4}{2} = 85,79 \text{ кН}$$

Танлаб олган тўсинни биқирлигини ҳам текшираимиз.

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^H l^3}{I_x \cdot E} = \frac{5}{384} \cdot \frac{35,95 \cdot 400^3}{2060000 \cdot 5010} = 0,0029 = \frac{1}{344} < \left[\frac{1}{250} \right]$$

6.3.1. Масала. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинни ҳисобланг. Таянч оралиғидаги масофа $L=16\text{м}$ га тенг. Таъсир этаётган ёйма норматив юк $q^H=184\text{кН/м}$. ҳисобий юк $q=219,74 \text{ кН/м}$ тенг. Пўлат маркаси Ст 3 пс 5.

Ечими: Ташқи таъсир этаётган юкдан тўсинда ҳосил бўладиган катта эгувчи моментлар топилади:

Норматив юкдан:

$$M_{\max}^H = \frac{q^H \cdot L^2}{8} = \frac{184 \cdot 16^2}{8} = 5886,94 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

ҳисобий юкдан

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{219,7 \cdot 16^2}{8} = 7031,68 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Тўсинда юклар таъсиридан ҳосил бўладиган қирқувчи кучни аниқлаймиз:

$$Q = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{219,7 \cdot 16}{2} = 1757,92 \text{ кН}$$

Талаб қилинган қаршилик momenti топилади:

$$W_{\text{т.к.}} = \frac{M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{703168 \cdot (10)}{235 \cdot 1} = 29922 \text{ см}^3$$

Қулай юза топиш учун тўсинни баландлигини тўғри қабул қилиб олишимиз лозим: бунинг учун биринчи навбатда

1) Тўсинни энг кичик баландлигини аниқлаймиз:

$$h_{\min} = \frac{5R_y L M^H}{24 E \left[\frac{f}{l} \right] M} = \frac{5}{24} \cdot \frac{2350 \cdot 1600 \cdot 5886,94}{2,06 \cdot 10^6 \left[\frac{1}{400} \right] \cdot 7031,68} = 127,3 \text{ см}$$

2) Тўсиннинг оптимал баландлигини аниқлаймиз:

$$h_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{3W_{\text{т.к.}}}{2 \cdot t_w}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 29962}{2 \cdot 1,2}} = 193,4 \text{ см}$$

t_w – тўсин деворини қалинлиги. Деворнинг қалинлигини империк формуладан фойдаланиб топамиз:

$$t_w = 7 + \frac{3 \cdot h_{\min}}{1000} = 7 + \frac{3 \cdot 127,3}{1000} = 10,82 \text{ мм}$$

деворнинг қалинлигини 1,2 см қилиб қабул қиламиз.

Тўсиннинг баландлигини 185 см га тенг деб қабул қилиб, токчасининг юзасини аниқлаймиз.

$$A_f = \frac{W_{\text{т.к.}}}{h} - \frac{h \cdot t_w}{6} = \frac{29922}{185} - \frac{1,2 \cdot 185}{6} = 124,7 \text{ см}^2$$

Варақасимон прокатли пўлатдан 530х25 қабул қиламиз юзаси $A_f = 132,5 \text{ см}^2$

шундай олсак, тўсиннинг умумий турғунлиги $b_f = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) h$ ва токчанинг маҳаллий турғунлиги бажарилади

$$b_f < 30 t_f$$

$$53 < 75$$

Қабул қилиб олган тўсинни геометрик тавсифини аниқлаймиз:

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{180^3 \cdot 1,2}{12} + 2 \cdot 2,5 \cdot 53 \cdot \left(\frac{180 + 2,5}{2} \right)^2 = 2789739 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{h} = \frac{2 \cdot 2789739}{185} = 30159 \text{ см}^3$$

$$S_x = A_f \cdot \frac{h_w + t_f}{2} + \frac{t_w \cdot h_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} = 53 \cdot 2,5 \cdot \frac{180 + 2,5}{2} + \frac{1,2 \cdot 180^2}{2 \cdot 4} = 16951 \text{ см}^3$$

Тўсинни 1м узунлигидаги оғирлигини аниқлаймиз.

$$q_{\kappa.m.y.o.} = (2 \cdot A_f + A_w) \rho = (2 \cdot 0,01335 + 0,0216) \cdot 78,5 = 3,76 \text{ кН / м}$$

Қабул қилинган тўсинни мустаҳкамлигини текшираамиз:

$$\sigma = \frac{M}{W_x \gamma_c} = \frac{703168 \cdot (10)}{30159 \cdot 1} = 233,2 < 235 \text{ МПа}$$

фарки

$$\frac{235,0 - 233,2}{235} \cdot 100\% = 1\% < 5\%$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{175792 \cdot 16961}{2789739 \cdot 1,2} = 890 \text{ кЗ / см}^2 < R_s$$

ва бикирлигини ҳам текшираамиз:

$$\frac{f}{l} = \frac{5 \cdot M^H L}{48 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 58869240 \cdot 1600}{48 \cdot 2060000 \cdot 2789739} = 0,0017 < \left[\frac{1}{400} \right]$$

Катта тўсиннинг умумий турғунлигини текшираамиз.

Қуйидаги шартларни текшириб қураамиз:

- таъсир этаётган юк узлуксиз мустаҳкам тўшама орқали катта тўсинни тепа токчасига таъсир этишлигини;
- катта тўсинни ҳисобий узунлиги токчасини энига бўлган нисбати қуйидаги шартни қониктирса:

$$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{100}{53} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{53}{2,5} + \left(0,73 - 0,016 \frac{53}{2,5} \right) \frac{53}{182,5} \right] \sqrt{\frac{206000}{235}}$$

$$1,9 < 17,5$$

шунда катта тўсиннинг умумий турғунлиги ва устиворлиги таъминланади.

Тўсин элементларининг маҳаллий устиворлиги

1. Сиқилишга ишлаётган катта тўсинни токчасини турғунлигини текшираамиз.

$$\frac{e_{ce}}{t_f} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{53 - 1,2}{2 \cdot 2,5} \leq 0,5 \sqrt{\frac{206000}{235}}$$

$$10,36 < 14,8$$

Шундай қилиб токчани устиворлиги таъминланган.

2. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинни деворини устиворлигини текшириш учун келтирилган шартли эгилувчанлигини аниқлаймиз.

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{180}{1,2} \sqrt{\frac{235}{206000}} = 5,07 > 3,5$$

Демак, деворни турғунлигини ошириш учун кўндаланг қовурғалар қўйилади. Қовурғаларни оралиғи 2h дан ошиб кетмаслиги керак 180х2=360см. Қовурғанинг энини қуйидаги формула орқали топамиз:

$$b_k = \frac{h}{30} + 40 = \frac{182,5}{30} + 40 = 101 \text{ мм}$$

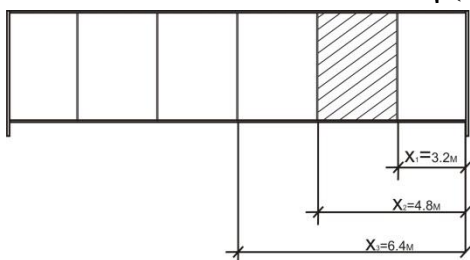
$e_k = 105 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

Қовурғанинг қалинлигини қуйидаги нисбатдан топилади:

$$t_k = 2b_k \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 10,5 \sqrt{\frac{235}{206000}} = 0,7 \text{ см}$$

Қовурғанинг қалинлигини 8мм қилиб оламиз. Қовурғали катта тўсиннинг деворини турғунлигини қуйидаги формула орқали текширилади.

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{сч}} + \frac{\sigma_{los}}{\sigma_{losco}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{сч}}\right)^2} \leq \gamma_c$$



бу ерда σ, τ -қурилатган катакда ташқи кучлар таъсиридан юзада ҳосил бўлатган кучланишлар.

$$\sigma = \frac{M_{ypma}}{W_x \gamma_c} = \frac{571909 \cdot (100)}{30159 \cdot 1} = 189,6 \text{ МПа}$$

$$M_{ypma} = \frac{M_1 + M_{11} + M_{111}}{3} = \frac{6750,4 + 5906,61 + 4500,27}{3} = 5719,09 \text{ кНм}$$

$$R = \frac{qL}{2} = \frac{219,74 \cdot 16}{2} = 1757,92 \text{ кН}$$

$$M_1 = R \cdot x_1 - \frac{q \cdot x_1^2}{2} = 1757,92 \cdot 3,2 - \frac{219,74 \cdot 3,2^2}{2} = 4500,27 \text{ кНм}$$

$$M_{11} = R \cdot x_2 - \frac{q \cdot x_2^2}{2} = 1757,92 \cdot 4,8 - \frac{219,74 \cdot 4,8^2}{2} = 5906,61 \text{ кНм}$$

$$M_{111} = R \cdot x_3 - \frac{q \cdot x_3^2}{2} = 1757,92 \cdot 6,4 - \frac{219,74 \cdot 6,4^2}{2} = 6750,4 \text{ кНм}$$

Маҳаллий кучдан ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma_{los} = \frac{F}{t_w l_{ef}} = \frac{106,5 \cdot (10)}{1,2 \cdot 19} = 46,7 \text{ МПа}$$

$$F = \frac{q_{IT} \cdot l}{2} = \frac{38,02 \cdot 5,6}{2} = 106,5 \text{ кН}$$

$$l_{ef} = b + 2t_f = 14 + 2,5 \cdot 2 = 19 \text{ см}$$

$$\tau = \frac{Q_{ypma} S_x}{I_x t_w} = \frac{703,17 \cdot 16591 \cdot (10)}{2789739 \cdot 1,2} = 35,6 \text{ МПа}$$

$$Q_{ypma} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3} = \frac{351,58 + 703,17 + 1054,75}{3} = 703,17 \text{ кН}$$

$$Q_1 = R - q \cdot x_1 = 1757,92 - 219,74 \cdot 3,2 = 1054,75 \text{ кН}$$

$$Q_2 = R - q \cdot x_2 = 1757,92 - 219,74 \cdot 4,8 = 703,17 \text{ кН}$$

$$Q_3 = R - q \cdot x_3 = 1757,92 - 219,74 \cdot 6,4 = 351,58 \text{ кН}$$

Қалтис нормал кучланиш

$$\sigma_{сч} = \frac{C_{сч} \cdot R_y}{\lambda_w^2} = \frac{33,3 \cdot 235}{5,07^2} = 304,45 \text{ МПа}$$

$C_{сч}$ - коэффициентни қиймати жадвалдан аниқланади δ - қараб

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{ef}} \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^3 = 0,8 \frac{53}{180} \left(\frac{2,5}{1,2} \right)^3 = 2,13$$

Маҳаллий нормал қалтис кучланиш

$$\sigma_{los,сч} = \frac{c_1 \cdot R_y}{\lambda_w^2} = \frac{46,5 \cdot 235}{5,07^2} = 425,1 \text{ МПа}$$

C_1 — коэффициентни қиймати параметр δ ва μ га қараб жадвалдан аниқланади.

μ -катакни катта томонни кичик томонига бўлган нисбати

$$\mu = \frac{d}{h_{ef}} = \frac{320}{180} = 1,78$$

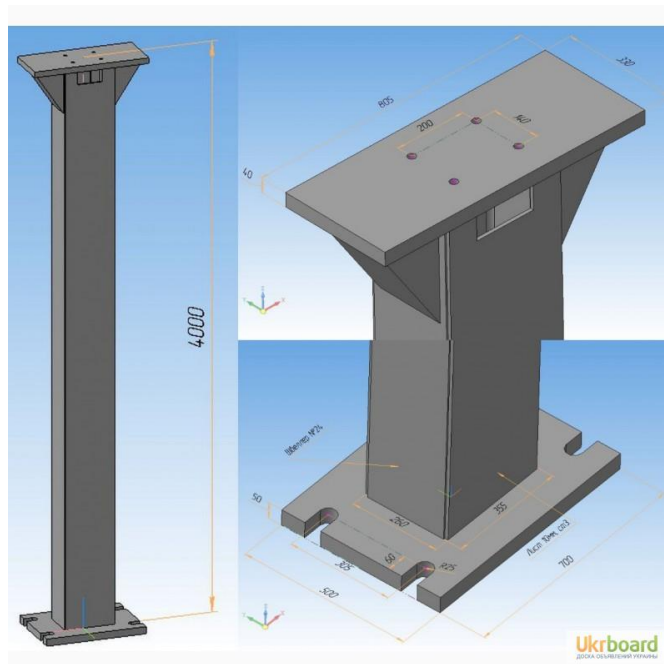
уринма қалтис кучланиш

$$\tau_{сч} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\lambda_{ef}^2} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{1,78^2} \right) \cdot \frac{136,3}{5,07^2} = 67,7 \text{ МПа}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{сч}} + \frac{\sigma_{los}}{\sigma_{los,сч}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{сч}} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{189,6}{304,4} + \frac{46,7}{425,1} \right)^2 + \left(\frac{35,6}{67,7} \right)^2} = \sqrt{(0,623 + 0,11)^2 + (0,526)^2} = \sqrt{0,537 + 0,277} = 0,9 < 1$$

7- бoб. МАРКАЗИЙ СИҚИЛИШГА ИШЛАЁТГАН УСТУНЛАРНИ ХИСОБЛАШ ТАРТИБИ. МЕТАЛЛ УСТУНЛАР

Устунлар ўзидан юқорида жойлашган конструкциялардан тушадиган юкларни пойдеворларга узатувчи конструктив элементлардир. Устунлар қуйидаги қисмлардан иборат: юқорида жойлашган конструкциялардан тушадиган юкларни бевосита қабул қиладиган қисми - бош қисм, юкни узатувчи асосий ўрта қисм - стержень, стержендан пойдеворга юкни узатадиган қисми - асос. Устун стерженининг кесими яхлит ёки панжарали бўлади. Ялпи кесимлар очик ва берк бўлиши мумкин.



7. 1. Устунларни асосий ўрта қисми - стержень

Устунларни лойиҳалаш уларнинг кесими турини танлашдан бошланади. Бунда «Х-Х» ҳамда «У-У» ўқлари текислигида бир хил устиворликка эга бўлиши мақсадга мувофиқ. Бунинг учун қуйидаги шарт қаноатлантириши лозим

$$\lambda_x = \lambda_y \quad \text{ёки} \quad I_x = I_y \quad \text{ва} \quad i_x = i_y$$

Юкни таъсир этишига ва устунни ҳисобий узунлигига қараб эгилувчанлиги белгиланади. Агар таъсир этаётган юк 150-200т атрофида, баландлиги 4-6м бўлса, унда эгилувчанлигини 100-70 оралиғида олинади. Таъсир этаётган юк 250-400т–гача бўлса, эгилувчанлигини 70-50 оралиғида белгиланади. Шартли эгилувчанлиги ҳисобланади ва мос келадиган формуладан фойдаланиб коэффициент «φ» нечага тенглиги аниқланади ва устуннинг зарурий юзаси топилади:

$$A_{TK} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} \quad (7.1)$$

кесим юзани талаб қилинган инерция радиуси ва томонлари ўлчамлари аниқланади:

$$i_{TK} = \frac{l_{ef}}{\lambda} \quad h_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_1} \quad b_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_2} \quad (7.2)$$

Кесим танлагач, устуннинг мустаҳкамлиги ва турғунлиги қуйидаги формула бўйича текширилади

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A \gamma_c} \leq R_y \quad (7.3)$$

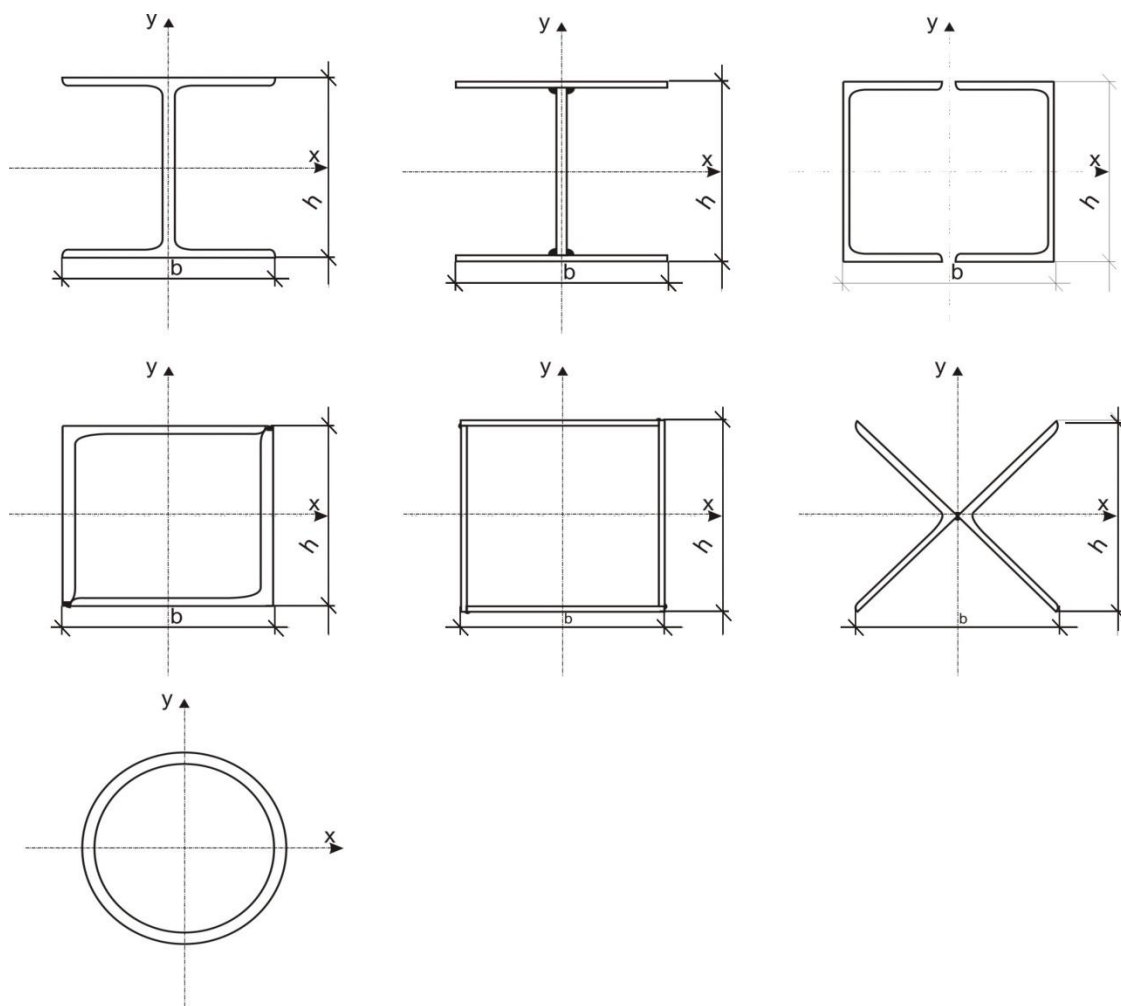
$\varphi_{\min}$ -кичик бўйлама эгилиш коэффиценти, энг катта эгилувчанлик киймати бўйича қуйидаги формулалар билан ҳисобланади; шартли эгилувчанлиги

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R}{E}} \quad 0 < \bar{\lambda} < 2,5 \text{ гача бўлса, } \varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} \quad (7.4)$$

$$2,5 < \bar{\lambda} < 4,5 \text{ бўлса, } \varphi = 1,47 - 13,0 \cdot \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 \quad (7.5)$$

$$\bar{\lambda} > 4,5 \text{ бўлса, } \varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 \cdot (51 - \bar{\lambda})} \quad (7.6)$$

Устун кесимлари



Расм 7.1. Устун кесими юзалари.

Инерция радиусининг қийматлари

жадвал 7.1

i_x	0.21 h	0.43 h	0.38 h	0.38 h	0.43 h	0.43 h	0.47 h
i_y	0.20 b	0.43 b	0.44 b	0.60 b	0.24 b	0.43 b	0.40 b

7.2. Устунларнинг бош қисмлари

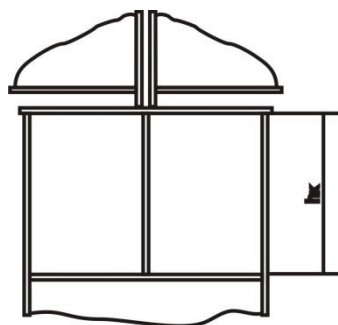
Устуннинг бош қисми устундан юқорида жойлашган конструкциялар учун таянч бўлиб хизмат қилади ва тушадиган юкни устуннинг стержень кесими бўйлаб текис тарқатади.

Устунлар тўсинлар билан шарнирли ёки бикр туташтирилган бўлиши мумкин. Шарнирли туташишда одатда тўсин устуннинг устига қўйилади. Бу ҳолда устуннинг бош қисми плита ва уни ушлаб туриб, юкни устун стерженига узатувчи қовурғалардан иборат бўлади. Бу ҳолда устунга юк тўсинларнинг йўналган қиррали таянч қовурғалари орқали узатилади, бош қисмининг плитаси пастдаги қовурғалар ёрдамида ушлаб турилади. Қовурғанинг баландлиги шу қовурғанинг тармоқларга ёки деворгача маҳкамлайдиган пайванд чоклар узунлиги бўйича аниқланади;

$$(7.7) \quad h_k = \frac{N}{4R_{wf}K_f\gamma_c\beta_f}$$

ёки

$$(7.8) \quad h_k = \frac{N}{4R_{wz}K_f\gamma_c\beta_f}$$



Расм 7.2. Устуннинг тепа қисми

Тўсин устунга ёнбошидан туташган бўлса вертикал реакция тўсиннинг таяниш қовурғасининг йўналган қирраси орқали таяниш плитасига ва ундан устуннинг тоқчасига узатилади. Таяниш плитасини устун тоқчасига бириктирувчи пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула билан текширилади:

$$\sigma_w = 1,3 \frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad \sigma_w = 1,3 \frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (7.9)$$

Тўсиннинг таянч қовурғасининг пастки қирраси билан таяниш плитасининг қирраси баъзи сабабларга кўра параллел бўлмай қолиши мумкин. Бунинг натижасида иккита вертикал чокдан бирига $N/2$ дан кўпроқ юк тушиб қолиши мумкин. Шу эҳтимолликни ҳисобга олиш мақсадида формуланинг суратида реактив куч 1,3 марта ошириб олинган.

7.3. Устунларнинг асослари

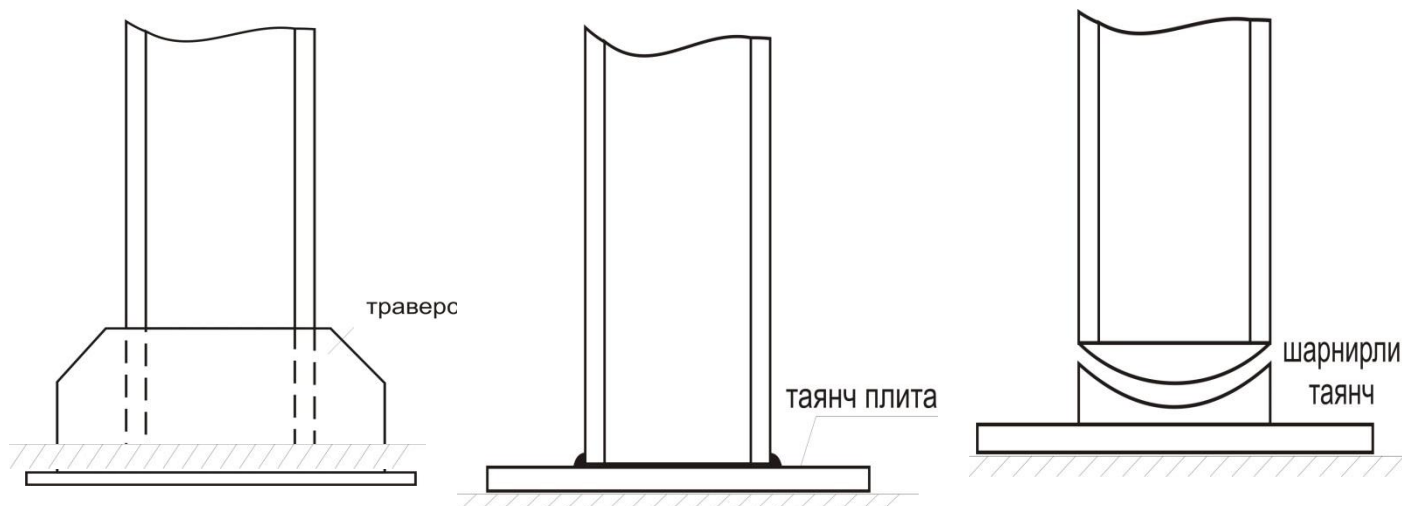
Устуннинг асослари стержендан келган юкни пойдеворга бир текис тақсимлашга ҳизмат қилади. Устун асослари уч хил бўлиши мумкин. Траверса билан, таянч плита билан, ва шарнирли таянчи билан.

Устундан тушадиган босим катта бўлганда плитанинг қалинлигини камайтириш мақсадида бўйлама ҳисобий куч плитага устуннинг стержени ва траверсалар орқали узатилади. Траверсалар устундан келадиган кучнинг плита юзаси бўйлаб текис тақсимланишига имконият беради.

Шарнирли таянч плитадан иборат бўлган устунлар идеал ҳисобий схемага жавоб беради, лекин уларни ўрнатиш бироз қийин кечади.

Таянч плитанинг ўлчамлари қуйидаги формула орқали аниқланади.

Устунни асослари



Расм 7.3. Устун асослари

$$A = \frac{N}{R_g \gamma_c} \quad A = a \times d \quad d = (1 + 1,4) a \quad (7.10)$$

R_g -пойдевор бетоннинг ҳисобий қаршилиги.

7.1.1. Масала. Устунни ҳисобланг. Таъсир этаётган ҳисобий куч $N=3516,0$ кН. Устунни ҳисобий узунлиги 4м га тенг. Пўлат маркаси Ст 3 пс5.

Ечим: Устуннинг эгилувчанлигини 70 деб белгилаб, шартли эгилувчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 70 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,34$. Демак, φ – коэффициент қийматини биринчи формуладан фойдаланиб ҳисоблаймиз;

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 2,34 \sqrt{2,34} = 1 - (0,0668) \cdot 3,58 = 0,761$$

ва талаб қилинган юзани аниқлаймиз:

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{3516 \cdot (10)}{0,761 \cdot 235 \cdot 0,95} = 207 \text{ см}^2$$

Устуннинг талаб қилинган инерция радиуси қуйидаги ифода орқали аниқланади:

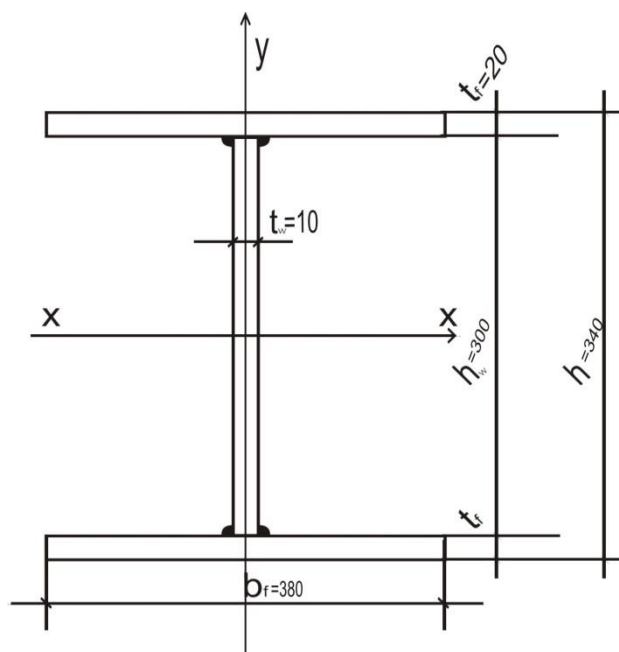
$$i_{T.K.} = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{400}{70} = 5,71 \text{ см}$$

Устуннинг кесим юзасини шаклини танлаб, уни асосий ўлчамларини аниқлаймиз:

$$h_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_1} = \frac{5,71}{0,43} = 13,3 \text{ см}$$

$$b_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_2} = \frac{5,71}{0,24} = 23,8 \text{ см}$$

Устуннинг алоҳида элементлардан ташкил топган қўштавр шаклига эга бўлган юзани танлаб оламиз ва варақасимон прокатли пўлатдан 300x10 девори учун 380x20x2 токчалари учун танлаб оламиз. Устуннинг умумий юзаси 182 см² тенг.



Расм 7.4. Устун кесим юзаси

Танлаб олган юзамизни геометрик тавсифларини аниқлаймиз:

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2b_f t_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{30^3 \cdot 1}{12} + 2 \cdot 38 \cdot 2,0 \cdot \left(\frac{30 + 2,0}{2} \right)^2 = 2250 + 38912 = 41162 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{t_w^3 \cdot h_w}{12} = \frac{38^3 \cdot 2,0}{12} \cdot 2 + \frac{1^3 \cdot 30}{12} = 18293 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{41162}{182}} = 15,0 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18293}{182}} = 10 \text{ см}$$

Х ва У ўқлари бўйича эгиливчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{400}{15,0} = 26,7$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{400}{10} = 40$$

Катта эгиливчанлигига қараб шартни эгиливчанлигини аниқлаймиз

$$\bar{\lambda} = 40 \sqrt{\frac{2350}{2100000}} = 1,34 < 2,5 \text{ ва } \varphi \text{ коэффицентини ҳисоблаб,}$$

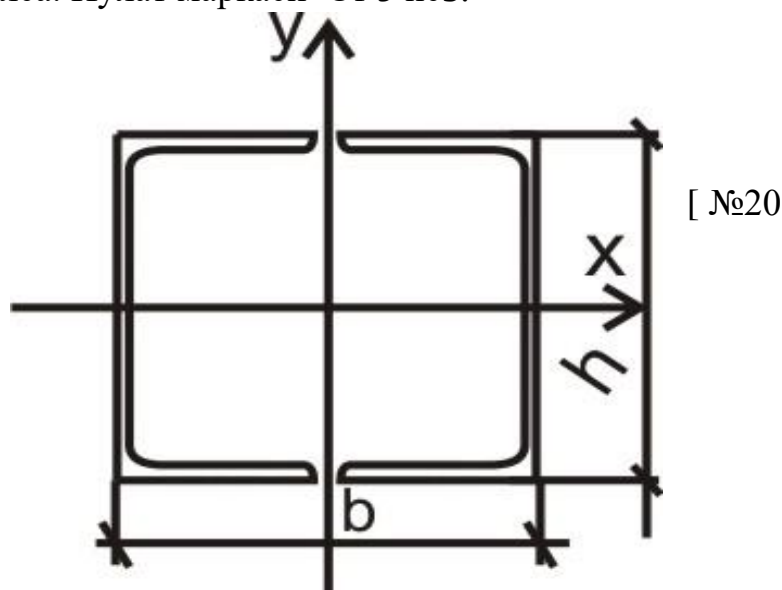
$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{235}{210000} \right) \cdot 1,34 \sqrt{1,34} = 1 - (0,0668) \cdot 1,551 = 0,896$$

танлаб олган юзани мустаҳкамлигини текшираимиз:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{3516 \cdot (10)}{0,896 \cdot 182 \cdot 0,95} = 227,0 \text{ МПа}$$

$$\text{фарқи} \quad \frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{235 - 227,0}{235} \cdot 100\% = 3,4\% < 5\%$$

7.1.2. Масала. Устунни кўтариш қобилиятини аниқланг. Агар устунни ҳисобий узунлиги 5м га тенг бўлиб, кесим юзаси иккита №20 швеллердан иборат бўлса. Пўлат маркаси Ст 3 пс5.



Расм 7.5. Устунни кесим юзаси

Ечими. Устуннинг эгилувчанлигини аниқлаймиз, бунинг учун кесим юзани геометрик тавсифномаларини ҳисоблаймиз;

$$I_x = 1520 \times 2 = 3040 \text{ см}^4$$

$$A = 23,4 \times 2 = 46,8 \text{ см}^2$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{3040}{46,8}} = 8,07 \text{ см}$$

$$I_y = (I_y^0 + A \cdot a^2) \cdot 2 = (113 + 23,4 \cdot 5,53^2) \cdot 2 = 1657 \text{ см}^4$$

$$a = e - z_y = 7,6 - 2,07 = 5,53 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1657}{46,8}} = 5,95 \text{ см}$$

$$\lambda_{efx} = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{500}{8,07} = 62$$

$$\lambda_{efy} = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{500}{5,95} = 84$$

Катта эгилувчанлигига қараб шартли эгилувчанлигини аниқлаймиз $\bar{\lambda} = 84 \cdot \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,81$ ва қуйидаги формуладан фойдаланиб φ коэффициентини қийматини топамиз;

$$\begin{aligned} \varphi = & 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \\ & - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) \cdot 2,81 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{235}{210000} \right) \cdot 2,81^2 = 1,47 - 0,01455 - 0,957 + \\ & + 0,1680 = 0,666 \end{aligned}$$

ва юзани кўтариш қобилятини аниқлаймиз;

$$N = R_y \cdot A \cdot \varphi \cdot \gamma_c = 23,5 \cdot 46,8 \cdot 0,666 \cdot 0,95 = 695,8 \text{ кН}$$

Назорат саволлари.

- 1) Устун неча қисмдан иборат?
- 2) Устунни ҳисоби.
- 3) Устунни бош қисми неча хил бўлиши мумкин?
- 4) Устунларни асослари.
- 5) Қайси шартлар бажарилганда устун тенг турғунликка эга бўлади?

8 – боб. М Е Т А Л Л Ф Е Р М А Л А Р

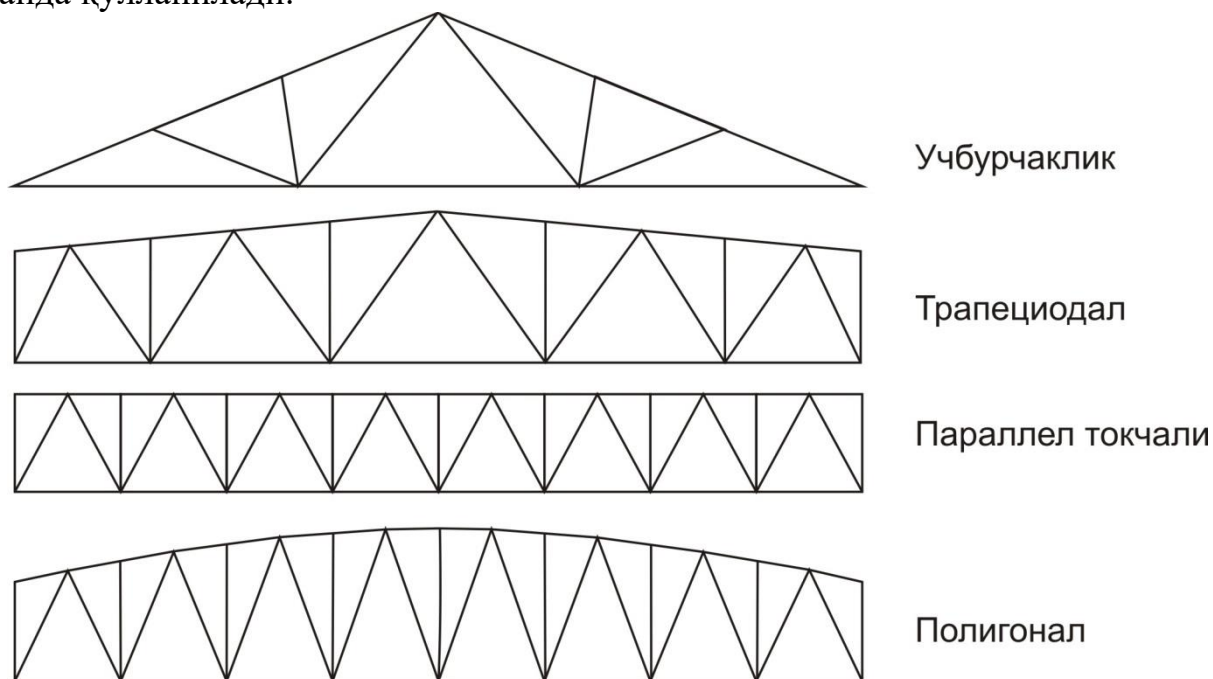
Ҳозирги даврда учбурчак шаклли, трапециясимон, параллел камарли ва кўпбурчакли полигонал фермалар қўлланилади. Учбурчак шаклли фермалар том ёпмасига кескин қиялик $25^0 - 45^0$ талаб этадиган материаллар билан ёпилишда қўлланилади. (тўлқинли асбест-цемент шиферлар, черепицалар ва б.)

Таянч қисми мураккаб устун билан фақат шарнир орқали бириктирилади. Аксарият ҳолларда ферманинг ўлчамлари ундан фойдаланишдаги, меъморчилик ва технологик талабларга кўра белгиланади.

Трапециясимон фермалар томи кескин қия бўлмаган биноларда ишлатилади. Конструктив томонидан бир неча афзалликларга эга, эгувчи момент эпюрасига шакли тўлароқ жавоб беради, устун билан мустаҳкам ва шарнир орқали бириктирилиши мумкин.

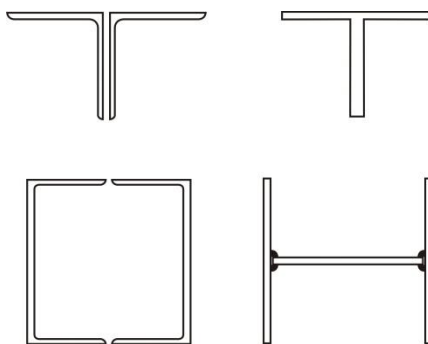
Параллел камарли фермалар саноат ишлаб чиқариши талабларини тўлароқ қондириши ва оддий кўринишга эга бўлгани сабабли қурилишда кўпроқ қўлланилади.

Кўпбурчакли полигонал фермаларнинг ташқи кўриниши эгувчи момент эпюрасининг шаклига яқин бўлганлиги туфайли улар материалнинг сарфланиши нуқтаи назаридан энг тежамли деб ҳисобланади. Шунинг учун бундай фермалар, асосан катта ораликли бўлган биноларни қоплашда ва юклар нисбатан катта бўлганда қўлланилади.



Расм 8.1 Фермалар

Ферма элементларининг кесим турлари



Расм 8.2. Ферма элементларининг кесим юзаси



8.1. Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобли кучни аниқлаш.

Элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучларни қурилиш механикаси усулларида фойдаланиб топилади. Моментлар усули, фермани кесиш усули, тугунларни кесиш усули, Максвелл – Кремона диаграммасидан фойдаланиш усули. Бу усуллардан фойдаланиб ферманинг элементларида доимий юкдан, қор юкидан ва таянч моментлардан ҳосил бўладиган кучлар аниқланади. Ва уларни йиғиндиси элементга таъсир этаётган ҳисобий кучни беради.

Ферма элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлангандан кейин уларни ҳисобини қилиш керак бўлади.

Ҳисоблаш тартиби қуйидагича:

1. Чўзилишга ишлайдиган элементларни талаб қилинган кесим юзасини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$A_{mk} = \frac{N}{R_y \gamma_c} \quad (8.1)$$

2. Бурчаклик сортаментидан мос келадиган бурчакликлар танлаб олинади:

$$A_{т.к.} \leq A_x \quad (8.2)$$

3. Мустаҳкамлиги текширилади, бунда .

$$\sigma = \frac{N}{A_x \cdot \gamma_c} \leq R_y \quad (8.3)$$

бўлиши керак.

1.Сиқилишга ишлайдиган элементларнинг эгилувчанлигини қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлиги топилади ва φ коэффиценти мос келадиган формула бўйича ҳисобланади ва талаб қилинган кесим юзаси аниқланади:

$$A_{т.к.} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \quad (8.4)$$

бу ерда: γ_c - элементни ишлашини эътиборга оладиган коэффициент, агарда эгилувчанлик $\lambda > 60$ бўлса, 0,8га тенг, $\lambda < 60$ бўлса, 0,95га тенг инерция радиуси ҳам аниқланади:

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda}$$

2.Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг (ёки тенгсиз) томонли бурчакликларни қабул қилиб, A_x , i_x , i_y ҳақиқий юзаси ва радиус инерциялари ёзилади.

3.Танлаб олинган элементлар мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади. Бунинг учун аввал $x - x$ ва $y - y$ ўқи бўйича эгилувчанлиги аниқланади:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}$$

Аниқланган эгилувчанлигини катта қийматига қараб, шартли эгилувчанлиги топилади ва мос келадиган формуладан фойдаланиб ϕ -коэффициентни қиймати ҳисобланади, элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \phi_{\min} \cdot A_x} \leq R_y \quad (8.5)$$

8.2 Ферма тугунларини ҳисоблаш

Ферма тугунларини ҳисоблаш билан элементни бириктирадиган чок узунлиги аниқланади ва фасонкани ўлчамлари белгиланади.

Бурчак чокни узунлиги қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

- обушок учун эритилган пўлатни кесими бўйича

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (8.6)$$

- пўлатни эриш чегараси кесими бўйича

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (8.7)$$

- пероси учун эритилган пўлатни кесими бўйича

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (8.8)$$

- пўлатни эриш чегараси кесими бўйича.

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (8.9)$$

бу ерда α – ҳисобий кучни чоклар аро тақсимлаб берувчи коэффициент, тенг томонли бурчак учун $\alpha = 0,7$ тенг; тенгсиз томонли бурчак учун $\alpha = 0,65$, агар бурчак катта томони билан фасонкага бириктирилган бўлса; $\alpha = 0,75$, агар бурчак кичик томони билан фасонкага бириктирилган бўлса;

β_f , β_z - пайванд чоки қайси усул билан бажарилишига боғлиқ бўлган коэффициент, КМК 2.03.05- 97 13.1-жадвалидан олинади

K_f - бурчакли чокни қалинлиги уланаётган элементларнинг кичик қалинлиги олинади;

R_{wf} - эритилган пўлат чокини ҳисобий қаршилиги

$$R_{wf} = 0,55 \frac{R_{wun}}{\gamma_m}; \quad (8.10)$$

R_{wz} - пўлатни эриш чегараси кесими бўйича ҳисобий қаршилиги

$$R_{wz} = 0,45 R_{wun}; \quad (8.11)$$

Хозирги даврда учбурчак шаклли, трапециясимон, параллел камарли ва кўпбурчакли полигонал фермалар қўлланилади. Учбурчак шаклли фермалар том ёпмасига кескин қиялик 25^0 – 45^0 талаб этадиган материаллар билан ёпилишда қўлланилади. (тўлқинли асбест-цемент шиферлар, черепицалар ва б.)

Таянч қисми мураккаб устун билан фақат шарнир орқали бириктирилади. Аксарият ҳолларда ферманинг ўлчамлари ундан фойдаланишдаги, меъморчилик ва технологик талабларга кўра белгиланади.

Трапециясимон фермалар томи кескин қия бўлмаган биноларда ишлатилади. Конструктив томонидан бир неча афзалликларга эга, эгувчи момент эпюрасига тўлароқ жавоб беради, устун билан ҳам мустаҳкам, ҳам шарнир орқали бириктирилиши мумкин.

Параллел камарли фермалар саноат ишлаб чиқариши талабларини тўлароқ қондириши ва оддий кўринишга эга бўлгани сабабли қурилишда кўпроқ қўлланилади.

Кўпбурчакли полигонал фермаларнинг ташқи кўриниши эгивчи момент эпюрасининг шаклига яқин бўлганлиги туфайли улар материалнинг сарфланиши нуқтаи назаридан энг тежамли деб ҳисобланади. Шунинг учун бундай фермалар, асосан катта ораликли бўлган биноларни қоплашда ва юклар нисбатан катта бўлганда қўлланилади.

Элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучларни қурилиш механикаси усулларида фойдаланиб топилади ва элементларнинг кесим юзалари аниқланади:

- сиқилишга ишлаётган элемент учун - $A_{TK} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c}$

- чўзилишга ишлаётган элемент учун - $A_{mk} = \frac{N}{R_y \gamma_c}$

Фермани лойиҳалаш ва ҳисоблаш

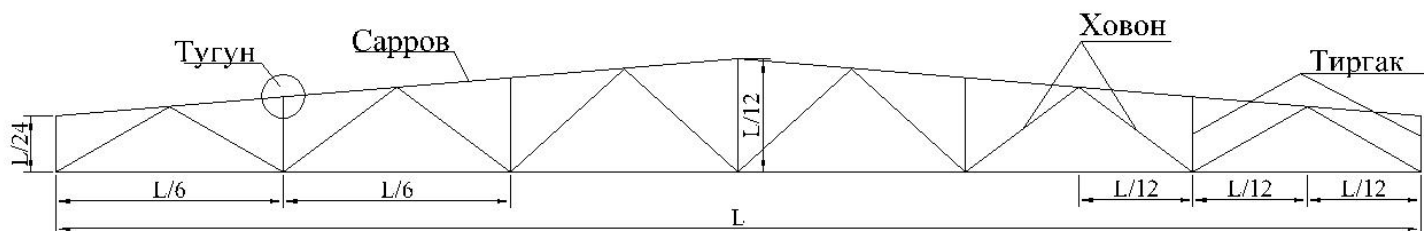
Талаб қилинади: Фермани қисмларидаги кучларни ва қисм юзаларини ҳисоблаш:

Бошланғич маълумотлар:

Ферма узунлиги	$l = 27 \text{ м.}$
Тугунлар орасидаги масофа	$b = 2.25 \text{ м.}$
Ферма баландлиги	$h_1 = 2.5 \text{ м. } h_2 = 1.25 \text{ м.}$
Қор юки	$c_0 = 1.0 \text{ кН/м}^2$
Ҳисобий қаршилик	$R_y = 29 \text{ кН/см}^2$
Фермани қадами	$S = 6 \text{ м.}$
Бино узунлиги	$H = 60 \text{ м}$

Бино иситилади, ферманинг боғланиши шарнирли. Фермани ҳисоби ва унинг қисмларини лойиҳалаш қуйидаги босқичлардан иборат:

1. Фермани геометрик чизмасини аниқлаш.



2. Юкларни аниқлаш.

Фермани қисмларига доимий ва вақтли юклардан ташқари, ферманинг ўз оғирлигидан тугунлардан ва том қатламида ҳосил бўладиган юклар ҳам таъсир этади.

Қуйидаги мисолда вақтли юк сифатида қор қатламидан ҳосил бўлган юк қабул қилинади.

Ферманинг 1м^2 горизонтал юзадаги меъёрий оғирлигини қуйидаги формула билан аниқлаймиз.

$$q = k \times l = 0.01 \times 27 = 0.27 \text{ кН/м}^2$$

$k = 0.01 \text{ кН/м}$ – ферма оғирлиги коэффиценти.

Коэффиценти k пайвандли (сваркали) фермаларда ҳисобга олинади.

Фермага таъсир этаётган юкларни жамлаш

№	Юклар	Меъёрий юк. Н/м ²	Юк бўйича мавсумий коэф.	хисобий юк. Н/м ²
	Доимий юклар.			
1.	Сувдан химоя қатлам	150	1.3	195
2.	Асфальт сувоқ қалинлиги	360	1.3	468
3.	Иссиклик ўтказмайдиган катлам (пенобетон) қалинлиги $b=8$ мм; $g=580$ кг/м ³	464	1.2	556.8
4.	Бўғдан химоя қатлами	50	1.05	52,5
5.	Пўлат ёпма	50	1.05	52,5
6.	Тугунлар	50	1.05	52,5
7.	Тўсинлар	150	1.05	157,5
8.	Ферма	270	1.05	283.5
Жами:		1544		1818.3
Вақтли юклар				
1.	Қор юкки	1000	1.4	1400
Жами:		2544		3218.3

Ферманинг 1м узунлигига тушаётган ҳисобий юк.

$$q = q \cdot s$$

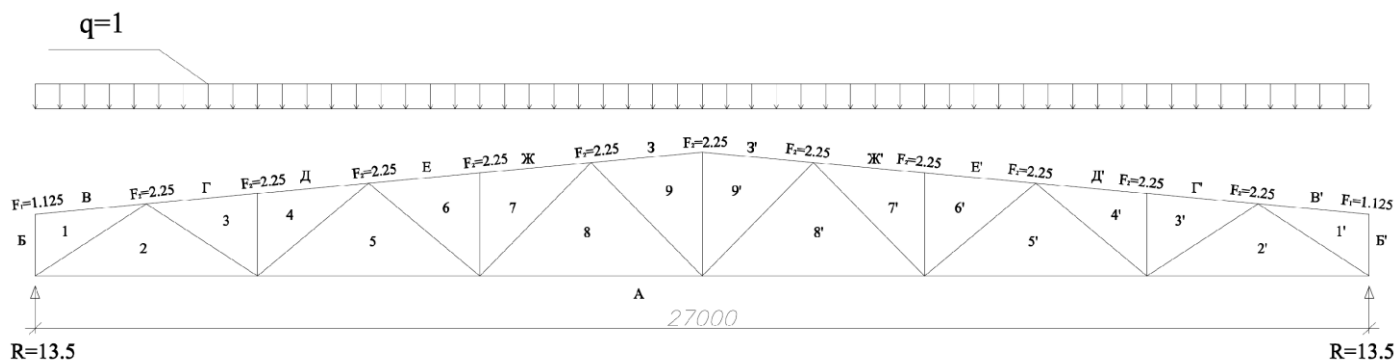
$$q = 6 \times 3.2183 = 19.31 \text{ кН/м}^2$$

Тугунлардаги ҳисобий юкдан ҳосил бўлган кучни аниқлаш.

Ферма ва юклар симметрик эканини назарга олиб ҳисобни ферманинг ярми учун бажарамиз. Ферма қисмларидаги ички кучларнинг қурилиш механикаси чизма усулидан фойдаланиб муносабат чизмасини курамиз.

Ферманинг ҳисоб чизмаси сифатида бутун узунлиги бўйича тенг таъсир этувчи бирлик юк таъсирини қабул қиламиз.

Тугунга тушаётган бирлик юк тугунлар орасидаги масофанинг яримига тенг.



$$F_1 = q (b_0 + b_1) / 2 = 1 (0 + 2,25) / 2 = 1,125 \text{ кН}$$

$$F_2 = q (b_1 + b_2) / 2 = 1 (2,25 + 2,25) / 2 = 2,25 \text{ кН}$$

$$R_a = R_b = (2F_1 + 11F_2) / 2 = (2 * 1,125 + 11 * 2,25) / 2 = 13,5 \text{ кН}$$

Фермани қисмларидаги кучларни аниқлаш

Фермани 1:50 масштабда чизамиз.

Ташқи кучларни қўйиб, берк ва очик майдонларни белгилаб оламиз.

Кучлар қўп бурчагини қўраётганда чизмада ташқи кучларни соат стрелкаси бўйича жойлаштирамиз.

Фермага таъсир килаётган кучлар олдинги майдоннинг белгисини кучнинг бошланиши, кучдан кейингисини охиригиси деб қабул қиламиз.

Ферма қисмларидаги кучларнинг тугун кесиш усули билан аниқлаймиз ва шундай тугун танлаймизки, ундаги номаълумлар сони иккитадан ортиқ бўлмасин.

Кучнинг ишорасини аниқлаш учун чизмага қараймиз. Агар куч тугунга йўналган бўлса, сиқилишга ва аксинча тескари йўналган бўлса, чўзилишга ишлайди.

Ферма қисмларининг кесим юзаларини танлаш

Кесим юзаларини танлашни пўлатнинг маркасини белгилашдан бошлаймиз.

Ферманинг асосий қисмига маркаси 18 ПС ГОСТ 235-70-79 бўлган пўлатни қабул қиламиз. Бу пўлатнинг хисобий қаршилиги:

$$R_y = 29 \text{ кН/см}^2$$

Фасонка учун маркаси 18ПС бўлган ва хисобий қаршилиги $R_y = 29 \text{ кН/см}^2$ бўлган пўлаит қабул қиламиз.

Сарров қисмларининг ҳисоби

Сарров қисмларининг хисобий узунлиги l_0 сифатида тугунлар орасидаги масофа қабул қилинади.

$$l_0=225 \text{ см}$$

Кесим юзаларини танлашни энг катта куч таъсир этаётган Ж-7 қисмдан бошлаймиз. $N_{Ж-7} = 755 \text{ кН}$.

Сарров қисмининг эгилувчанлиги $\lambda=74$ деб қабул қиламиз. У ҳолда марказий сиқилган қисмининг тўғри йўналиш бўйича эгилиш коэффициентини $\varphi = 0.6805$ га тенг деб оламиз.

Қисмнинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини ҳисоблаймииз.

$$A_{TK} = \frac{N\gamma_n}{\varphi R_y \gamma_c} = (755 \cdot 0.95) / (0.6805 \cdot 29 \cdot 0.95) = 38.26 \text{ см}^2 \quad A/2 = 19.13 \text{ см}^2$$

Бу ерда $\gamma_n=0.95$ бинолар бўйича хавсизлик коэффициенти 2-синф бинолар учун. $\gamma_c=0.95$ (СНиП 6 жалвалдан олинади).

$I=225/60 = 3.75 \text{ см}$ кесим юзасининг зарурий инерция радиуси (r).

Фасонканинг қалинлиги хавон ва тиргаклардаги кучларнинг миқдориға қараб, 2-жадвалдан қабул қиламиз. $N_{1-2}=440.3 \text{ кН}$ бўлганда $t=12\text{мм}$ қабул қилинади.

N кН	260-400	410-600	610-1000
t мм	10	12	14

Натижаға қараб сартаментдан 2 та тенг томонли бурчак **L 100x10** қабул қиламиз.

$$A = 19.2 \text{ см}^2 ; \quad A_{x2} = 38.4 \text{ см}^2$$

$$i_x = 3.05 \text{ см} ; \quad i_y = 4.59 \text{ см}$$

Сарров қисмининг ҳақиқий эгилувчанлигини ҳисоблаймиз.

$$\lambda_x = l_0 / i_x = 225 / 3.05 = 73.77$$

$$\lambda_y = l_0 / i_y = 225 / 4.59 = 49$$

Эгилувчанликнинг энг катта қийматига қараб, коэффициент φ ни аниқлаймиз.

$$\lambda_x = 74 \text{ га қараб, } \varphi = 0.681$$

Сарров устуворлигини текшираамиз.

$$\sigma = \frac{N \cdot \gamma_n}{2A \cdot \varphi \cdot \gamma_c} = (755 \cdot 0.95) / (38.4 \cdot 0.681 \cdot 0.95) = 28.87 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

$$\% = 0.13 / 29 \cdot 100 = 0.4\%$$

Пастки сарров ҳисоби

Ҳисобий энг катта зўриқиш ҳосил бўлган А-8 қисми учун амалға ошираамиз. ҳисобий куч – $N_{А-8} = 746.5 \text{ кН}$.

Тагсарров учун талаб этилган юзасини аниқлаймииз.

$$A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{R_s^* \gamma_c} = (746.5 \times 0.95) / (29 \times 0.95) = 25.74 \text{ см}^2$$

$$A/2 = 12.87 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **L 100x7** қабул қиламиз.

$$A = 13.8 \text{ см}^2 \quad A_{x2} = 27.6 \text{ см}^2 \quad i_x = 3.08 \text{ см}; \quad i_y = 4.52 \text{ см}$$

Кесимнинг устуворлигини текширамиз.

$$\sigma = \frac{N^* \gamma_n}{2A^* \gamma_c} = (746.5 \times 0.95) / (27.6 \times 0.95) = 27.05 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

$$\% = 1.95 / 29 \times 100 = 6.7 \%$$

Таг сарров кесимларининг эгилувчанлигини рухсат этилган миқдор $\lambda_n = 400$ дан ошиб кетмаслиги керак. $l = 450 \text{ мм}$.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 450 / 3.08 = 146.1 < 400$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 450 / 4.52 = 99.6 < 400$$

1-2 Хавон ҳисоби

Хавондаги ҳисобий куч $N_{1-2} = 440.3 \text{ кН}$.

Хавоннинг ҳисобий узунлигини қуйидаги формула билан аниқлаймииз.

Ҳисобий узунлик $l_{ox} = 0.8 \times l_{1-2} = 0.8 \times 268.1 = 214.48 \text{ см}$.

Хавон эгилувчанлигини $\lambda = 81$ деб қабул қиламиз, унда $\varphi = 0.623$ га тенг.

Хавоннинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймииз. $A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{\varphi^* R_s^* \gamma_c}$

$$= (440.3 \times 0.95) / (0.623 \times 29 \times 0.95) = 24.37 \text{ см}^2 \quad A/2 = 12.2 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **L 90x7** қабул қиламиз.

$$A = 12.3 \text{ см}^2 \quad A_{x2} = 24.6 \text{ см}^2 \quad i_x = 2.77 \text{ см} \quad i_y = 4.13 \text{ см}$$

Хавон қисмининг ҳақиқий эгилувчанлигини ҳисоблаймииз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 214.48 / 2.77 = 77.4$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 268.1 / 4.13 = 64.9$$

Эгилувчанликнинг энг катта қийматига қараб, коэффициент φ ни аниқлаймииз.

$$\lambda_x = 77 \text{ га қараб, } \varphi = 0.656$$

Хавон устуворлигини текширамиз.

$$\sigma = \frac{N^* \gamma_n}{2A^* \varphi^* \gamma_c} = (440.3 \times 0.95) / (24.6 \times 0.656 \times 0.95) = 27.3 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

$$\% = 1.7/29 \times 100 = 5.8 \%$$

2-3 Хавон ҳисоби

Хавондаги ҳисобий куч $N_{2-3} = 259.7 \text{ кН}$.

Хавоннинг узунлигини қуйидаги формула билан аниқлаймиз.

Ҳисобий узунлик $l_{ох} = 183.1 \text{ см}$.

Хавоннинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{R_s^* \gamma_c} = (259.7 \times 0.95) / (29 \times 0.95) = 8.96 \text{ см}^2 \quad A/2 = 4.48 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **└ 50x5** қабул қиламиз.

$$A = 4.8 \text{ см}^2 \quad A \times 2 = 9.6 \text{ см}^2 \quad i_x = 1.53 \text{ см} \quad i_y = 2.53 \text{ см}$$

Хавоннинг ҳақиқий эгиловчанлигини топамиз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 268.1 / 1.53 = 175.2 < 400$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 268.1 / 2.53 = 106 < 400$$

Хавон устуворлигини текшираамиз.

$$\sigma = \frac{N^* \gamma_n}{2A^* \gamma_c} = (259.7 \times 0.95) / (9.6 \times 0.95) = 27.05 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

$$\% = 1.95/29 \times 100 = 6.7 \%$$

4-5 Хавон ҳисоби

Хавондаги ҳисобий куч $N_{4-5} = 152.7 \text{ кН}$.

Хавоннинг узунлигини қуйидаги формула билан аниқлаймиз.

Ҳисобий узунлик $l_{ох} = l_{4-5} \times 0.8 = 292.9 \times 0.8 = 234.3 \text{ см}$.

Хавон эгиловчанлигини $\lambda = 108$ деб қабул қиламиз, унда $\varphi = 0.428$

Хавоннинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{\varphi^* R_s^* \gamma_c} = (152.7 \times 0.95) / (0.428 \times 29 \times 0.95) = 12.3 \text{ см}^2 \quad A/2 = 6.15 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **└ 70x4.5** қабул қиламиз.

$$A = 6.2 \text{ см}^2 \quad A \times 2 = 12.4 \text{ см}^2 \quad i_x = 2.16 \text{ см} \quad i_y = 3.29 \text{ см}$$

Хавоннинг ҳақиқий эгиловчанлигини топамиз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 234.3 / 2.16 = 108.4$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 292.9/3.29=89$$

Эгилувчанликнинг энг катта кийматига қараб, коэффициент φ ни аниқлаймиз.

$$\lambda_x = 108 \text{ га қараб, } \varphi = 0.428$$

Хавон устуворлигини текшираамиз.

$$\sigma = \frac{N^* \gamma_n}{2A^* \varphi^* \gamma_c} = (152.7 \times 0.95) / (12.4 \times 0.428 \times 0.95) = 28.77 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

$$\% = 0.23/29 \times 100 = 0.7 \%$$

5-6 Хавон ҳисоби

Хавондаги ҳисобий куч $N_{5-6} = 61.8 \text{ кН}$.

Хавоннинг узунлигини қуйидаги формула билан аниқлаймиз.

Ҳисобий узунлик $l_{ox} = 292.9 \text{ см}$.

Хавоннинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{R_s^* \gamma_c} = (61.8 \times 0.95) / (29 \times 0.95) = 2.13 \text{ см}^2 \quad A/2 = 1.1 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **┐45х4** қабул қиламиз.

$$A = 3.48 \text{ см}^2 \quad A \times 2 = 6.96 \text{ см}^2 \quad i_x = 1.38 \text{ см}^4 \quad i_y = 2.32 \text{ см}^4$$

Хавоннинг ҳақиқий эгилувчанлигини топамиз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 292.9/1.38=212.2$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 292.9/2.32=126.3$$

Хавон устуворлигини текшираамиз.

$$\sigma = \frac{N^* \gamma_n}{2A^* \gamma_c} = (61.8 \times 0.95) / (6.96 \times 0.95) = 8.9 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

7-8 Хавон ҳисоби

Хавондаги ҳисобий куч $N_{7-8} = 6.2 \text{ кН}$.

Хавоннинг узунлигини қуйидаги формула билан аниқлаймиз.

Ҳисобий узунлик $l_{ox} = l_{7-8} \times 0.8 = 321.2 \times 0.8 = 256.96 \text{ см}$.

Хавон эгилувчанлигини $\lambda = 150 \text{ деб қабул қиламиз, унда } \varphi = 0.2315$

Хавоннинг талаб этилган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_{mp} = \frac{N^* \gamma_n}{\varphi^* R_s^* \gamma_c} = (6.2 \times 0.95) / (0.2315 \times 29 \times 0.95) = 0.923 \text{ см}^2 \quad A/2 = 0.46 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2 та тенг томонли **┐56х4** қабул қиламиз.

$$A = 4.38 \text{ см}^2 \quad A_{x2} = 8.76 \text{ см}^2 \quad i_x = 1.73 \text{ см} \quad i_y = 2.73 \text{ см}$$

Хавоннинг хақиқий эгилувчанлигини топамиз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 256.96 / 1.73 = 148.53$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 321.2 / 2.73 = 117.66$$

Эгилувчанликнинг энг катта қийматига қараб, коэффициент φ ни аниқлаймиз.

$$\lambda_x = 149 \text{ га қараб, } \varphi = 0.2345$$

Хавон устуворлигини текширамыз.

$$\sigma = \frac{N * \gamma_n}{2A * \varphi * \gamma_c} = (6.2 * 0.95) / (8.76 * 0.2345 * 0.95) = 3.02 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

Тиргак ҳисоби

Ҳисобий куч – $N_{3-4} = 43.45 \text{ кН}$

Тиргак эгилувчанлигини $\lambda = 150$ деб қабул қиламыз, унда $\varphi = 0.2315$

Тиргак узунлиги $l_{3-4} = 166.7 \text{ см}$

Ҳисобий узунлик $l_{ox} = l_{3-4} * 0.8 = 166.7 * 0.8 = 133.4 \text{ см}$.

Талаб этилган қўндалан кесим юзасини аниқлаймиз.

$$A_{mp} = \frac{N * \gamma_n}{\varphi * R_s * \gamma_c} = (43.45 * 0.95) / (0.2315 * 29 * 0.95) = 6.47 \text{ см}^2 \quad A/2 = 2.235 \text{ см}^2$$

Натижага қараб сортаментдан 2та тенг томонли **L 45x4** қабул қиламыз.

$$A/2 = 3.48 \text{ см}^2 \quad A = 6.96 \text{ см}^2 \quad i_x = 1.38 \text{ см}^4 \quad i_y = 2.32 \text{ см}^4$$

Тиргакнинг хақиқий эгилувчанлигини топамиз.

$$\lambda_x = l_o / i_x = 133.4 / 1.38 = 96.66$$

$$\lambda_y = l_o / i_y = 166.7 / 2.32 = 71.85$$

Эгилувчанликнинг энг катта қийматига қараб, коэффициент φ ни аниқлаймиз.

$\lambda_x = 97$ га қараб, $\varphi = 0.5025$ хавон устуворлигини текширамыз.

$$\sigma = \frac{N * \gamma_n}{2A * \varphi * \gamma_c} = (43.45 * 0.95) / (6.96 * 0.801 * 0.95) = 7.8 \text{ кН/см}^2 < 29 \text{ кН/см}^2$$

Ферма тугунларининг ҳисоби

Металл чок бўйича ҳисоб.

Чокининг узунлигини аниқлаймиз.

$$l_w^a = \frac{0.7N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}}$$

$$l_w^y = \frac{0,3N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}}$$

Бу ерда,

β_f - чокнинг чуқурлигини сифатловчи коэффициент бўлиб, пайвандлаш технологиясига боғлиқ ҳолда уни 0.7 га тенг деб оламиз.

$R_{wf}=18$ кН/см² - металл чокнинг ҳисобий қаршилиги k_f - бурчакнинг асосидаги қалинлиги.

Ўлчамлари **90x7** (1-2) хавоннинг фасонкага маҳкамлаш учун пайвандлаш усулини қабул қиламиз.

Электроднинг Э 424 маркасидан фойдаланамиз. 1-2 хавондаги ҳисобий куч $N_{1-2} = 440.3$ кН га тенг.

Чокнинг бурчак асосидаги қалинлигини $K_f = 7$ мм га тенг деб оламиз.

Чокнинг бурчак учидаги қалинлигини $K_f = 5$ мм га тенг деб оламиз.

Хавонга таъсир этаётган куч бурчакнинг узунига 0.3 N ва унинг асосига 0.7 N миқдорда тақсимланади.

$$l_w^o = \frac{0,7N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,7 * 440.3}{2 * 0.7 * 18 * 0.7} = 17.47 \text{ см}$$

$$l_w^n = \frac{0,3N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,3 * 440.3}{2 * 0.7 * 18 * 0.5} = 10.48 \text{ см}$$

$l_w = 17.47 + 1 = 18$ см деб қабул қиламиз.

$l_w = 10.48 + 1 = 11$ см деб қабул қиламиз.

Ўлчамлари **L 50x5** (2-3) хавоннинг фасонкага маҳкамлаш учун пайвандлаш усулини қабул қиламиз.

Электроднинг Э 424 маркасидан фойдаланамиз. 2-3 хавондаги ҳисобий куч $N_{2-3} = 259.7$ кН га тенг.

Чокнинг бурчак асосидаги қалинлигини $K_f = 5$ мм га тенг деб оламиз.

Чокнинг бурчак учидаги қалинлигини $K_f = 3$ мм га тенг деб оламиз.

Хавонга таъсир этаётган куч бурчакнинг узунига 0.3N ва унинг асосига 0.7N миқдорда тақсимланади.

$$l_w^o = \frac{0,7N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,7 * 259.7}{2 * 0.7 * 18 * 0.5} = 14.43 \text{ см}$$

$$l_w^n = \frac{0,3N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,3 * 259,7}{2 * 0,7 * 18 * 0,3} = 10,3 \text{ см}$$

$l_w = 14,43 + 1 = 15$ см деб қабул қиламиз.

$l_w = 10,3 + 1 = 11$ см деб қабул қиламиз.

Ўлчамлари L70x4.5 (4-5) хавоннинг фасонкага маҳкамлаш учун пайвандлаш усулини қабул қиламиз.

Электроднинг Э 424 маркасидан фойдаланамиз. 4-5 хавондаги ҳисобий куч $N_{4-5} = 152,7$ кН га тенг.

Чокнинг бурчак асосидаги қалинлигини $K_f = 4,5$ мм га тенг деб оламиз.

Чокнинг бурчак учидаги қалинлигини $K_f = 3$ мм га тенг деб оламиз.

хавонга таъсир этаётган куч бурчакнинг узунига $0,3N$ ва унинг асосига $0,7N$ миқдорда тақсимланади.

$$l_w^o = \frac{0,7N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,7 * 152,7}{2 * 0,7 * 18 * 0,45} = 9,43 \text{ см}$$

$$l_w^n = \frac{0,3N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,3 * 152,7}{2 * 0,7 * 18 * 0,3} = 6,1 \text{ см}$$

$l_w = 9,24 + 1 = 10$ см деб қабул қиламиз.

$l_w = 6,1 + 1 = 7$ см деб қабул қиламиз.

Ўлчамлари L 45x4 (3-4) тиргакнинг фасонкага маҳкамлаш учун пайвандлаш усулини қабул қиламиз.

Электроднинг Э 424 маркасидан фойдаланамиз. 3-4 тиргакдаги ҳисобий куч $N_{3-4} = 43,45$ кН га тенг.

Чокнинг бурчак асосидаги қалинлигини $K_f = 4$ мм га тенг деб оламиз.

Чокнинг бурчак учидаги қалинлигини $K_f = 3$ мм га тенг деб оламиз.

Тиргакка таъсир этаётган куч бурчакнинг узунига $0,3N$ ва унинг асосига $0,7N$ миқдорда тақсимланади.

$$l_w^o = \frac{0,7N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,7 * 43,45}{2 * 0,7 * 18 * 0,4} = 3,02 \text{ см}$$

$$l_w^n = \frac{0,3N}{2\beta_f * k_f * R_{wf}} = \frac{0,3 * 43,45}{2 * 0,7 * 18 * 0,3} = 1,72 \text{ см}$$

$l_w = 3,02 + 1 = 4$ см деб қабул қиламиз.

$l_w = 1,72 + 1 = 3$ см деб қабул қиламиз.

Назорат саволлари.

- 1) Фермаларни турлари.
- 2) Қайси шаклли фермалар устунлар билан фақат шарнир орқали бириктирилади?
- 3) Қайси шаклли фермалар энг тежамли деб ҳисобланади?
- 4) Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобий кучларни қандай топилади?
- 5) Ферма элементларини ҳисоблаш тартиби.

9-БОБ. БИР ҚАВАТЛИ САНОАТ БИНОЛАРИНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Ҳар хил саноат маҳсулотлари махсус машиналар ёрдамида ва шунга мосланган бинолар ичида тайёрланади.

Саноат бинолари кранлар билан жиҳозланади. Бу кранлар конструкцияси кўтариш қобилияти, маҳсулот ишлаб чиқариш технологиясига ва жиҳозлашга қўйилган талабга қараб танлаб олинади. Бир қаватли саноат биноларини жиҳозлашга кўпроқ кўприксимон электрлашган кранлардан фойдаланилади. Бу кранлар талаб қилинган баландликда кран остидаги тўсинлар устида юриб (силжиб) бутун бинони ҳоҳлаган жойига (исталган жойга) юкни олиб бориб қўйиши мумкин. Бу ишлаб чиқаришда қулайликларни туғдиради. Ҳар хил кўтариш қобилиятига эга конструктив элементлардан қилинган синч бинони сиинчи деб айтилади. Бу синч бутун ташқи ва ички таъсир этаётган юкни қабул қилиб олиб ва уни заминга узатишга қобилиятига эга бўлиши керак.

Шу саноат биноларининг синчи 3 хил бўлиши мумкин;

1. Элементлари фақат темир бетондан қилинган;
2. Элементлари фақат пўлат конструкция билан қилинган;
3. Устунлари темир бетондан тўсинлари (ригел) фермаси пўлат конструкциядан аралаш.

Агарда бинони тез қуриш керак бўлса, унда кўпроқ пўлат конструкцияси ишлатилади. Синчни асосини кўндаланг рамалар ташкил қилади. Улар устунлардан ва стропил фермалардан иборатдир. Фермалар устунларга қаттиқ маҳкамланиши мумкин ва шарнир орқали, устунлар пойдеворга мустаҳкам маҳкамланади. Устунлар орасидаги масофа кўндаланг кесими бўйича бинонинг оралиғи деб айтилади ва бўйлама кесими бўйича рамаларни қадами деб айтилади. Асосан кўндаланг рамалардан иборат бўлган бино синчини фазовий

устиворлигини таъминлаш учун боғловчи элементлар тизими ўрнатилади.

Устунлараро вертикал боғловчи элементлар тизими. Буларни вазифасига шамолдан ва кранлардан ҳосил бўлган юкни қабул қилиб олиб, уларни заминга ўтказиб юбориш киради.

Горизонтал ва вертикал фермалараро боғловчи элементлар тизими бинони том қисмида жойлашади ва улар фермаларни фазовий ишлашини ва турғунлигини таъминлайди.

9.1. Саноат биноларини лойихалаш асослари ва бу лойихалашга қўйилган асосий талаблар

Саноат биноларини синчига қўйилган асосий талаблар:

1) Саноат бинодаги ҳар хил машина ва механизмларни ишлатишда ва уни таъмирлаш керак бўлиб қолганда қулайликлар бўлиши шарт. Шу шартни бажариш учун синчни, устунларни, тўсинларни режада тўғри жойлаштириш керак.

2) Кранларни нормал ишлатиш учун шароит бўлиши керак. Бунинг учун бинони синчи ҳам бўйлама ва кўндаланг кесимлари бўйича талаб қилинган биқирликка, (мустаҳкамликка) эга бўлиши керак;

3) Бинони ўзи ёруғ ва ҳавоси алмашиб турадиган бўлиши керак;

4) Саноат бинолари узоқ муддат хизмат қилиши керак, бу бинони ишлаш тартибига ва ичидаги муҳитига боғлиқ агрессив ёки нормал эканлигига.

5) Бинода ёнғин чиқиши ёки портлаб кетишидан асраш керак.

Бинонинг синчини ишлашига кранлар жуда катта таъсир кўрсатади, шунинг учун саноат бинони лойиҳасини тайёрлаётганда кранларни ишлаш шартларини эътиборга олиш керак. Кранлар ишлаш тартиби бўйича 4 гуруҳга бўлинади: 1к-3к (дастаки узатмали) енгил, 4к-6к ўрта, 7к оғир ва 8к жуда оғир. (9.1 жадвал)

Кранларни ишлаш тартибини ҳар хил омиллар ёки коэффициентлар қийматига қараб билиб олиш мумкин.

Масалан:

а) оғирлиги бўйича ишлатиш коэффициенти $K_{ep} = \frac{Q_{\text{ўрта}}}{Q}$

$Q_{\text{ўрта}}$ - ўртача бир кўтаришга тушадиган юк 1-сменада ёки бир кунда
 Q - кранни юк кўтариш қобилияти.

б) йил мобайнида ишлатиш бўйича коэффициенти. $K_c = \frac{n}{360}$

n - бир йилда ишлаган кунларни сони

в) бир кунда ишлатиш бўйича коэффициенти $K_c = \frac{n}{24}$

n - бир кунда ишлаган соатлари
ва бошқа коэффициентлар.

Кранларни ишлаш тартиби бинони ишлаш тартибига аниқлик киритади, у ҳам 4 гуруҳга бўлинади: енгил, ўрта, оғир ва жуда оғир.

Синчни асосий конструктив элементлари, агар бино оғир ва жуда оғир тартибда ишласа, оғир шароитда ишлайди. Оғир шароитда ишлашини лойиҳалашда ва ҳисоблашда эътиборга олиниши керак.

Бинони узоқ муддат фойдаланишга цехни ички муҳити ҳам таъсир кўрсатади. Ички муҳитни пўлат конструкциясига агрессив даражаси бўйича таъсир қилишлигини 4 та даврга бўлиш мумкин. Бу бир йил мобайнида пўлат цехни муҳити таъсирида неча мм га коррозияга учрайди.

1. Ноагрессив муҳит (коррозияни тезлиги 0.01мм/ йил гача).
2. Енгил агрессив муҳит (0.05мм/ йил гача).
3. Ўрта агрессив муҳит (0.1мм/ йил гача).
4. Кучли агрессив муҳит (0.1мм/ йил кўпроқ).

9.2. Синчининг конструктив схемасини жойлаштириш

Саноат биноларининг лойиҳаси уни конструктив схемасини жиҳозлашдан бошланади. Бинонинг технологик вазифаси лойиҳалаштириш учун материал асоси бўлиш мумкин. Бу технологик вазифасида қаерга ва қайси тартибда машина ва механизмларни ишлаб чиқадиган майдончани цехни ичида жойлаштирилиши ва уларни асосий ўлчамлари берилади ва ишлайдиган кранларни сони уларни юк кўтариш қобилияти, ишлаш тартиби ҳам маълум қилинади. Технологик топшириқда бино қайси туманда қурилиши ва қайси тартибда ишлаши ҳам маълум қилинади.

Бинонинг синчини конструктив схемасини жиҳозлашда қуйидаги масалалар ечилади. Режада устунларни жойлаштириш, кўндаланг раманинг схемасини танлаб олиш, бинонинг ички асосий ўлчамлари ўрнатилади, конструктив элементларни асосий ўлчамлари аниқланади, боғловчи элементларнинг тизими кўриб чиқилади.

Ишлаш режимлари гуруҳи турлича бўлган кўприк ва осма кранлар.

9.1. жадвал

Кранлар	Ишлаш режимлари гуруҳлари	Фойдаланиш шартлари
Барча турдаги дастаки привод (узатма)ли осма таль, шу жумладан осма захватли ғозсимон юк аравачалари, шу жумладан осма қамровичли.	1к – 3к	Исталганча енгил таъмирлаш ва юк ортиш ишлари электр станцияларининг машина заллари,монтаж ишлари, енгил юк ортиш ишлари.
Ғозсимон юк аравачалари, шу жумладан осма қамровичли. Икки канатли грейферлар, магнитли грейферлар	4к – 6к	Ўртача юк ортиш ишлари, механик цехларда технологик ишлар, қурилиш материаллари корхоналарининг тайёр буюмлар омбори, металл буюмлар омбори, аралаш

		омборлар, турли юклар билан ишлаш, ярим фабрикат омборлари, турли юклар билан ишлаш.
Тобловчи, болғаловчи, штирли, куйма икки канатли грейферлар, магнитли грейферлар. Ғозсимон юк аравачалари, шу жумладан осма қамровичли	7к	Металлургия корхоналари цехлари, тўкма юклар ва бир жинсли металллом юклари омбори (бир ва икки сменали иш). Туну-кун ишлайдиган технологик кранлар.
Траверсли, мульдогрейферли, мульдотўдаловчи, куйма очувчи, копёрли, ва гранна-ли, қудуқли, магнитли. Икки канатли грейферлар, магнитли грейферлар.	8к	Металлургия корхоналари цехлари.Металлургия корхона-лари цехлари ва омборлари, йирик металл базалари. Тўкма юклар ва бир жинсли металллом юклари омбори (туну-кун ишлайдиган режим)

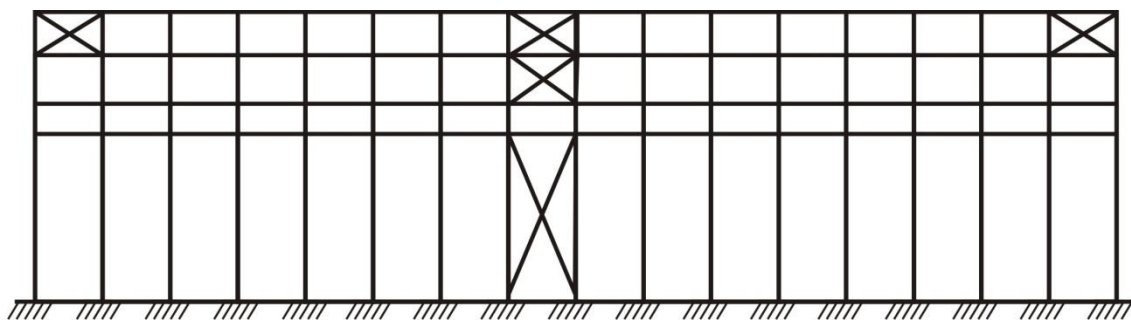
9.3. Устунларни режада жойлаштириш

Устунлар режада модуль тизими бўйича жойлаштирилади. Цехларни эни (12, 18, 24, 30, 36м) бўлиши мумкин. Шулардан кўпроқ учрайдигани 24, 30 ва 36м. Рама қадами ташқи деворлар учун 6 ва 12м ва ички қаторлар учун, технологик талабларга қараб 6,12,18м бўлиши мумкин. Фермаларни қаторини бузмаслик учун ички қатор устунларга ферма кўтарувчи тўсинлар қўйилади. Бинони чеккадаги устунларини модуль тўрни ўқларидан 500мм ичкарига жойлаштиришади. Бу бинони томини ёпишда ва деворларни кўтаришда стандарт элементлардан фойдаланишга қулайликлар туғдиради.

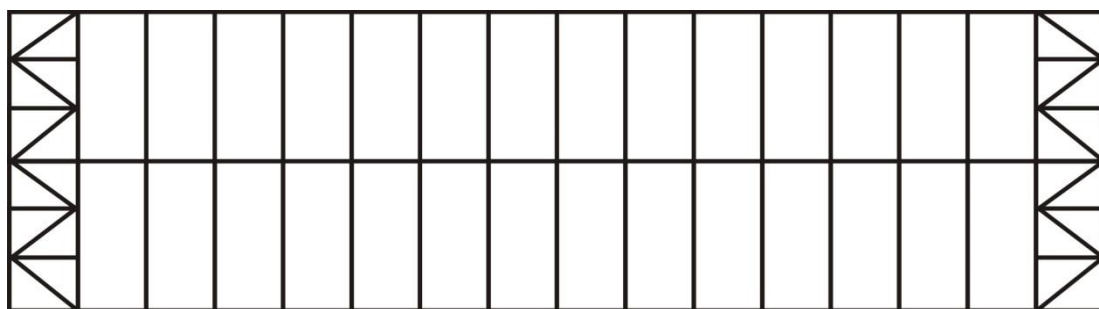
Устунларни турғунлигини, бинони бўйлама бўйича, устунлар оралигидаги вертикал боғловчи элементлар бажаради. Боғловчи элементларини бинони ўрта қисмига ёки ҳарорат чоки бўйича ажратилган қисмини ўртасига жойлаштиришади. Бу бинони бўйлама бўйича жойлашган элементлар учун ҳарорат ўзгариш бўйича деформацияси, шакл ўзгаришига камроқ таъсир кўрсатади.

Устунларнинг оралигидаги қўйилган вертикал боғловчи элементлар шамолдан ва кранлардан бинони бўйлама бўйича пайдо бўладиган кучни қабул қилиб олиб уни заминга ўтказиб юборади (расм 9.1.).

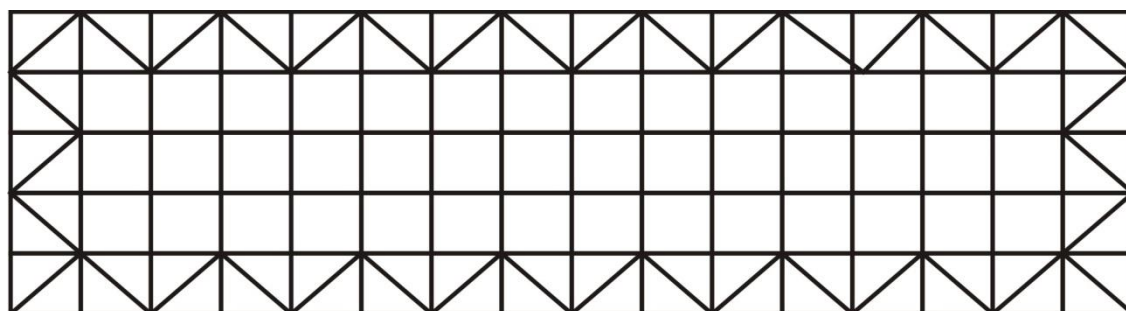
Саноат биносининг том конструкциясида қўйиладиган горизонтал боғловчи элементлар тизими. Бу боғловчи элементлар тизими синчни фазовий биқирлигини ва том конструкциясида ишлаётган элементларни турғунлигини ошириш учун ишлайди. Фермани тепа тоқчаси бўйича боғловчи элементларни тизими (расм 9.2.). Фермани пастки тоқчаси бўйича боғловчи элементларни тизими (расм 9.3.)



Расм.9.1. Устунлар аро қўйиладиган боғловчи элементлар тизими



Расм.9.2. Фермани тепа токчаси бўйича боғловчи элементлар тизими



Расм.9.3. Фермани пастки токчаси бўйича боғловчи элементлар тизими

Назорат саволлари.

1. Бир қаватли саноат биноларни синчи неча хил бўлади?
2. Саноат биносини шакли ва баландлиги нимага боғлиқ?
3. Саноат биноларининг синчига қўйилган асосий талаблар.
4. Кранларни ишлаш тартиби нечта ва улар қандай аниқланади?
5. Саноат бинони ички муҳити агрессив даражаси бўйича нечта гуруҳга бўлинади?
6. Саноат биносининг фазовий бикирлиги қайси боғловчи элементлар тизимлари ёрдамида таъминланади?

10 – бoб. СИНЧ РАМАЛАРИНИ ЖИҲОЗЛАШ

Кўндаланг рамани жиҳозлашни рама текислигидаги асосий элементлар ўлчовларини аниқлашдан бошланади. Вертикал бўйича ўлчовлар 0.00 деб қабул қилинган пол текисликка боғланади.

Горизонтал ўлчовларини бинонинг бўйлама ўқларига боғланади.

Бинонинг фойдали баландлиги қуйидаги формула орқали топилади:

$$h = h_1 + h_2 \quad (10.1)$$

бу ерда: h_1 – полдан кран рельсининг тепа қисмигача бўлган масофа.

Бу масофа маҳсулот ишлаб чиқариш технологиясига ва машина механизмларни баландлигига боғлиқ.

h_2 – кран рельсини тепа қисмидан том конструкциясини пастки қисмигача бўлган масофа.

$$h_2 = H_{кр} + f + 100 \quad (10.2)$$

$H_{кр}$ – кранни баландлиги рельси тепа қисмидан кранни аравачасини тепа қисмигача бўлган масофа.

f – том конструкциясини эгилишини эътиборга оладиган ўлчов (200-400) мм.

100 – техника хавфсизлиги бўйича ўрнатиладиган ўлчов.

Устуннинг тепа қисмини баландлиги топилади.

$$h_{м.к.} = h_2 + h_{н.б.} + h_p \quad (10.3)$$

$h_{н.б.}$ – кран остидаги тўсин баландлиги ҳисоблаб топилади ёки

$$h_{н.б.} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12} \right) l$$

h_p – кран рельсини баландлиги 120, 130, 150, 170мм га тенг бўлиб рельсни турига қараб жадвалдан олинади.

Устуннинг пастки қисми баландлиги:

$$h_{н.к.} = h - h_{м.к.} \quad (10.4)$$

Устуннинг энг юқори қисмини ферманинг таянч баландлигига тенг қилиб олинади:

$$h_{\phi} = 2250 \text{ мм} \quad L = 18 \div 27 \text{ м}$$

$$h_{\phi} = 3150 \text{ мм} \quad L = 27 \div 36 \text{ м}$$

Горизонтал бўйича асосий ўлчовларни аниқлаш.

Устуннинг юқори қисмидаги эни талаб қилинган бикирлигини эътиборга олганда $e_{м.к.} \geq \frac{1}{12} h_{м.к.}$ бўлиши керак.

Кўпинча юқори қисми энини 500 ёки 1000мм қилиб олинади.

Кран бинога нисбатан бўйламаси бўйича юрганга устунларга тегиб қолмаслик учун кран тўсини ўқидан устун ўқиғача бўлган масофа

$$k > e_1 + (e_{м.к.} - e_0) + (60 \div 75) \text{ мм.} \quad (10.5)$$

дан кам бўлмаслиги керак. Бунда e_1 – кранни рельс ўқидан чеккасигача бўлган ўлчами; e_0 – устунни тепа қисмини ўқидан уни ташқи токчасини текислигигача бўлган масофа.

60 - 75мм - техник хавфсизлиги бўйича ўрнатиладиган ўлчам.

Кранларни таянчи орасидаги масофа 500мм дан ўзгаради, шунинг учун К - ўлчами 250мм дан ўзгариши керак.

К-750мм да $Q=50$ т гача бўлган кранлар учун;

К-1000мм да $Q=50-125$ т кранлар учун;

К-1250мм да $Q>150$ т оғир кранлар учун

Устунлар пастки қисми кранларни кўтариш қобилиятига ва бино баландлигига қараб олинади.

$$e_{n.k.} = \kappa + e_0 \quad (10.6)$$

10.1. Кўндаланг рамани ҳисоблаш хусусиятлари

Кўндаланг рамалар бинони асосий кўтарувчи конструкция бўлиб хизмат қилади. Рама элементларида ҳосил бўладиган ҳисобий кучларни топиш учун қуйидаги ишларни бажариш керак:

1. раманинг ҳисобий схемасини ўрнатиш;
2. таъсир қиладиган юкларнинг ҳаммасини аниқлаш;
3. рамани таъсир қиладиган юкларнинг ҳар бирига ҳисоблаш;
4. юкларни биргаликда таъсир қилишини аниқлаш;
5. юклар биргаликда таъсир қилганда, элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш;

Рамани ҳисоблаётганда конструктив схемасини ҳисобий схемага келтирилади (расм 10.1).

Устунларнинг геометрик ўқи сифатида юзаларининг марказ оғирлигини бирлаштириладиган тўғри чизиқни қабул қилиб олинади. Ҳисоблаётганда юзаси олдиндан маълум бўлмаганлиги сабабли, юза баландлиги ўртасидан ўтади деб, шу элементларни геометрик ўқи қабул қилинади.

Агар фермалар устунлар билан мустаҳкам туташса, фермани геометрик ўқи деб, рамаларда фермаларни пастки токчасидан ўтадиган чизиқни қабул қилинади. Агар фермалар устунлар билан шарнир орқали туташса, унда шарнирларни ўртасини бирлаштирадиган чизиқни қабул қилинади.

Кўндаланг рамани ҳисоблаш учун, элементларни инерция моментларини ёки бир-бирига бўлган нисбатини билсак етарли. Кўрилган саноат биноларни лойиҳасига қараб, элементлар инерция моментларини бир-бирига бўлган нисбатини қуйидагича қабул қилишимиз мумкин.

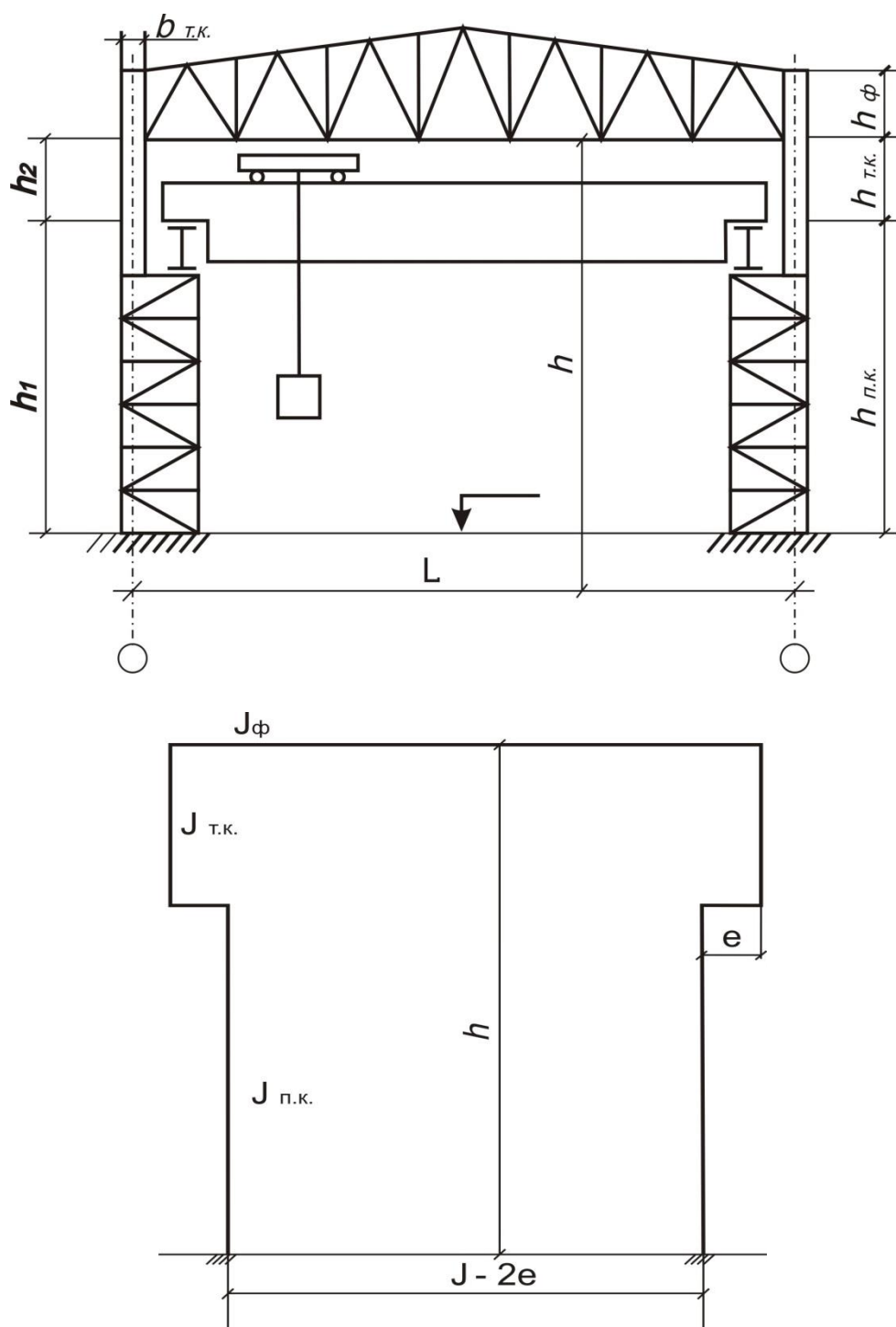
$$\frac{I_{n.k.}}{I_{m.k.}} = 7 \div 10 \quad \frac{I_{\phi}}{I_{m.k.}} = 25 \div 40$$

Рамани ҳисоблаш, унга таъсир қиладиган юкларни аниқлашдан бошланади.

Назорат саволлари

1. Саноат биноси баландлиги қандай аниқланади?
2. Устуннинг устки қисми ўлчами қандай аниқланади?
3. Устуннинг пастки қисми ўлчами қандай аниқланади?

4. Устун устки ва пастки қисмларини кесим юзалари баландлиги қандай ўрнатилади?



Расм.10.1. Кўндаланг рамани конструктив ва ҳисобий схемаси

11- боб. РАМАГА ТАЪСИР ҚИЛАЁТГАН ЮКЛАР

Кўндаланг рамага доимо, вақтинча узоқ ва қисқа муддатда ва алоҳида таъсир қиладиган юклар бўлиши мумкин. Рамани таъсир қиладиган юкларни ҳар бирига алоҳида – алоҳида ҳисоблаш керак, чунки рамани элементларида ташқи юклар биргалигида таъсир этиш вариантларни тузиш учун ва мавжуд бўладиган ҳисобли кучни аниқлаш учун керак.

Мисол: Бир қаватли саноат биносининг лойиҳасини қуйидаги технологик топшириқ бўйича бажаринг:

Бинонинг эни - $L=30\text{м}$;

Бинонинг узунлиги - 96м ;

Устунлар қадами - $B=12\text{м}$;

Пол юзасидан кран рельси бошигача бўлган ўлчам - $h_1=12\text{м}$;

Краннинг юк кўтариш қобиляти - $Q=20\text{т}$;

Краннинг ишлаш тартиби - ўрта;

Қурилиш жойи - Тошкент шаҳри;

Қурилма элементларини яратиш учун ишлатиладиган пўлат маркаси $C_{ТЗ\text{пс}}$

5- 1 $R_y=230\text{ МПа}$.

Кўндаланг рамани ҳисоблашни асосий элементларни ўлчовларини аниқлашдан бошланади.

Бинони фойдали баландлиги:

$$h=h_1+h_2=12+2,8=14,8\text{м}$$

h_1 – топшириқда бериладиган ўлчам.

$$h_2=H_{\text{кр}}+f+100=2,4+0,3+0,1=2,8\text{м}$$

$H_{\text{кр}}$ - кран баландлиги, рельс тепа қисмидан кран аравачасининг тепа қисмигача бўлган масофа.

f – том қурилмасининг эгилишини эътиборга оладиган ўлчам, (200 – 400мм)

100мм – техник хавфсизлиги бўйича қўйиладиган ўлчам.

Устун тепа қисмининг баландлиги топилади.

$$h_{\text{т.к.}}=h_2+h_{\text{к.о.т.}}+h_p=2,8+1,278+0,12= 4,198\text{м}$$

бу ерда: $h_{\text{к.о.т.}}$ -кран ости тўсинни баландлиги, ҳисоблаб топилади.

h_p - кран рельси баландлиги, рельс жадвалидан олинади.

Устун пастки қисмининг баландлиги

$$h_{\text{п.к.}}=h-h_{\text{т.к.}}=14,8-4,198=10,602\text{м}.$$

Устунни энг тепа қисмини ферманинг таянч баландлигига тенг қилиб олинади $h_{\text{ф}}=3150\text{ мм}$.

Горизонтал бўйича асосий ўлчовларни аниқлаймиз.

Устун тепа қисмининг эни, бикрликни эътиборга олган ҳолда, $v_{\text{т.к.}} > \frac{1}{12} h_{\text{т.к.}}$

бўлиши керак, шунинг учун 500мм қилиб қабул қилинади.

Устун пастки қисмининг эни кранни кўтариш қобилятига ва бинонинг баландлигига қараб олинади, уни 1000мм қилиб қабул қиламиз.

11.1 Ҳар доим таъсир қиладиган юкни аниқлаш

Ҳар доим таъсир қиладиган юк бу конструктив элементларнинг ўзини оғирлиги – кўпинча фермага тенг таъсир этувчи юк деб қабул қилиб олинади.

Том конструкциясини 1 м^2 га таъсир қиладиган юкни аниқлаш.

11.1 жадвал.

Том конструкциясини қатламлари	$q^H_{кн} / \text{м}^2$ томни 1 м^2 тушаётган меъёрий юк	γ_f юк бўйича ишонччилик коэффициенти	$q \cdot \text{кн} / \text{м}^2$ томни 1 м^2 таъсир этаётган ҳисобли юк
Сув ўтказмайдиган қатлам	0,15	1,3	0,195
Текисловчи асфальтдан бўладиган қатлам $t=0,02\text{ м}$ $\rho=18 \text{ кН/м}^3$	0,36	1,2	0,432
Иссиқликни сақлайдиган қатлам $t=0,08\text{ м}$ $\rho=6 \text{ кН/м}^3$	0,48	1,2	0,576
Т.Б. плитани ўзини оғирлиги	1,65	1,1	1,815
Пўлат конструкцияни ўз оғирлиги $q^H=1,2\gamma_\phi L$	0,324	1,05	0,34
Жами	2,964		3,36

пўлат конструкцияларни ўз оғирлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$q^H_\phi = 1,2\gamma_\phi L \quad (11.1)$$

бу ерда $\gamma_\phi = 0,6 \div 0,9$ коэффициент

Фермани 1 м узунлигига таъсир қиладиган ҳисобли ёйма юк аниқланади:

$$q_n = q_0 \cdot B = 3,36 \cdot 12 = 40,32 \text{ кН/м} \quad (11.2)$$

бу ерда: B - бинонинг бўйламасига олинган устунлараро масофа.

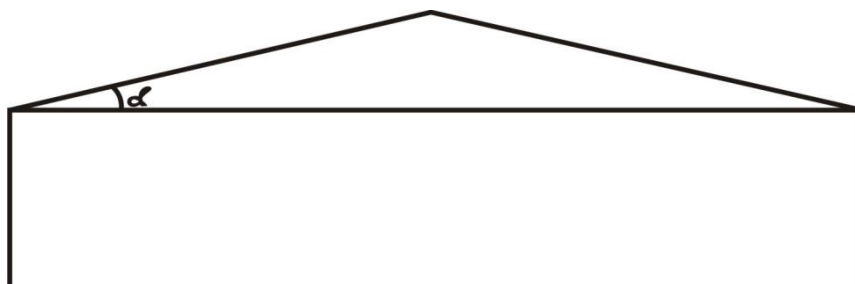
11.2. Қордан ҳосил бўладиган юкни аниқлаш

Рамани ҳисоблаётганда қор оғирлигидан ҳосил бўладиган юкни ҳам фермани узунлиги бўйича тенг таъсир қилувчи ёйма юк деб қабул қилиб олинади. Томни 1 кв.м га таъсир қиладиган қор оғирлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S = S_0 \cdot \mu = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ кН/м}^2 \quad (11.3)$$

бу ерда: S_0 —ерни 1 кв.м га тушган қорнинг меъёрий оғирлиги, ҚМҚ дан бинони қайси минтақада қурилишига қараб олинади;

μ - ерга тушган қор оғирлиги билан томга тушган қор оғирлиги орасидаги боғловчи коэффициент, у томни конструктив шаклига боғлиқ. Агар томни қиялиги $\alpha \leq 25^\circ$ градусдан кам бўлса, $\mu=1$ тенг деб олинади.



Расм.11.1. Том қиялиги

Фермани узунлиги бўйича 1п.м майдонга таъсир қилувчи ҳисобли қор оғирлигидан бўладиган юк аниқланади.

$$q_c = \gamma_f \cdot S \cdot B = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 12 = 8,4 \text{ кН/м} \quad (11.4)$$

бунда: қор юки учун $\gamma_f = 1,4$

11.3. Кранлардан ҳосил бўладиган юклар

Юклар ва таъсирлар ҚМҚни талаблари бўйича рамани ҳисоблаётганда, иккита кранни биргаликда таъсири эътиборга олинади.

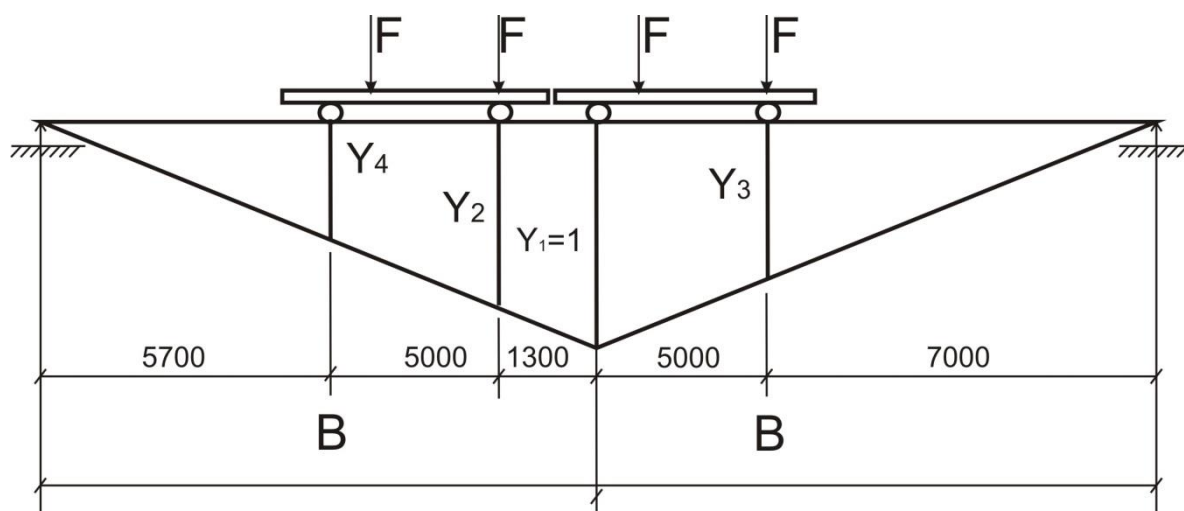
Кранлар оёқлари тўсин устида шундай жойлансинки, ҳисобланаётган рама учун энг ноқулай бўлсин, шунда рама устунини пастки қисмида максимум вертикал босим ҳосил бўлади. (расм 11.2.)

Устунга таъсир қилаётган вертикал ҳисобли босим қуйидаги формула орқали топилади (кран аравачаси устунга яқин жойлашганда):

$$D_{\max} = F_n \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot k_d \cdot \psi \sum Y + G_{\kappa.m.o} = 255 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 2,95 + 27,86 = 762,87 \text{ кН} \quad (11.5)$$

Рамани бошқа устунда.

$$D_{\min} = F_{\min} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot K_d \cdot \psi \sum Y + G_{\kappa.m.o} = 77,5 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 2,95 + 27,86 = 251,24 \text{ кН} \quad (11.6)$$



Расм.11.2. Кўндаланг рамани устунида кранлардан ҳосил бўладиган энг катта тик босимни аниқлаш учун схема.

бу ерда; γ_f – юк бўйича ишончлилик коэффициенти,

γ_n – бинога қўйилган талаблар бўйича ишончлилик коэффициенти,

Ψ – биргаликда юклар таъсир этишини эътиборга оладиган коэффициент,

K_d – динамик юкни эътиборга оладиган коэффициент.

Коэффициентлар қийматини 2.01.07-96 ҚМҚнинг жадвалларидан олинади.

$G_{к.т.о.}$ – кран тагидаги тўсин оғирлиги, ҳисоблаб аниқланади.

$$G_{к.т.о.} = (2A_f + A_w)B \cdot \rho + q_p \cdot B = (2 \cdot 0,00392 + 0,015) \cdot 12 \cdot 78,5 + 0,5283 \cdot 12 = 21,52 + 6,34 = 27,86 \text{ кН} \quad (11.7)$$

F_n – кран оёғидан рельсга таъсир этаётган куч, кранлар жадвалдан олинади.

$\sum Y$ – ординаталар йиғиндиси.

$$\sum Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 = 1 + 0,892 + 0,583 + 0,475 = 2,95 \quad (11.8)$$

$$Y_1 = 1; \quad Y_2 = \frac{10700}{12000} = 0,892; \quad Y_3 = \frac{7000}{12000} = 0,583; \quad Y_4 = \frac{5700}{12000} = 0,475;$$

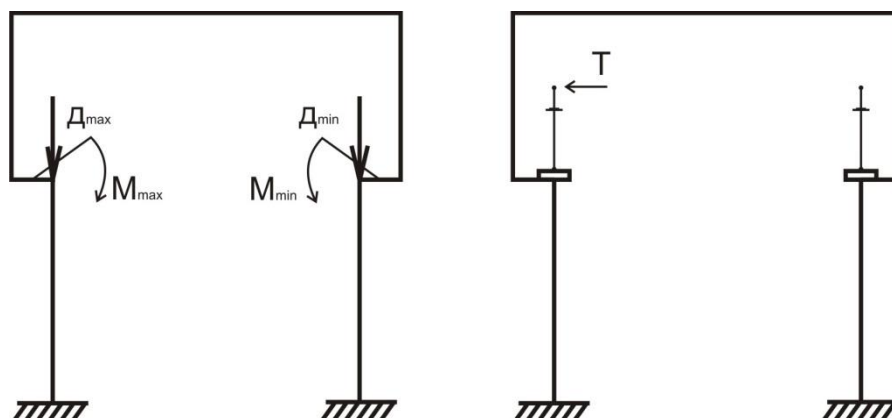
$F_{\min}$ – кран оёғидан рельсга таъсир этаётган $\min$ куч;

$$F_{\min} = \frac{Q + G}{n_0} - F_n = \frac{200 + 465}{2} - 255 = 77,5 \text{ кН} \quad (11.9)$$

Q – кранни юк кўтариш қобилияти;

G – кранни тўла оғирлиги аравачаси билан, жадвал каталогдан олинади,

n_0 – кранни бир томондаги оёқлари сони.

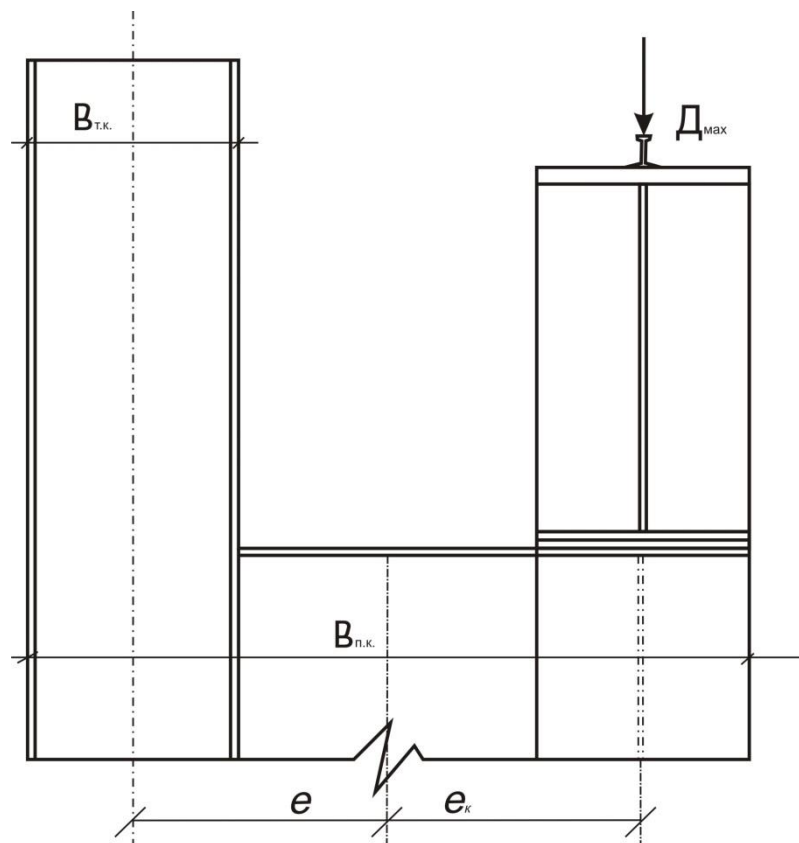


Расм 11.3. Кранлардан ҳосил бўладиган юклар

Кранлардан ҳосил бўладиган вертикал ҳисобли босим устунни марказ оғирлигидан узоқроқда таъсир қилиши сабабли устунда қўшимча эгилувчи момент ҳосил бўлади.

$$M_{\max} = D_{\max} \cdot e_k = 762,87 \cdot 0,5 = 381,44 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (11.10)$$

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot e_k = 251,24 \cdot 0,5 = 125,62 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (11.11)$$



Расм.11.4. Устунни тепа қисмидан пастки қисмига ўтиш жойи.

бу ерда; e_k – кран тагидаги тўсин ўқидан устуннинг пастки қисмини ўқигача бўлган масофа.

$$e_k = (0,55 \div -0,45) B_{п.к.} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ м}$$

Устунга таъсир қиладиган ҳисобли горизонтал босим - кранлар аравачаси тормоз қилиши сабабли пайдо бўладиган куч қуйидаги формула орқали топилади:

$$T_{\max} = T_{\kappa}'' \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \psi \sum y = 7,125 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 2,95 = 18,67 \text{ кН} \quad (11.12)$$

Кранни битта оёғидан устунга таъсир қиладиган нормал горизонтал куч T_{κ}'' кран аравачаси тормоз қилиши сабабли ҳосил бўлади.

$$T_{\kappa}'' = \frac{f(Q + G_t)}{n_0} = \frac{0,05(200 + 85)}{2} = 7,125 \text{ кН} \quad (11.13)$$

бу ерда; f – кран тележкасини тормоз қилганда ҳосил бўладиган ишқаланиш коэффиценти; агар юк трос орқали кўтарилса, $f = 0,05$ – занжир орқали кўтарилганда эса $f = 0,1$ деб қабул қилинади;

G_T – аравагани оғирлиги (каталогдан олинади) ёки $G_{T.K.} = 0,3 \cdot Q$.

Устунларга таъсир қиладиган горизонтал куч кранларни бир томондаги оёқларидан ўтиб таъсир қилади, деб қабул қилинган.

11.4. Шамол босимидан ҳосил бўладиган юкни аниқлаш

Бинога шамол актив босими билан ва пассив босими билан (отсос) таъсир этади.

Раманинг ҳисобли 1 п.м. юзасига таъсир қиладиган шамолдан ҳосил бўладиган юкланишни қуйидаги формулалар орқали топилади:

- актив томонга $q_{b_{\text{ээк}}} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_{\text{cp}} \cdot C \cdot B = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,666 \cdot 0,8 \cdot 12 = 3,399 \text{ кН / м}$

- пассив томонга $q_{b_{\text{ээк}}}^1 = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_{\text{cp}} \cdot C^1 \cdot B = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,666 \cdot 0,6 \cdot 12 = 2,55 \text{ кН / м}$

(11.14)

бу ерда; γ_f – шамол юки бўйича ишончлилик коэффициент, $\gamma_f = 1,4$;

W_0 – деворни 1 кв.м таъсир қиладиган шамол босими. Бу бинони қайси минтақага қурилишига қараб жадвалдан олинади;

C – Аэродинамик коэффициент. Бинони кўндаланг кесимини шаклига қараб 2.01.07-96 ҚМҚ дан олинади.

B – устунлар қадами;

K_{cp} – баландлик бўйича шамол босими ўзгаришини ҳисобга оладиган ўртача коэффициент.

Шамол босими баландлик бўйича ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент “К” манзилнинг турига қараб 11.2 жадвалдан аниқланади. Манзиллар қуйидаги турларга бўлинади;

A – кўл ва сув омборларининг очиқ соҳиллари, чўллар, даштлар;

B – шаҳар худудлари, ўрмонзорлар ва баландлиги 10м дан ортиқ бўлган тўсиқлар билан бир текисда қопланган бошқа манзиллар.

C – баландлиги 25м дан ортиқ бинолар билан қопланган шаҳар туманлари.

Агар манзил иншоотга шамол эсган томондан 30 h гача бўлган масофада мавжуд бўлса, у ҳолда иншоот манзилнинг шу турида жойлашган деб ҳисобланади.

Фермани пастки токчасидан бинони тепа қисмигача таъсир қиляётган шамол босими ҳаммаси йиғилиб бир нуқтага таъсир қилади деб ҳисобланганда.

$$W = h_{\phi} (q_b + q_b^1) = 3,15(3,97 + 2,98) = 21,89 \text{ кН}$$

$$q_{b3} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_3 \cdot C \cdot B = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,778 \cdot 0,8 \cdot 12 = 3,97 \text{ кН / м} \quad (11.15)$$

$$q_{b3}^1 = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_3 \cdot C^1 \cdot B = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,778 \cdot 0,6 \cdot 12 = 2,98 \text{ кН / м}$$

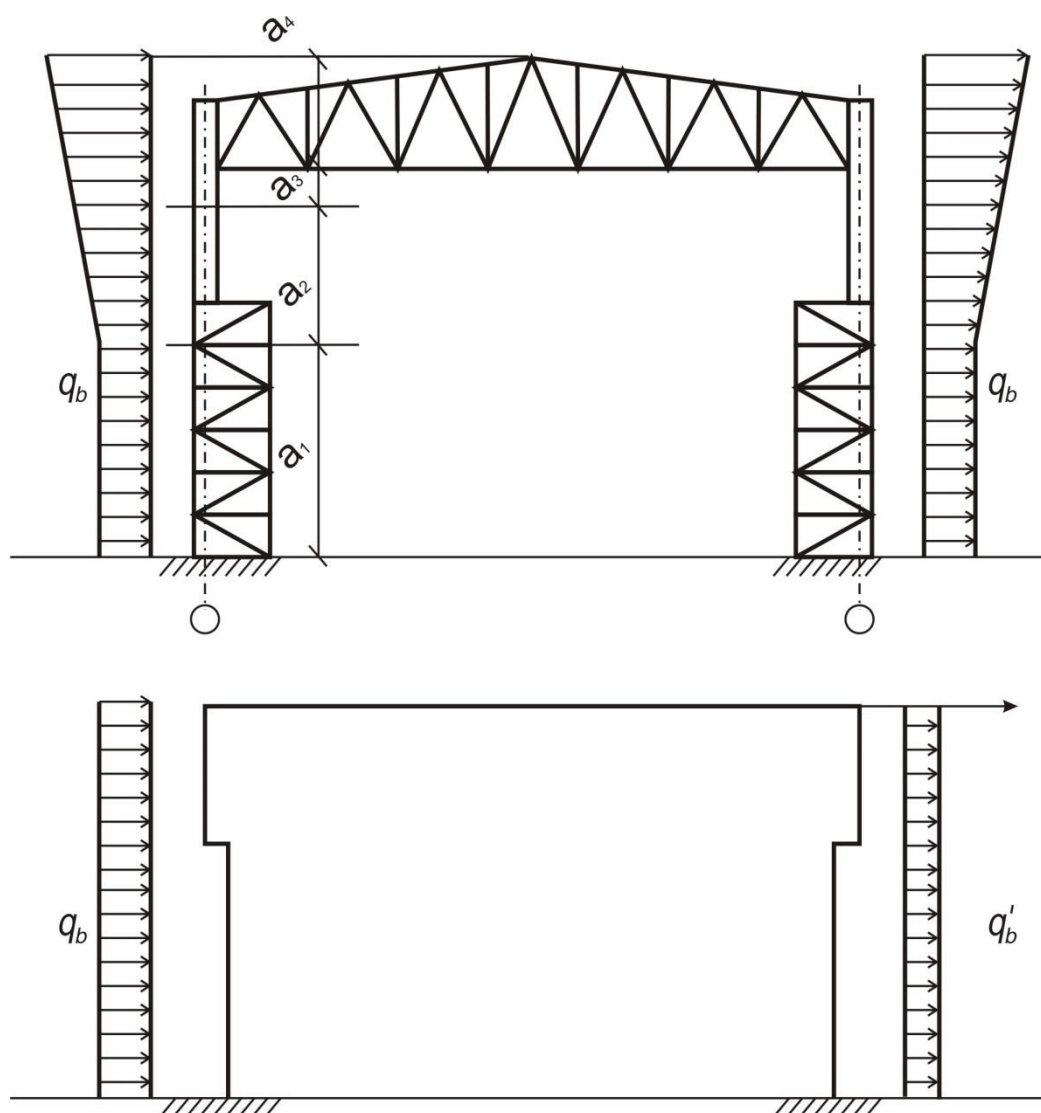
Назорат саволлари.

1. Кўндаланг рамага таъсир этаётган доимий юк қандай аниқланади ?

2. Бир қаватли саноат биносига таъсир этаётган қор юки қандай аниқланади ?

3. Кранлардан ҳосил бўладиган юклар қандай аниқланади ?

4. Кўндаланг рамага таъсир этаётган шамол юки қандай аниқланади ?



Расм.11.5.Шамол юкини аниқлаш учун схема

11.2. – жадвал

Баландлик Z , м	Манзил турларига мос “К” коэффициентлари		
	А	В	С
« 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2,0

300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
» 480	2,75	2,75	2,75

12 – боб. РАМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ.

Кўндаланг рамани ҳисоблашда дастлабки шартлар бўлиши мумкин.

1. Рамани шамол ва кранлардан бўладиган юкларга ҳисоблаётганда, фермани эластик шакл ўзгариши (деформация), элементларда ҳосил бўладиган ҳисобли кучларни аниқлашга таъсир кўрсатмайди. Шунинг учун, бу юкларга ҳисоблаётганда фермани жуда мустаҳкам биқирлиги катта элемент деб қабул қилсак ҳам бўлади.

$$I_{\phi} = \infty$$

2. Фермага таъсир қилаётган ёйма юкларга рамани ҳисоблаётганда, фермани эластик деформацияси элементларда ҳосил бўладиган ҳисобли кучни аниқлашга таъсир кўрсатиши мумкин. Лекин, панжарасимон фермани битта яхлит элемент деб қабул қилиб олиш мумкин. Эквивалент фермани инерция моменти қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$I_{\phi} = (A_{bn} \cdot Z_b^2 + A_{H.n} \cdot Z_H^2) \cdot \mu \quad (12.1)$$

бу ерда; $A_{в.п.}$, $A_{нп}$ – фермани тепа ва пастки токчаларини юзаси;

Z_b , Z_H – токчаларни марказ оғирлигидан фермани нейтрал ўқигача бўлган масофа;

μ - ферма катаги шаклини ўзгариши ва юзасини узунлиги бўйича ўзгаришини эътиборга оладиган коэффициент.

$$i = \frac{1}{8} \quad \partial a \quad \mu = 0,7$$

$$i = \frac{1}{10} \quad \partial a \quad \mu = 0,8$$

$$i = 0 \quad \partial a \quad \mu = 0,9$$

Мураккаб рамаларни ҳисоблаётганда уларни бир-бирига таъсири унча катта бўлмаса алоҳида рамаларга бўлиб юбориш мумкин.

Ҳисоблаётганда ҳар битта ташқи таъсир этаётган юк учун қурилиш механикаси тавсия этадиган усуллардан тайёр формула, график ёки жадваллардан фойдаланиш мумкин.

Рамага таъсир этаётган юкларни ҳар бирига алоҳида ҳисоблаш лозим, бу рама элементида ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш учун керак.

12.1. Кўндаланг рамани доимий таъсир этаётган юкка ҳисоби

Рамани бу юкка ҳисоблашда тепа тугунни айланиш бурчаги номаълум деб ҳисоблашади ва каноник тенгламасини тузилади.

$$\overline{M} \cdot \varphi + M_p = 0 \quad (12.2)$$

бу ерда; $\overline{M}$ - ҳамма реактив моментларнинг йиғиндиси рамани тепа қисми бир бирликка силжиб айланганда;

M_p - ҳамма ўша қурилатган рамани тепа қисмида, ташқи юклардан мавжуд бўладиган моментларнинг йиғиндиси. (12.2) - тенгламада рамани тепа қисмининг силжиши номаълум деб олинган. Симметрик рама учун тепа қисми ташқи юклар таъсирида бир хил силжийди. Юқоридаги тенгламани ечиш учун, биринчидан, рамани тепа қисми бир бирликка силжиб айланганда, элементларида ҳосил бўладиган эгувчи моментлар топилади. Иккинчидан ўша тугунда ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи моментлар ҳисобланади ва қийматлари тенгламага қўйилиб айланиш бурчаги топилади. Фермани таянч қисми бир бирликка айланса, унда ўша кесимда қуйидаги реактив момент ҳосил бўлади.

$$\overline{M}_e^p = 2EI_p / L = 2 \cdot 5EI_{nk} / 30 \quad (12.3)$$

Устуннинг тепа қисми $\varphi=1$ га силжиб айланганда, унда ҳосил бўладиган реактив моментни қуйидаги формуладан топиш мумкин;

$$\overline{M}_B^y = K_B \frac{EI_{nk}}{h} = -0,5934 \frac{EI_{nk}}{14,8} = -0,04EI_{nk} \quad (12.4)$$

Устуннинг пастки қисмидаги моментни эса;

$$\overline{M}_A^y = K_A \cdot \frac{EI_{nk}}{h} = 0,673 \frac{EI_{nk}}{14,8} = 0,0455 EI_{nk} \quad (12.5)$$

бу ерда; K_A ва K_B – абсолют бикирлик коэффицентлари, буларни қиймати қуйидаги параметрлар бўйича жадвалдан олинади:

$$\lambda = \frac{h_{m.k.}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284 \quad n = \frac{I_{mk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

12.1-жадвал

Абсолют бикирлик коэффицентлар	λ	$n=0,1$
K_B	0,2	- 0,664
	0,284	- 0,5934
	0,3	- 0,580
K_A	0,2	0,600
	0,284	0,6731
	0,3	0,687

Ўша қурилатган рама тугунида $\varphi = 1$ га айланганида, унда мавжуд бўладиган момент қуйидаги формула орқали топилади:

$$\overline{M}_e = \overline{M}_e^p + \overline{M}_e^y = 0,333EI_{nk} + 0,04EI_{nk} = 0,373EI_{nk} \quad (12.6)$$

Рама тепа тугунида ташқи юклардан ҳосил бўладиган момент топилади.

$$M_p = -\frac{q_n \cdot L^2}{12} = -\frac{40,32 \cdot 30^2}{12} = -3024 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (12.7)$$

(12.2) формулага қийматлар қўйилиб айланиш бурчаги аниқланади:

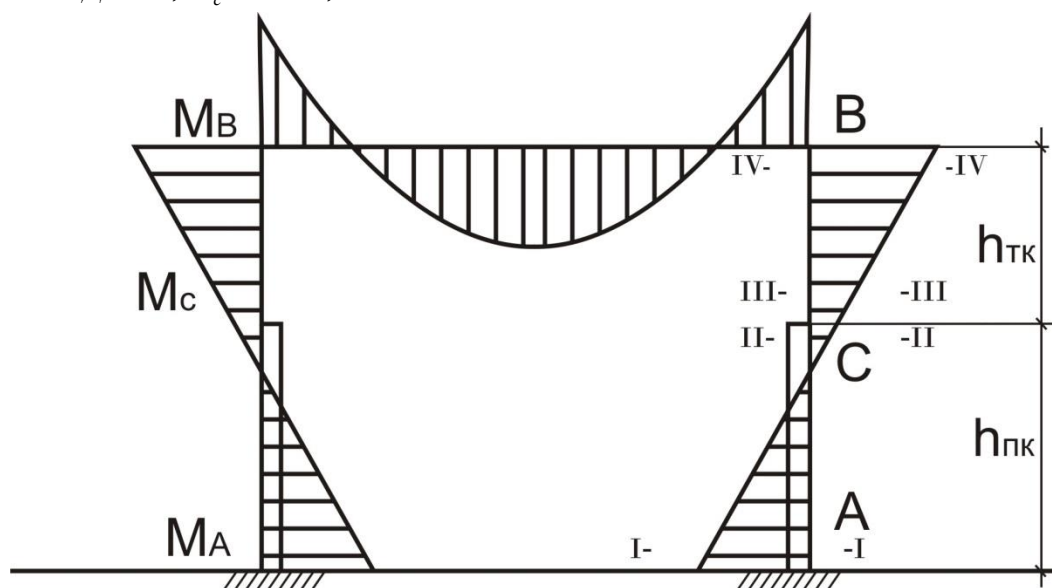
$$\varphi = -\frac{M_p}{M_B} = \frac{3024}{0,373EI_{nk}} = \frac{8107}{EI_{nk}} \quad (12.8)$$

(12.3), (12.4) ва (12.5) формула бўйича чиққан моментларни фга қўпайтириб, кейин асосий тизимда олинган моментларга қўшишимиз керак. Шундай қилиб, рамани элементларида ҳосил бўладиган эгиловчи моментларни ферма узунлиги бўйича доимий ёйма юк таъсиридан топилади.

$$\begin{aligned} M_{\epsilon}^p &= M_p + \varphi \cdot \overline{M_{\epsilon}^p} = -3024 + \frac{8107}{EI_{nk}} \cdot 0,333 EI_{nk} = -324 \text{ кН} \cdot \text{м} \\ M_{\epsilon}^y &= \overline{M_{\epsilon}^y} \cdot \varphi = -0,04 EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = -324,3 \text{ кН} \cdot \text{м} \\ M_A^y &= \overline{M_A^y} \cdot \varphi = 0,0455 EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = 369 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (12.9)$$

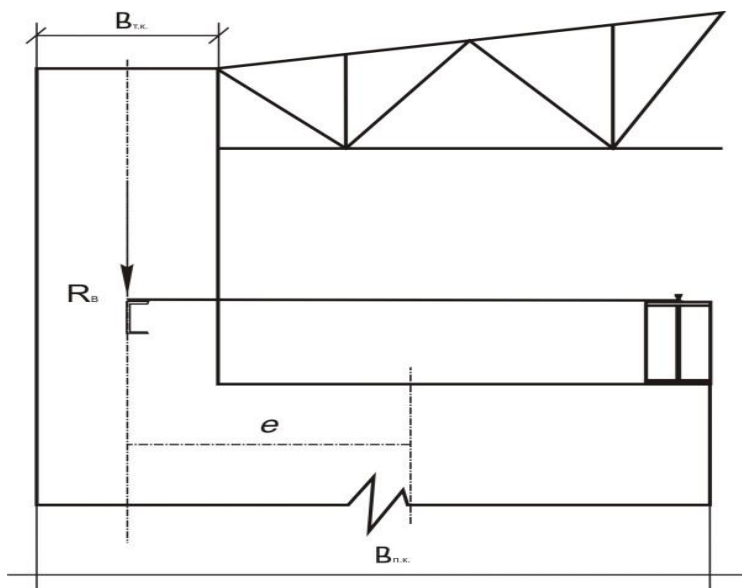
Устунни тепа қисмидан пастки қисмига ўтиш «С» кесимидаги момент учбурчаклар ўхшаши орқали топилади.

$$\begin{aligned} \frac{M_x}{h_{n.k}} &= \frac{M_B + M_A}{h}; \\ M_x &= \frac{h_{n.k}(M_B + M_A)}{h}; \\ M_c &= M_x - M_A = \frac{h_{n.k}(M_B + M_A)}{h} - M_A = \frac{10,602(324,3 + 369)}{14,8} - 369 = 127,65 \text{ кН} \cdot \text{м} \\ \text{Демак, } M_c &= -127,65 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$



Расм.12.1. Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюраси

Устунларни тепа ва пастки қисмларни ўқлари бир чизикда ётмаганлиги туфайли «С» тугунда қўшимча момент ҳосил бўлади. Бу моментни қўшимча ташқи юк таъсири деб қабул қилиб рама алоҳида ҳисобланади.



Расм.12.2. Қўшимча эгувчи моментни аниқлаш учун схема

$$M_c^1 = R_b \cdot e = 604,8 \cdot 0,25 = 151,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (12.10)$$

бу ерда; $R_b = \frac{q_n L}{2} = \frac{40,32 \cdot 30}{2} = 604,8 \text{ кН}$

e - елка, бу устун пастки ва тепа қисмини ўқлари орасидаги масофа

$$e = \frac{\theta_{n.k.} - \theta_{m.k.}}{2} = \frac{1 - 0,5}{2} = 0,25 \text{ м} \quad (12.11)$$

Эгувчи моментларни устунни характерли кесимларида қуйидаги формулалар орқали топилади.

I – I кесимида	$M_A = K_A \cdot M_c^1 = 0,352 \cdot 151,2 = 53,22 \text{ кН} \cdot \text{м}$	
II – II кесимида	$M_F^H = K_F^H \cdot M_c^1 = -0,7054 \cdot 151,2 = -106,66 \text{ кН} \cdot \text{м}$	(12.12)
III – III кесимида	$M_F^B = K_F^B \cdot M_c^1 = 0,2946 \cdot 151,2 = 44,54 \text{ кН} \cdot \text{м}$	
IV – IV кесимида	$M_B = K_B \cdot M_c^1 = -0,1247 \cdot 151,2 = -18,85 \text{ кН} \cdot \text{м}$	

Ка.....Кв бикрлик коэффицентларни қийматлари жадвалдан қуйидаги параметрларга қараб топилади:

$$\lambda = \frac{h_{tk}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

$$n = \frac{I_{tk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$\alpha = \frac{x}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

12.2-жадвал

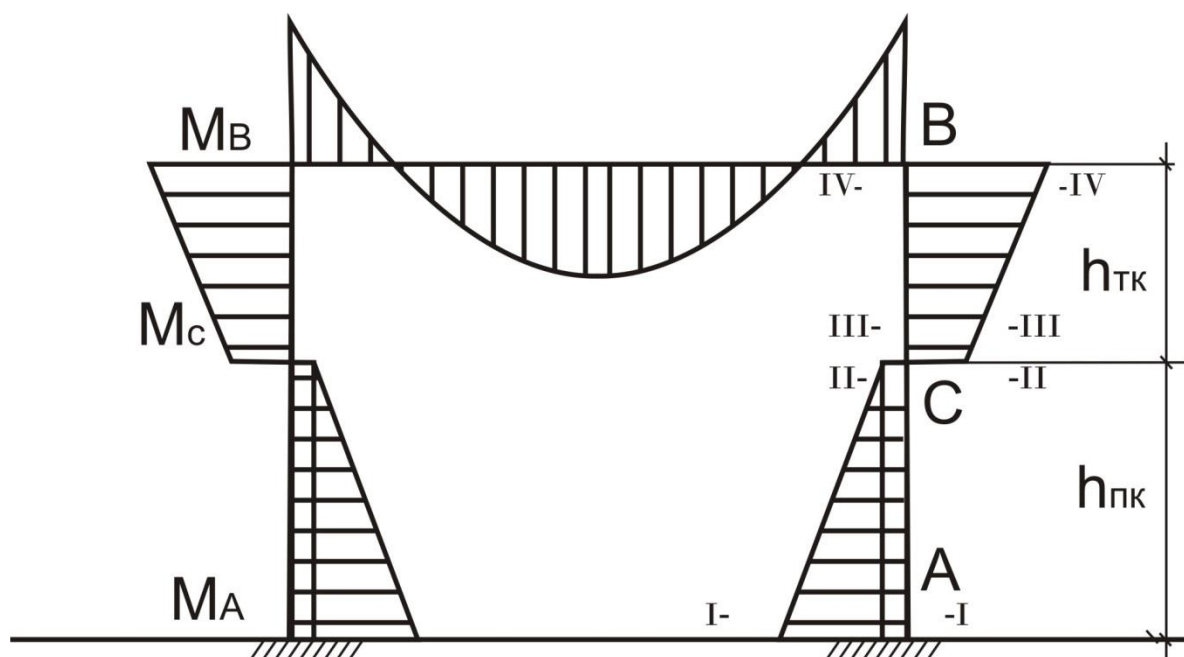
Абсолют бикрлик коэффициентлар	λ	$n=0,1$		
		$\alpha=0,2$	$\alpha=0,284$	$\alpha=0,3$
K_A	0,2 0,284 0,3	0,411 0,563 0,592	0,352	0,373 0,3117 0,300
K_F^H	0,2 0,284 0,3	- 0,778 - 0,6344 - 0,607	- 0,7054	- 0,666 - 0,719 - 0,729
K_F^B	0,2 0,284 0,3	0,222 0,3656 0,393	0,2946	0,334 0,281 0,271
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,075 0,066 0,093	- 0,1247	- 0,110 - 0,161 - 0,171
K_R	0,2 0,284 0,3	1,437 1,489 1,499	1,4755	1,483 1,4729 1,471

Эпюраларни қўшганимиздан кейин рамада доимий фермани узунлиги бўйича юк таъсиридан ҳисобли эгувчи момент эпюрасига эга бўламиз. Эгувчи моментларни тўғри ҳисобланганини устунни тепа ва пастки қисмларда уларни қиялиги бир хил бўлишлиги билан исботланади.

Ферманинг узунлиги бўйича таъсир этаётган доимий юкдан рама устунда ҳосил бўладиган ҳисобли эгувчи моментлар

12.3-жадвал

Устунни характерли кесимлари	Ферма узунлиги бўйича таъсир қилаётган юкдан	Қўшимча моментдан M_C^1	Ҳисобий момент
I – I	369,0	- 53,22	315,78
II – II	- 127,65	106,66	- 20,99
III – III	- 127,65	- 44,54	- 172,19
IV – IV	- 324,3	18,85	- 305,45



Расм.12.3. Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган эгувчи момент эюраси

$$\frac{315,78 + 20,99}{10,602} = 31,76$$

$$\frac{305,45 - 172,19}{4,198} = 31,74$$

фарки

$$\frac{31,76 - 31,74}{31,76} \cdot 100\% = 0,08\%$$

$$\frac{M^B - M_F^B}{h_{tk}} = \frac{M_F^H - M_A}{h_{nk}}$$

Устунни таянчида мавжуд бўладиган қирқувчи кучни қуйидаги формула орқали топилади:

$$Q = \frac{M_F^H + M_A}{h_{nk}} = \frac{315,78 + 20,99}{10,602} = 31,76 \text{ кН} \quad (12.13)$$

-,+ ишоралари келишиб олинади. Момент эюрасини юк деб қабул қилсак, тугунни соат мили бўйича айлантиришга ҳаракат қилса “+”, тесқари айлантиришга ҳаракат қилса “-“, ишорага эга бўлади.

12.2. Кўндаланг рамани қор қатлаидан ҳосил бўладиган юкка ҳисоби

Қор юкидан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни ва қирқувчи кучларни топиш осон. Юк таъсири ўхшашлиги туфайли доимо таъсир қилаётган юкдан топилган эгувчи моментларни ва қирқувчи кучларни ўтказиш коэффициентга кўпайтирсак бас, яъни

$$K = \frac{q_c}{q_n} = \frac{8,4}{40,32} = 0,208 \quad (12.14)$$

Ферманинг узунлиги бўйича таъсир этаётган қор юкидан рама устунида ҳосил бўладиган ҳисобли эгувчи моментлар:

12.4-жадвал

Устунни характерли кесимлари	Доимий юкдан ҳисобий момент	Ўтказиш коэффициенти	Қор юкидан ҳисобий момент
I – I	315,78	0,208	65,68
II – II	- 20,99	0,208	- 4,37
III – III	- 172,19	0,208	- 35,82
IV - IV	- 305,45	0,208	- 63,53

$$N = \frac{q_c \cdot L}{2} = \frac{8,4 \cdot 30}{2} = 126 \text{ кН}$$

$$Q_A = \frac{65,68 + 4,37}{10,602} = 6,6 \text{ кН}$$

12.3. Кранлардан таъсир этаётган юкларга рамани ҳисоби

Кранлардан ҳосил бўлган юкларга рамани ҳисоблашда, устунни тепа қисми, горизонтал кучдан силжиши ноаниқ деб қабул қилиниб каноник тенгламаси тузилади.

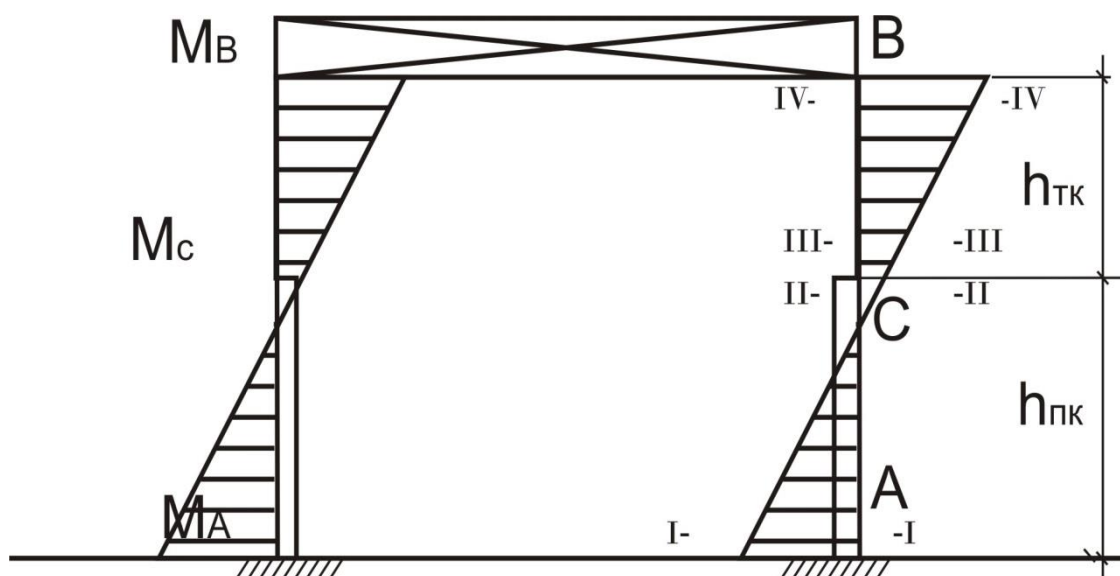
$$\bar{R} \cdot \Delta + R_p = 0 \quad (12.15)$$

бу ерда; $\bar{R}$ - устунга таъсир қилаётган ҳамма реактив кучларни йиғиндиси, устунни тепа қисми $\Delta=1$ бирликка силжиганда;

R_p – устунни тепа қисмида ҳамма ташқи таъсир этаётган юклардан ҳосил бўладиган реактив куч.

Ҳисоблаш тартиби: жадвалдан фойдаланиб, рамани устунида ҳосил бўлаётган кучлар топилади, юқори қисми $\Delta=1$ бирликка силжиганда ва рамани асосий тизимида ташқи юклардан мавжуд бўлаётган кучлар ҳам ҳисобланади. (12.15)-формуладан фойдаланиб битта рамани тепа қисми қанчага силжиши аниқланади. $-\Delta_{пл}$ ва уни синчни фазовий бикирли коэффициенти $\alpha_{пр}$ га кўпайтириб, $\Delta_{пр}$ рамани ҳисобли (фазовий) силжиши аниқланади.

Устунни характерли кесимларида ҳосил бўладиган эгувчи моментлари ва таянч реакциялари, тепа қисми $\Delta=1$ бирликка силжиганда, қуйидаги формулалар орқали топилади:



Расм.12.4. Рамани тепа қисми $\Delta=1$ силжиганда устунида ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюраси

$$\text{I – I кесимида} \quad M_A = K_A \frac{EI_{nk}}{h^2};$$

$$\text{II – II кесимида} \quad M_c = K_c \frac{EI_{nk}}{h^2}; \quad (12.16)$$

III – III кесимида

$$\text{IV – IV кесимида} \quad M_B = K_B \frac{EI_{nk}}{h^2};$$

Таянч реакциялар

$$\text{I – I кесимида} \quad \bar{R}_A = K_A^1 \frac{EI_{nk}}{h^3};$$

$$\text{IV – IV кесимида} \quad \bar{R}_B = K_B^1 \frac{EI_{nk}}{h^3};$$

$$\text{Рамани тепасидаги реактив куч} \quad \bar{R} = \bar{R}_B + \bar{R}_B^1; \quad (12.17)$$

$$\text{Симметрик рама учун} \quad \bar{R} = 2\bar{R}_B; \quad (12.18)$$

K_A, K_C, K_B - абсолют бикирлик коэффициентлари K_A, K_C, K_B қиймати λ ва n параметрларига кўра жадвалдан олинади. λ ва n лар қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилади:

$$\lambda = \frac{h_{tk}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284$$

$$n = \frac{I_{tk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Рамани тепа тугуни $\Delta=1$ силжиганда

12.5-жадвал

Абсолют бикирлик коэффициентлари	λ	n=0,1
K_A	0,20	- 3,940
	0,284	- 3,919
	0,3	- 3,915
K_C	0,20	0,224
	0,284	- 0,2052
	0,3	- 0,287
K_B	0,20	1,264
	0,284	1,2674
	0,3	1,268
K_A^1	0,20	5,203
	0,284	5,1854
	0,3	5,182
K_B^1	0,20	- 5,203
	0,284	- 5,1854
	0,3	- 5,182

$$M_A = 3,919 \frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$M_C = -0,2052 \frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$M_B = 1,2674 \frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$R_B = -5,1854 \frac{EI_{nk}}{h^2 \cdot 14,8} = -0,35 \frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$R_A = 5,1854 \frac{EI_{nk}}{h^2 \cdot 14,8} = 0,35 \frac{EI_{nk}}{h^2}$$

Эгувчи моментни эпюраси рамани устунларида тепа қисми $\Delta=1$ га силжиганда, (расм 12.4)да кўрсатилганидек бўлади.

Устунни характерли кесимларида ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи момент ва таянч реакциялар қуйидаги формулалар орқали топилади.

$$\text{I – I кесимда } M_A = K_A M_{\max} = 0,352 \cdot 381,44 = 134,27 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_A^1 = K_A M_{\min} = 0,352 \cdot 125,62 = 44,22 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$\text{II – II кесимда } M_F^H = K_F^H M_{\max} = -0,7054 \cdot 381,44 = -269,07 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{F^1}^H = K_F^H M_{\min} = -0,7054 \cdot 125,62 = -88,61 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$\text{III – III кесимда } M_F^B = K_F^B M_{\max} = 0,2946 \cdot 381,44 = 112,37 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{F^1}^B = K_F^B M_{\min} = 0,2946 \cdot 125,62 = 37,01 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad (12.19)$$

$$\text{IV – IV кесимда } M_B = K_B \cdot M_{\max} = -0,1247 \cdot 381,44 = -47,57 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_B^1 = K_B M_{\min} = -0,1247 \cdot 125,62 = -15,66 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$R_B = K_R \frac{M_{\max}}{h} = 1,4755 \frac{381,44}{14,8} = 38,03 \text{ кН}$$

$$R_B^1 = K_R \frac{M_{\min}}{h} = 1,4755 \frac{125,62}{14,8} = 12,52 \text{ кН}$$

Абсолют бикирлик коэффициентлари $K_A, K_F^H, K_F^B, K_B, K_R$ қиймати λ, n, α параметрларига кўра жадвалдан олинади.

12.6-жадвал

Абсолют бикирлик коэффициентлар	λ	$\Pi=0,1$		
		$\alpha=0,2$	$\alpha=0,284$	$\alpha=0,3$
K_A	0,2 0,284 0,3	0,411 0,563 0,592	0,352	0,373 0,3117 0,300
K_F^H	0,2 0,284 0,3	- 0,778 - 0,6344 - 0,607	- 0,7054	- 0,666 - 0,719 - 0,729
K_F^B	0,2 0,284 0,3	0,222 0,3656 0,393	0,2946	0,334 0,281 0,271
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,075 0,066 0,093	- 0,1247	- 0,110 - 0,161 - 0,171
K_R	0,2 0,284 0,3	1,437 1,489 1,499	1,4755	1,483 1,4729 1,471

Рамани тепа қисмида ташқи юкларга қарши мавжуд бўладиган таянч реакцияси

$$R_p = R_B + R_B^1 = 38,03 + 12,52 = 50,55 \text{ кН} \quad (12.20)$$

(12.18), (12.20) - тенгламадан $\bar{R}$ ва R_p қийматларни олиб, битта рамани кран юки таъсирида қанчага силжиши аниқланади.

$$\Delta_{nл} = -\frac{R_p}{R} = \frac{50,55h^2}{0,7EI_{нк}} = -72,2 \frac{h^2}{EI_{нк}} \quad (12.21)$$

Рама устунини тепа қисми кранлардан ҳосил бўладиган юк таъсирида шундай силжиши мумкин, агар у якка ўзи шу юкни қабул қилаяпти десак, бунда саноат биноси фазовий конструктив иншоотдир.

Крандан ҳосил бўладиган юкни кўтаришга қўшни рамалар ҳам ёрдам беради. Фермани тепа ва пастки токчаларига қўйилган боғловчи элементлар билан кран ости тўсинлар рамаларни бир-бирига боғланишини таъминлайди.

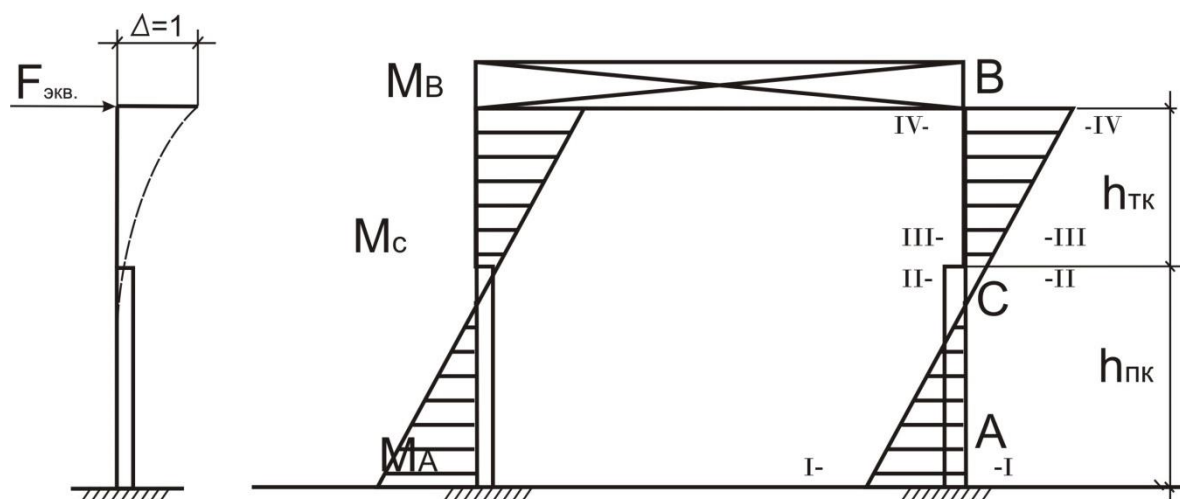
12.4. Том конструкциясини бикирлиги катта бўлган саноат биноларни фазовий тизимда ҳисоблаш

Кранлардан таъсир этаётган юк бинони бир қисмига таъсир этади. Шунинг учун қўшни рамаларни қанчалик ёрдам беришини фазовий бикирлик коэффиценти орқали аниқланади. Агар том конструкцияси темир бетон плиталардан ва боғловчи элементлардан қилинган, ҳамда плиталар фермаларга 3 та таянчдан пайвандланган бўлса, бундай конструкцияли томни бикирлиги чексиз деб қабул қилинади. Кўндаланг рамага кранлардан таъсир этаётган юк битта эквивалент кучга алмаштирилади ва шу куч бинони фазовий конструкциясининг тепа қисмига таъсир этаяпти деб фараз қилинади.

Биринчидан бу таъсир этаётган куч бинони ўрта қисмида таъсир этаяпти деб фараз қиламиз. Бунақа таъсирда ҳамма рамалар бир хил силжийди, чунки бундай том конструкцияси бикирлигини чексиз деб қабул қилинган.

Иккинчидан экв F куч бинони чеккасида таъсир этаяпти, деб ҳисобланади.

Кранлардан таъсир этаётган юкларни рамани тепа тугунига таъсир этаётган эквивалент юкка алмаштириб, шу юкдан кўпроқ таъсир кўраётган рама ишлаши кўриб чиқилади.



Расм.12.5. Рамани тепа тугуни бир бирликка силжишидан ҳосил бўладиган эпюра

F - эквивалент кучдан рамани тепа тугунларини тўла горизонтал силжишини $\Delta_{пл}$ деб қабул қилиб, ва бирлик кучдан ўша рамани силжишини δ деб белгиланса, шунда

$$F_{\text{экв}} = \frac{\Delta_{пл}}{\delta} \quad (12.22)$$

Эквивалент кучдан кўпроқ таъсир кўраётган рамани тепа тугунини фазовий силжиши. (12.6-расм)

$$\Delta_{пр} = \Delta^1 + \Delta^{11} \quad (12.23)$$

Агар эквивалент куч бинони марказ оғирлиги атрофида таъсир қилаётган бўлса, унда ҳар битта рамани силжиши

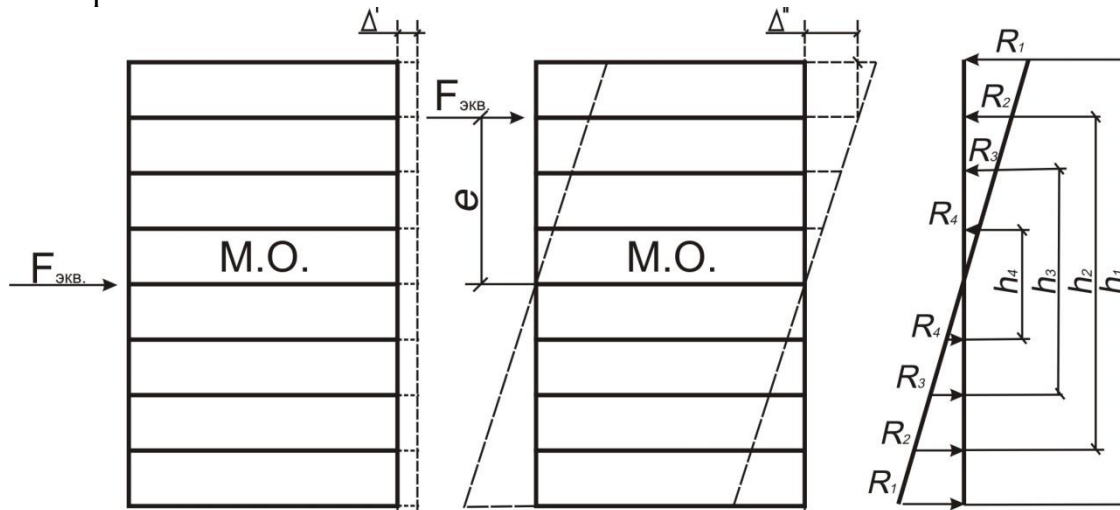
$$\Delta' = \frac{\Delta_{нл}}{n} \quad (12.24)$$

бу ерда n - рамалар сони

агар $F_{эКВ}$ куч бинони чеккасида таъсир қилса, унда қўшимча моментдан ҳам рамани тепа қисмининг силжишини эътиборга олиш керак.

$$M_{вр} = F_{эКВ} \cdot e \quad (12.25)$$

бу ерда e - кучни таъсир этаётган жойдан бинони марказ оғирлигигача бўлган масофа.



Расм.12.6. Фазовий бикирли коэффициентни аниқлаш учун чизма

Ташқи моментга ички рамаларни таянч реакциялардан ҳосил бўладиган моментлари қаршилик кўрсатади, шунинг учун қуйидаги формулани ёзишимиз мумкин.

$$M_{вр} = R_1 h_1 + R_2 h_2 + R_3 h_3 + \dots \quad (12.26)$$

Бу тенгламадан ҳар битта бизларни қизиқтирган рамани таянч реакция қаршилигини топишимиз мумкин.

$$R_i = \frac{M_{вр} h_i}{\sum h^2} = \frac{F_{эКВ} e h_i}{\sum h^2} \quad (12.27)$$

ташқи момент $M = F_{эКВ} \cdot e$

e - ҳисобланаётган рама учун $\frac{h_i}{2}$ га тенг, унда

$$R_i = \frac{F_{эКВ} h_i^2}{2 \sum h^2} \quad (12.28)$$

Ҳар битта рамани эластик қаршилигини (моментга қаршилиги) ва куч 1-га тенг бўлганда силжиши маълум шулардан фойдаланиб, бизларни қизиқтираётган рамани қўшимча моментдан ҳосил бўладиган силжишини аниқлаш мумкин.

$$\Delta_i^{11} = R_i \delta \quad (12.29)$$

бу формулага (12.28) формуладан R_i ва (12.22) формуладан δ ни қийматлари қўйилса, у қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\Delta_i^{11} = \Delta_{nl} \frac{F_{\text{экв}} h_i^2}{F_{\text{экв}} 2 \sum h^2} \quad (12.30)$$

Ҳисобланаётган рамани $F_{\text{экв}}$ куч таъсиридан фазовий силжиши қуйидаги формула орқали топилади:

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta^1 + \Delta^{11}$$

Бунга юқорида аниқланган Δ' ва Δ'' қўйсак,

$$\Delta_{np} = \Delta_{nl} \left(\frac{1}{n} + \frac{h_i^2}{2 \sum h^2} \right) \quad \text{бўлади.} \quad (12.31)$$

(12.31) – формула бинога таъсир қилаётган $F_{\text{экв}}$ куч натижасида ҳисобланаётган рамани тепа қисми силжишини аниқлашга ёрдам беради. Бу формуладан кўриниб турибдики, 2- рама эквивалент куч таъсиридан кўпроқ силжийди. (12.31) га μ ва γ_c коэффициентларни қўйсак, рамани фазовий силжишлиги аниқланади.

$$\Delta_{np} = \Delta_{nl} \frac{\mu}{\gamma_c} \left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2 \sum h^2} \right), \quad (12.32)$$

бу ерда μ - қурилатган рамани қўшимча кучлардан силжишлигини эътиборга оладиган коэффициент.

$$\mu = \frac{\sum F_n}{D_{\text{max}}^H}, \quad (12.33)$$

γ_c – ишлаш шароитини эътиборга оладиган коэффициент.

1 ораликли рамалар учун $\gamma_c = 0,9$, 2-3 ораликли рамалар учун $\gamma_c = 0,95$.

(12.32) – формуладаги $\frac{\mu}{\gamma_c} \left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2 \sum h^2} \right)$ қисмини $\alpha_{\text{пр}}$ деб белгилаб олсак ва бунга фазовий бикирлик коэффициенти деб ном берсак, рамани фазовий силжиши қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пл}} \cdot \alpha_{\text{пр}} \quad (12.34)$$

Бизнинг мисолимиз учун фазовий бикирлик коэффициент қуйидаги қийматга тенг:

$$\alpha_{np} = \frac{\mu}{\gamma_c} \left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2 \sum h^2} \right) = \frac{1,31}{0,9} \left(\frac{1}{9} + \frac{72^2}{2 \cdot (96^2 + 72^2 + 48^2 + 24^2)} \right) = 0,38$$

$$\mu = \frac{\sum F_n}{D_{\text{max}}^H} = \frac{4 \cdot 249,15 \cdot 1,1}{762,87 \cdot 1,1} = 1,31$$

$$\Delta_{np} = \Delta_{nl} \cdot \alpha_{np} = 72,2 \frac{h^2}{EI_{nk}} \cdot 0,38 = 27,43 \frac{h^2}{EI_{nk}}$$

Фазовий силжишини топгандан кейин рамани устунда ҳосил бўлаётган эгилувчи моментлар ҳисобланади.

$$\begin{aligned}
M_A &= K_A \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_A M_{\max} \\
M_F^H &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_F^H M_{\max} \\
M_F^B &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_F^B M_{\max} \\
M_B &= K_B \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_B M_{\max}
\end{aligned}
\tag{12.35}$$

Эгувчи моментларни тўғри ҳисобланганлиги уларни устундаги тепа ва пастки қисмларида қиялиги бир хил бўлганлиги билан исботланади. Ҳисобдан янглишиб кетмаслик учун, ҳамма ҳисоботларни жадвалга киргизиб қўйилади. Жадвал қуйидагича тузилади:

Устунни характерли кесимларида кран юки таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи моментлар 12.7 жадвал

Кесимлар	Чап устун				Ўнг устун			
	Тепа тугунлари силжиш натижасида		Асосий тизимда	Натижада	Тепа тугунлари силжиш натижасида		Асосий тизим-да	Натижада
	$\Delta=1$	Δ_{np}			$\Delta=1$	Δ_{np}		
1-1	-3,919 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	-107,5	134,27	26,77	3,919	107,5	44,22	151,72
II – II	-0,2052 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	-5,63	- 269,07	- 274,7	-0,2052	5,63	- 88,61	- 82,98
III – III	-0,2052 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	-5,63	112,37	106,74	-0,2052	5,63	37,01	42,64
IV – IV	1,2674 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	34,76	- 47,57	- 12,8	1,2674	-34,76	- 15,66	- 50,42

$$\begin{aligned}
\Delta_{np} &= \Delta_{nl} \cdot \alpha_{np} = -\frac{R_p}{R} \alpha_{np} \\
\frac{M_A + M_F^H}{h_{nk}} &= \frac{M_B + M_F^B}{h_{tk}}
\end{aligned}$$

Бизнинг мисол учун момент эпюрасини қиялигини текширамыз чап устун

$$\frac{M_A - M_F^H}{h_{nk}} = \frac{26,77 + 274,7}{10,602} = 28,44$$

$$\frac{M_B - M_F^B}{h_{tk}} = \frac{12,8 + 106,74}{4,198} = 28,48$$

фарки

$$\frac{28,48 - 28,44}{28,48} \cdot 100\% = 0,1\%$$

Ўнг устун

$$\frac{M_A^1 - M_F^{H^1}}{h_{nk}} = \frac{151,72 + 82,98}{10,602} = 22,14$$

$$\frac{M_F^{B^1} - M_B^1}{h_{tk}} = \frac{42,64 + 50,42}{4,198} = 22,17$$

фарки

$$\frac{22,17 - 22,14}{22,17} \cdot 100\% = 0,15\%$$

1 – 1 кесим бўйича мавжуд бўладиган қирқувчи кучни қуйидаги формула билан топилади:

$$Q = \frac{M_A + M_F^H}{h_{nk}} = \frac{26,77 + 274,7}{10,602} = 28,44 \text{ kH} \quad (12.36)$$

1 – 1 ва II – II кесимда ҳосил бўладиган бўйлама куч $N = D_{\max}$ чап устунда ва $N = D_{\min}$ ўнг устунда.

12.5. Горизонтал юк таъсирига рамани ҳисоби.

Кран аравачаси тормоз қилиш натижасида, бу куч ҳосил бўлади. Рамани бу кучга ҳисоблаш тартиби юқорида келтирилган рамани момент таъсирига ҳисоблаш тартибига ўхшайди. Рамани асосий тизимда ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни қуйидаги формулалар орқали топамиз:

$$\begin{aligned} M_A &= K_A Th = -0,0761 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -21,03 \text{ kH} \cdot \text{м} \\ M_C &= K_C Th = 0,0455 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 12,57 \text{ kH} \cdot \text{м} \\ M_F &= K_F Th = 0,06 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 16,58 \text{ kH} \cdot \text{м} \\ M_B &= K_B Th = -0,09543 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -26,37 \text{ kH} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (12.37)$$

Таянч реакциялари эса

$$R_A = K_A^1 T = 0,1697 \cdot 18,67 = 3,17 \text{ kH}$$

$$R_B = K_B^1 T = 0,8303 \cdot 18,67 = 15,5 \text{ kH}$$

Абсолют бикирлик коэффициентлар жадвалдан фойдаланиб аниқланади λ ,

n ва α параметрларига кўра $\lambda = \frac{h_{TK}}{h} = 0,284$, $n = \frac{I_{TK}}{I_{ПК}} = 0,1$, $\alpha = \frac{h_2}{h} = \frac{2,8}{14,8} = 0,189$

Коэффици- циентлар	λ	n=0,1		
		$\alpha=0,1$	$\alpha=0,189$	$\alpha=0,2$
K_A	0,2	- 0,023		- 0,067
	0,284	- 0,0272	- 0,0761	-0,08212
	0,3	- 0,028		- 0,085
K_C	0,2	0,02		0,079
	0,284	0,01244	0,0455	0,0496
	0,3	0,011		0,044
K_F	0,2	0,026		0,079
	0,284	0,0218	0,06	0,0647
	0,3	0,021		0,062
K_B	0,2	-0,069		-0,084
	0,284	-0,07236	- 0,09543	-0,0983
	0,3	-0,073		0,101
K_A^1	0,2	0,054		0,183
	0,284	0,05484	0,1697	0,18384
	0,3	0,055		0,184
K_B^1	0,2	0,946		0,817
	0,284	0,94516	0,8303	0,81616
	0,3	0,945		98,16

Каноник тенгламани $\bar{R} \cdot \Delta + R_p = 0$ ечиш учун рамани тепа тугунларида ташки юклардан ҳосил бўладиган таянч реакциясини топиш керак.

Кран аравачаси тормоз қилиш натижасида горизонтал куч ҳосил бўлади. У рамани бир томонига таъсир қилади деб қабул қилинган. Шунинг учун ташки юклар таъсиридан рамани тепа тугунида ҳосил бўладиган таянч реакцияси қуйидаги формула орқали топилади.

$$R_p = R_B = 15,5kH \quad (12.38)$$

Бу таянч реакцияни биринчи формулага қўйиб рамани тепа тугунини силжишини қуйидагича аниқланади:

$$\Delta_{nl} = -\frac{R_p}{R} = \frac{15,5h^2}{0,7EI_{nk}} = \frac{22,15h^2}{EI_{nk}} \quad (12.39)$$

Кейин ҳисоблаётган рамани фазовий силжиши топилади,

$$\Delta_{np} = \Delta_{nl} \cdot \alpha_{np} = \frac{22,15h^2}{EI_{nk}} \cdot 0,38 = 8,42 \frac{h^2}{EI_{nk}} \quad (12.40)$$

Рама устунини характерли кесимларда ҳосил бўладиган эгувчи моментлар қуйидаги формулалар орқали аниқланади;

Чап устунда

$$\begin{aligned}
 M_A &= K_A \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_A Th \\
 M_c &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_c Th \\
 M_F &= K_F \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_F Th \\
 M_B &= K_B \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} + K_B Th
 \end{aligned}
 \tag{12.41}$$

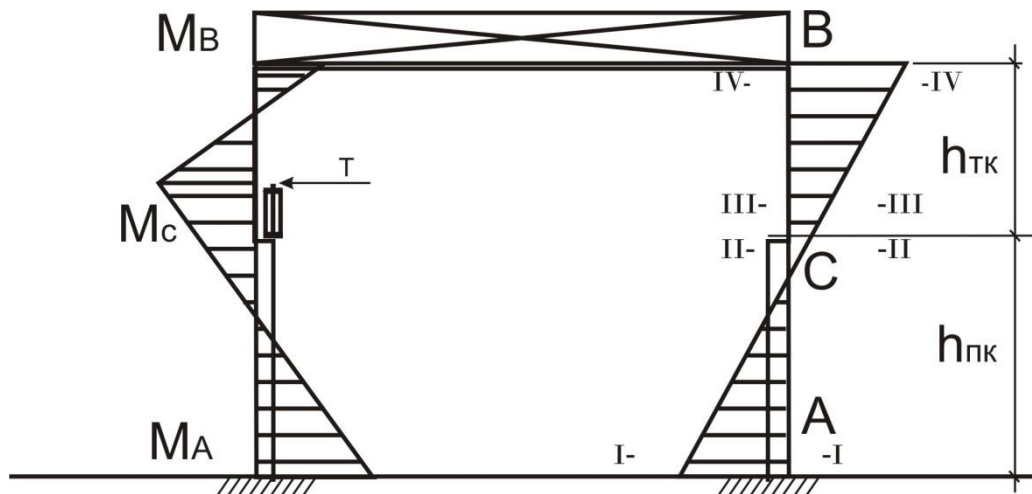
Ўнг устунда

$$\begin{aligned}
 M_A^1 &= K_A \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\
 M_c^1 &= K_c \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\
 M_B^1 &= K_B \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{np} \\
 \alpha &= \frac{x}{h} = \frac{2,8}{14,8} = 0,189
 \end{aligned}$$

Горизонтал юк таъсиридан рама устунларини характерли кесимларида ҳосил бўладиган ҳисобий эгувчи моментлар.

12.9-жадвал

Характерли кесимлар	Чап устун				Ўнг устун	
	Тева тугунлари силжиш натижасида		Асосий тизимда	Хисобий “М”	Тева тугунлари силжиш натижасида	Хисобий “М”
	$\Delta=1$	Δ_{np}				
1-1	$-3,919 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 33	- 21,03	- 54,03	33	33
II – II	$-0,2052 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 1,73	12,57	10,84	1,73	1,73
III – III	$-0,2052 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 1,73	12,57	10,84	1,73	1,73
F	2,045	16,58	18,63			
IV – IV	$1,2674 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	10,67	- 26,37	- 15,7	- 10,67	- 10,67



Расм.12.7. Горизонтал юкдан ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюраси
“F” кесимдаги момент учбурчаклар ўхшашидан фойдаланиб аниқланади:

$$\frac{M_B + M_C}{h_{Т.К}} = \frac{M_x}{h_{К.О.Т}}$$

$$M_x = \frac{h_{К.О.Т}}{h_{Т.К}} (M_B + M_C) = \frac{1,278}{4,198} (10,67 + 1,73) = 3,775 \text{ кНм}$$

$$M_F = M_x - M_C = 3,775 - 1,73 = 2,045 \text{ кНм}$$

Биринчи кесимдаги қиркувчи куч қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$Q = \frac{M_A + M_C}{h_{нк}} = \frac{54,03 + 10,84}{10,602} = 6,12 \text{ кН} \quad (12.42)$$

12.6. Шамол юки таъсирига рамани ҳисоби

Рамани бу кучга ҳисоблаш тартиби юқорида келтирилган рамани момент ва горизонтал юк таъсирига ҳисоблаш тартибига ўхшайди. Рамани асосий тизимида ташқи ёйма юклардан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни қуйидаги формулалар орқали топилади:

Чап устунда

$$M_A = K_A \cdot q_b \cdot h^2$$

$$M_C = K_C \cdot q_b \cdot h^2$$

$$M_B = K_B \cdot q_b \cdot h^2$$

Ўнг устунда

$$M_A^1 = -K_A \cdot q_b^1 \cdot h^2$$

$$M_C^1 = -K_C \cdot q_b^1 \cdot h^2 \quad (12.43)$$

$$M_B^1 = -K_B \cdot q_b^1 \cdot h^2$$

Таянч реакциялари эса қуйидагилардан аниқланади:

$$R_A = K_A^1 \cdot q_b \cdot h$$

$$R_B = K_B^1 \cdot q_b \cdot h$$

$$R_A^1 = K_A^1 \cdot q_b^1 \cdot h$$

$$R_B^1 = K_B^1 \cdot q_b^1 \cdot h$$

Абсолют бикирлик коэффициент қийматлари жадвалдан фойдаланиб аниқланади:

коэффициентлар	λ	n=0,1
K_A	0,2	- 0,108
	0,284	- 0,1156
	0,3	- 0,117
K_C	0,2	0,025
	0,284	0,0334
	0,3	0,035
K_B	0,2	- 0,042
	0,284	- 0,04872
	0,3	- 0,050
K_A^1	0,2	0,566
	0,284	0,5677
	0,3	0,568
K_B^1	0,2	0,4334
	0,284	0,4323
	0,3	0,432

Чап устунда ҳосил бўлаётган моментлар

$$M_A = K_A \cdot q_b \cdot h^2 = -0,1156 \cdot 3,399 \cdot 14,8^2 = -86,07 kH \cdot m$$

$$M_c = K_c \cdot q_b \cdot h^2 = 0,0334 \cdot 3,399 \cdot 14,8^2 = 24,87 kH \cdot m$$

$$M_B = K_B \cdot q_b \cdot h = -0,04872 \cdot 3,399 \cdot 14,8^2 = -36,27 kH \cdot m$$

Таянч реакциялар

$$R_A = K_A^1 \cdot q_b \cdot h = 0,5677 \cdot 3,399 \cdot 14,8 = 28,56 kH$$

$$R_B = K_B^1 \cdot q_b \cdot h = 0,4323 \cdot 3,399 \cdot 14,8 = 21,75 kH$$

Ўнг устунда ҳосил бўлаётган моментлар

$$M_A^1 = K_A^1 \cdot q_b^1 \cdot h^2 = 0,1156 \cdot 2,55 \cdot 14,8^2 = 64,57 kH \cdot m$$

$$M_c^1 = K_c^1 \cdot q_b^1 \cdot h^2 = -0,0334 \cdot 2,55 \cdot 14,8^2 = -18,66 kH \cdot m$$

$$M_B^1 = K_B^1 \cdot q_b^1 \cdot h^2 = 0,04872 \cdot 2,55 \cdot 14,8^2 = 27,21 kH \cdot m$$

Таянч реакциялар

$$R_A^1 = K_A^1 \cdot q_b^1 \cdot h = 0,5677 \cdot 2,55 \cdot 14,8 = 21,42 kH$$

$$R_B^1 = K_B^1 \cdot q_c^1 \cdot h = 0,4323 \cdot 2,55 \cdot 14,8 = 16,32 kH$$

Рамани тепа тугунларида ташқи юклардан ҳосил бўладиган таянч реакцияси

$$R_p = R_B + R_B^1 + W_B = 21,75 + 16,32 + 21,89 = 59,96 kH$$

Рамани тепа тугунини силжиши $\Delta_{ni} = -\frac{R_p}{R}$ ни аниқлаб

$$\Delta_{ni} = \frac{59,96 h^2}{0,7 \cdot EI_{nk}} = 85,65 \frac{h^2}{EI_{nk}} \quad (12.44)$$

Устунларни характерли кесимларда ҳосил бўладиган ҳисобли эгувчи моментлар топилади

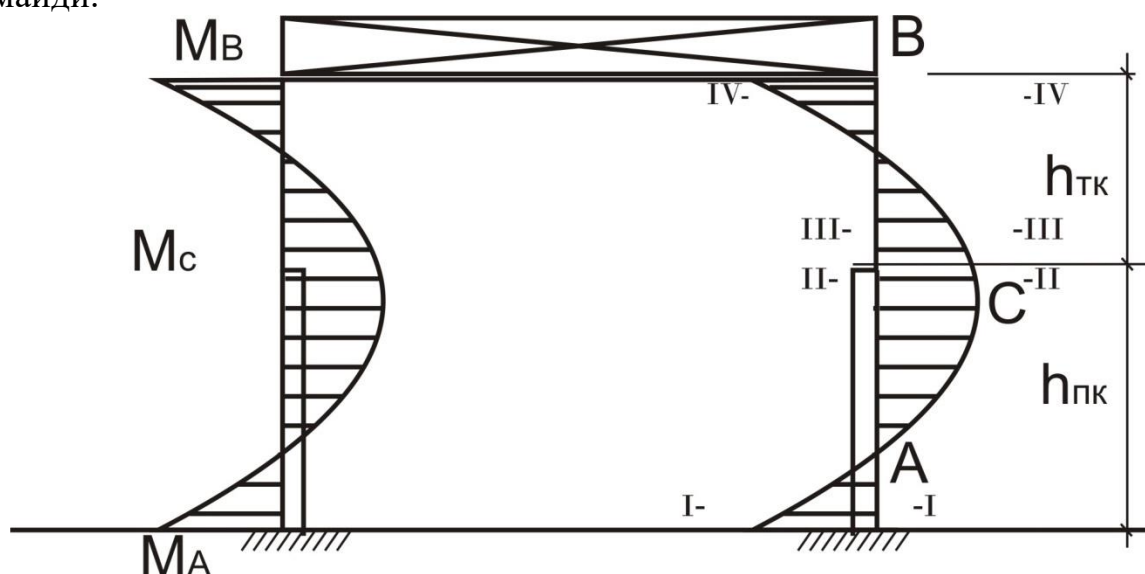
$$\begin{aligned}
M_A &= K_A \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{nn} + K_A \cdot q_b \cdot h^2 \\
M_c &= K_c \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{nn} + K_c \cdot q_b \cdot h^2 \\
M_B &= K_B \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2} \Delta_{nn} + K_B \cdot q_b \cdot h^2 \\
R_B &= K_B^1 \cdot \frac{EI_{nk}}{h^3} \Delta_{nn} + K_B^1 \cdot q_b \cdot h \\
R_B^1 &= K_B^1 \frac{EI_{nk}}{h^3} \Delta_{nn} + K_B^1 \cdot q_b^1 \cdot h
\end{aligned}
\tag{12.45}$$

Шамол юки таъсиридан рама устунларини характерли кесимларида ҳосил бўладиган ҳисобий эгувчи моментлар:

12.11-жадвал

Характерли кесимлар	Чап устун				Ўнг устун		
	Тева тугунлари силжиш натижасида		Асосий тизимда	Ҳисобий “М”	Тева тугунлари силжиш натижасида $\Delta_{пл}$	Асосий тизимда	Ҳисобий “М”
	$\Delta=1$	$\Delta_{пл}$					
1 – 1	-3,919 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 335,66	- 86,07	- 421,7	335,66	64,57	400,2
II – II III – III	-0,2052 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 17,58	24,87	7,3	17,58	- 18,66	- 1,08
IV – IV	1,2674 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	108,55	- 36,27	72,28	- 108,55	27,21	- 81,34

Устунни бўйлама бўйича таъсир қилаётган куч камлиги учун эътиборга олинмайди.



Расм.12.8. Шамол юкидан ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюраси

1 – 1 кесим бўйича ҳосил бўладиган қирқма куч таянч реакцияларини йиғиндисига тенг.

$$\text{Чап устунда } Q_A = R_A^q + R_A^\Delta = 28,56 + 29,98 = 58,54 \text{ kH}$$

$$\text{Ўнг устунда } Q_{A^1} = R_{A^1}^q + R_{A^1}^\Delta = 21,42 + 29,98 = 51,4 \text{ kH} \quad (12.46)$$

Биринчи кесим бўйича топган қирқма кучларини тўғри ҳисобланганлиги қуйидаги тенглама билан исботланади.

$$Q_A + Q_{A^1} = (q_b + q_b^1)h + W_b$$

$$58,54 + 51,4 = (3,399 + 2,55)14,8 + 21,89 \quad (12.47)$$

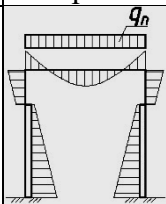
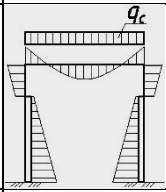
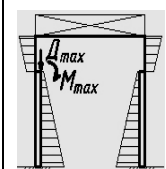
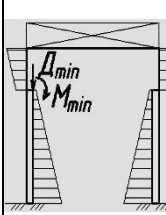
$$109,94 \text{ kH} \approx 109,935 \text{ kH}$$

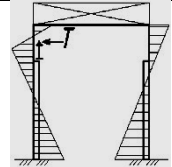
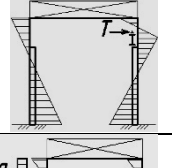
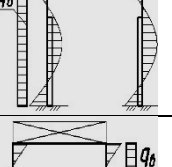
Шундай қилиб, рамага таъсир этадиган юклардан ҳосил бўладиган кучланишларни аниқладик. Энди бизларни қизиқтирадиган кесимда ҳисобли кучланишларнинг аниқлаш учун умумий жадвал тузилади ва бу жадвалга ҳар хил юклардан устунни характерли кесимларида ҳосил бўладиган эғувчи моментларни, қирқувчи ва бўйламасига таъсир этаётган кучларни киритилади.

Умумий жадвал

12.12 -

жадвал

Юк №	Таъсир этаётган юк ва ун- дан ҳосил бўладиган эпюра	Ψ	Устунни характерли кесимлари								
			1 – 1			II – II		III – III		IV – IV	
			Q	N	M	N	M	N	M	N	M
1		1	31,76	604,8	315,78	604,8	-20,99	604,8	-172,19	604,8	-305,45
2		1	6,6	126	65,68	126	- 4,37	126	- 35,82	126	- 63,53
		0,9	5,94	113,4	59,11	113,4	- 3,93	113,4	32,24	113,4	- 57,18
		0,8	5,28	100,8	52,54	100,8	-3,5	100,8	-28,66	100,8	- 50,82
		0,6	3,96	75,6	39,4	75,6	- 2,62	75,6	-21,49	75,6	-38,12
3		1	28,44	762,87	26,77	762,87	-274,7		106,74	-	-12,8
		0,9	25,6	686,6	24,1	686,6	-247,2		96,07		-11,52
		0,8	22,75	610,3	21,42	610,3	-219,76		85,39		-10,24
		0,6	17,06	457,7	16,06	457,7	-164,82		64,04		-7,68
4		1	22,14	251,24	151,72	251,24	-82,98		42,64	-	-50,42
		0,9	19,93	226,1	136,55	226,1	-74,68		38,38		-45,38
		0,8	17,71	201	121,38	201	-66,38		4,11		-40,34
		0,6	13,28	150,7	91,03	150,7	-49,79		25,58		-30,25

5		1 0,9 0,8 0,6	6,12 5,51 4,9 3,67		-54,03 -48,63 -43,22 -32,42		108,84 9,76 8,67 6,5		10,84 9,76 8,67 6,5	-	-15,7 -14,1 -12,56 -9,42
6		1 0,9 0,8 0,6	2,95 2,66 2,36 1,77		33 29,7 26,4 19,8		1,73 1,56 1,38 1,04		1,73 1,56 1,38 1,04	-	-10,67 -9,6 -8,54 -6,4
7		1 0,9 0,8 0,6	58,54 52,69 46,83 35,12		-421,7 -379,5 -337,4 -253		7,3 6,57 5,84 4,38		7,3 6,57 5,84 4,38		72,28 65,05 57,82 43,37
8		1 0,9 0,8 0,6	51,4 46,26 41,12 30,84		400,2 360,2 320,16 240,1		-1,08 -0,97 -0,86 -0,65		-1,08 -0,97 -0,86 -0,65		-81,34 -73,2 -65,07 -48,8

Юкларнинг биргаликда энг ноқулай таъсир қилиши натижасида устунларнинг характерли кесимларида ҳисобий ҳосил бўладиган кучлар аниқланади.

Рама элементларда ҳисобий кучларни аниқлаш.

12.13.жадвал

Юкларнинг биргаликда таъсири	Устуннинг характерли кесимлари				
		1 -1	II-II	III – III	IV -IV
Асосий юкларнинг таъсири	$M_{\max}$	715,98	-	-208,01	-
	N	604,8	285,54 1367,6 7	730,8	386,79 604,8
	Юк №	1,8	1,3,5	1,2	1,8
	$M_{\max}$	1367,7	1367,6	730,8	730,8
	N	396,58	7 - 285,54	-208,01	-369
Қўшимча юкларнинг таъсири	Юк №	1,3,5	1,3,5	1,2	1,2
	$M_{\max}$	863,16	-282,1	-205,3	-466,2
	N	881,4	1392,2	718,2	705,6
	Юк №	1,8,4,6, 2	1,3,5,2, 8	1,2,8	1,8,2,4, 6
	$M_{\max}$	1392,2	1392,2	730,8	730,8
	N	441	-281,5	-208,01	-369
	Юк №	1,3,5,2	1,3,5,2	1,2	1,2

Назорат саволлари.

1. Кўндаланг раманинг ҳисобини соддалаштирадиган шартлар.
2. Кўндаланг рамани доимий таъсир этаётган юкка ҳисоби.
3. Кўндаланг рамани кран юкига ҳисоби.
4. Фазовий бикирлик коэффиценти қандай аниқланади?
5. Кўндаланг рамани шамол юкига ҳисоби.

6. Кўндаланг раманинг элементларида мавжуд бўладиган ҳисобий куч қандай аниқланади?

13 боб. КЎНДАЛАНГ РАМА ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ҲИСОБИ

13.1. Фермани ҳисоблаш тартиби

1. Ферма узунлиги бўйича таъсир этаётган ёйма юкни тугунга таъсир этаётган тик маҳаллий юкка келтириб олинади;

а) доимий таъсир этаётган юкдан:

$$F = q_n \cdot b \quad (13.1)$$

б) вақтинча қисқа муддатда таъсир этаётган юкдан

$$F_c = q_c \cdot b \quad (13.2)$$

2. Максвелл – Кремона диаграммасидан фойдаланиб, ферманинг элементларида ҳосил бўладиган кучлар аниқланади.

3. Ферманинг таянчига таъсир этаётган бирлик моментини иккита горизонтал кучга келтириб олиб, улардан ферманинг элементларида ҳосил бўладиган кучлар аниқланади.

Раманинг тепа тугунида юкларни ноқулай биргаликда таъсир қилиши натижасида чап устуни ($M_{\text{чап}}$) ва ўнг устуни ($M_{\text{ўнг}}$)да ҳосил бўладиган моментлар аниқланади.

Ферманинг элементларида таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S = S_{\text{чап}} \cdot M_{\text{чап}} + S_{\text{ўнг}} \cdot M_{\text{ўнг}} \quad (13.3)$$

Мисол ечими учун маҳаллий ферма тугунига таъсир этаётган кучларни топамиз:

$$F = q_n \cdot b = 40,32 \cdot 3 = 120,96 \text{ кН}$$

$$F = q_c \cdot b = 8,4 \cdot 3 = 25,2 \text{ кН}$$

Максвелл – Кремона диаграммасини курамиз:

Раманинг тепа тугунларида ҳосил бўлаётган моментлар, чап устунида:

$$M_{\text{чап}} = - 466,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

бу эгувчи момент қуйидаги юклар №1,8,2,4,6 биргаликда таъсир этиш натижасида ҳосил бўлади.

Ўнг устунида:

$$M_{\text{ўнг}} = - 305,45 + 65,05 - 50,82 - 7,68 - 9,42 = - 308,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Юклар № 1,7,2,3,5.

Ферманинг элементларида таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S = S_{\text{чап}} \cdot M_{\text{чап}} + S_{\text{ўнг}} \cdot M_{\text{ўнг}}$$

Ферманинг элементларида доимий юкдан, қор юкидан ва таянч моментларидан ҳосил бўладиган кучларни йиғиндиси элементга таъсир қилаётган ҳисобий кучини беради.

Ферма элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлангандан кейин уларни ҳисобини қилиш керак бўлади.

Енгил фермаларда кўп ҳолда элементларнинг кесим юзаси таврга ўхшаш қилиб тайёрлашади, улар иккита бурчакликдан иборатдир.

Ҳисоблаш тартиби қуйидагича:

1. Чўзилишга ишлайдиган элементларни талаб қилинган кесим юзасини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$A_{m.k.} = \frac{N}{R_y \gamma_c} \quad (13.4)$$

2. Бурчаклик сортаментида мос келадиган бурчакликлар танлаб олинади:

$$A_{m.k.} \leq A_x \quad (13.5)$$

3. Мустаҳкамлиги текширилади, бунда

$$\sigma = \frac{N}{A_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (13.6)$$

бўлиши керак.

1. Сиқилишга ишлайдиган элементларнинг эгилувчанлигини қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлиги топилади ва φ коэффиценти мос келадиган формула бўйича ҳисобланади ва талаб қилинган кесим юзаси аниқланади:

$$A_{m.k.} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \quad (13.7)$$

бу ерда γ_c – элементни ишлашини эътиборга оладиган коэффицент, агарда эгилувчанлик $\lambda > 60$ бўлса, 0,8 га тенг, агар $\lambda < 60$ булса, 0,95 га тенг; инерция радиуси аниқланади:

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda}$$

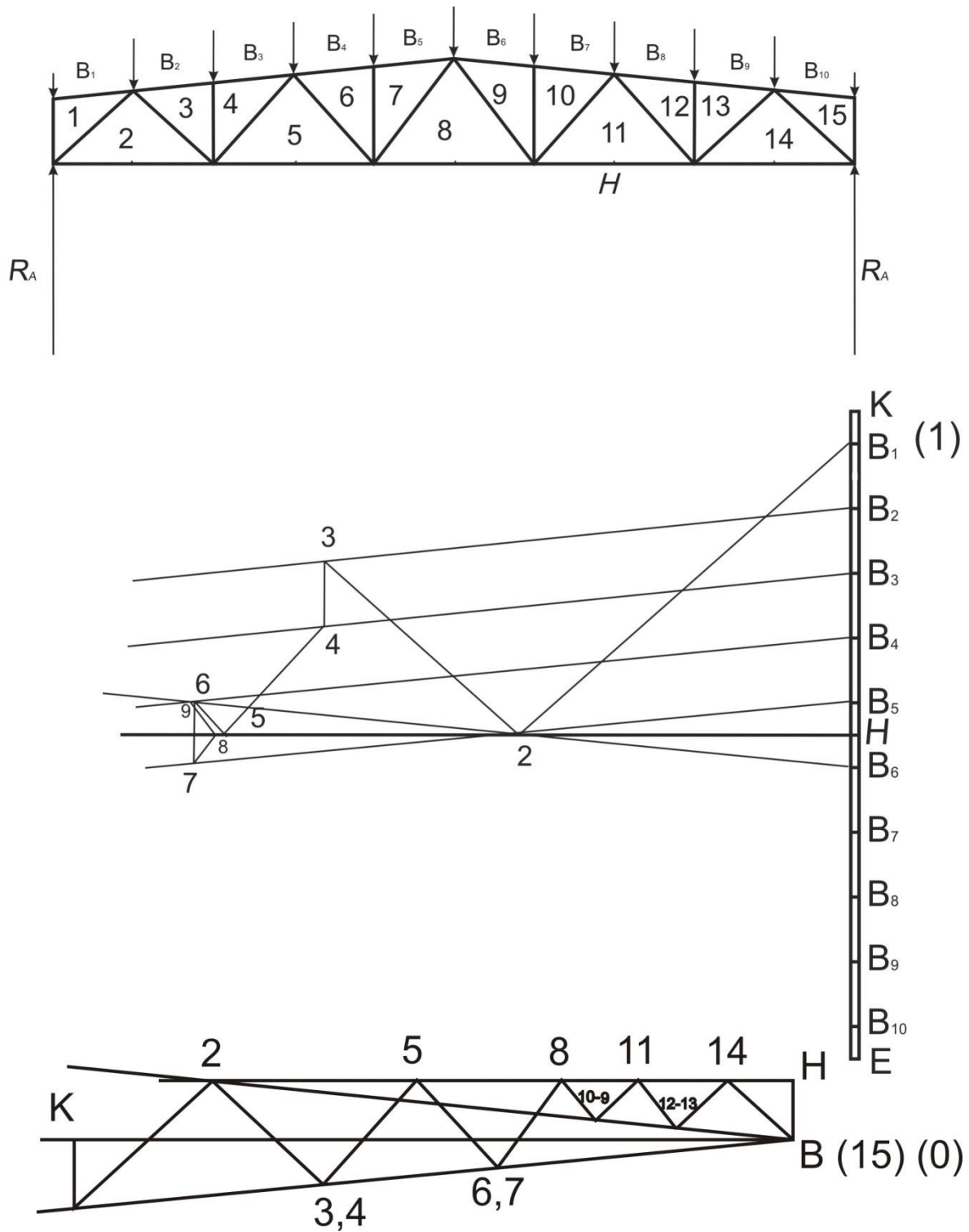
2. Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг (ёки тенгсиз) томонли бурчакликларни қабул қилиб, A_x , i_x , i_y , ҳақиқий юзаси ва радиус инерциялари ёзилади.

3. Танлаб олинган элементлар мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади. Бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилувчанлиги аниқланади.

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x}; \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} \quad (13.8)$$

Аниқланган эгилувчанлигини катта қийматига қараб, шартли эгилувчанлиги аниқланади ва мос келадиган формуладан фойдаланиб φ – коэффициент топилади ва қуйидаги формула орқали текширилади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (13.9)$$



Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобий кучни аниқлаш

13.1 - жадвал

Элемент-нинг номи	Элемент-нинг белгиси	Доимий таъсир этаётган юкдан ҳосил бўладиган куч	Қор юкидан ҳосил бўладиган куч		Таянч моментида ҳосил бўладиган куч			Ҳисобий куч кН.	
			$\psi = 1,0$	$\psi = 0,9$	$S_{чан}$	$S_{унг}$	S	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тева белбоғ	$B_1 - 1$	0		0	-0,3432	0	160	160	
	$B_2 - 3$	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	$B_3 - 4$	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	$B_4 - 6$	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
	$B_5 - 7$	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
Пастки белбоғ	H – 2	484	101	91	0,2871	0,033	-144	441	
	H – 5	956	199	179	0,198	0,0825	-118	1037	
	H – 8	980	204	184	0,1221	0,0122	-94,6	1089	
Тиргович - лар	1 – 2	-726	-151	-136	0,0825	-0,05	-23,1		-900
	2 – 3	460	96	86	-0,076	0,0396	23,2	579	
	4 – 5	-266	-55	-50	0,0693	-0,0363	-21,1		-342
	5 – 6	109	23	20	-0,0627	0,033	19,0	151	
	7 – 8	60,5	13	11	0,0627	-0,0297	20,0	93,5	
Устунлар	K – 1	-60,5	-13	-11	-0,033	0	15,4		-58,1
	3 – 4	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2
	6 – 7	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2

Юқоридаги масалани ферманинг тева белбоғи элементларни ҳисоблашдан бошлаймиз:

В-1 белбоғда $N_{B-1} = 160 \text{ кН}$

Элементга талаб қилган кесим юза аниқланади:

$$A_{т.к} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{160}{22,5 \cdot 1} = 7,1 \text{ см}^2$$

Иккита тенг томонли бурчаклик қабул қиламиз. $50 \times 5 \text{ мм}$, кесим юзаси $9,6 \text{ см}^2$ га тенг.

$$\sigma = \frac{N}{A_x \cdot \gamma_c} = \frac{160}{9,6 \cdot 1} = 16,7 \text{ кН/см}^2$$

Стерженлар $B_2 - 3$ ва $B_3 - 4$ $N_{B-3} = -850 \text{ кН}$ элементни эгилувчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлигини топамиз

$\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27 > 2,5$ ва φ коэффициентини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27^2 = 1,456 - 1,118 + 0,231 = 0,569$$

Талаб қилган кесим юзаси

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{850}{0,8 \cdot 0,565 \cdot 22,5} = 83,0 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{301}{100} = 3,01 \text{ см}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{602}{100} = 6,02 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L160 \times 12$, кесим юзаси $A = 37,4 \times 2 = 74,8 \text{ см}^2$
 $i_x = 4,94 \text{ см}$ $i_y = 6,95 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текшираемиз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{301}{4,94} = 61 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{602}{6,95} = 87$$

Аниқланган эгилювчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилювчанлигини аниқлаймиз; $\bar{\lambda} = 87 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,85$, φ – коэффициентини топамиз.

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,85 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,85^2 = 1,4561 - 0,9740 + 0,1752 = 0,6573$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N_{B-3}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{850}{0,8 \cdot 0,6573 \cdot 74,8} = 21,61 \text{ кН/см}^2$$

Стерженлар $B_4 - 6$ ва $B_5 - 7$ $N_{B_4-6} = -1120 \text{ кН}$ элементни эгилювчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилювчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27$ ва φ коэффициентини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} -$$

$$- \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,27^2 = 1,456 - 1,118 + 0,231 = 0,569$$

Талаб қилган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{1120}{0,8 \cdot 0,569 \cdot 22,5} = 109,4 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{301}{100} = 3,01 \text{ см}; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{602}{100} = 6,02 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенгсиз томонли бурчакли қабул қиламиз, $L200 \times 125 \times 16$, кесим юзаси $A = 49,8 \times 2 = 99,6 \text{ см}^2$ $i_x = 3,52 \text{ см}$ $i_y = 9,63 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустақамлигини текшираамиз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{301}{3,52} = 86 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{602}{9,63} = 63$$

Аниқланган эгилювчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилювчанлиги ҳисобланади $\bar{\lambda} = 86 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,815$, φ – коэффициентни топилади;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 2,815 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 2,815^2 =$$

$$= 1,4561 - 0,962 + 0,171 = 0,665$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{N_{B-6}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{1120}{0,8 \cdot 0,665 \cdot 99,6} = 21,14 \text{ кН/см}^2$$

Фермани пастки токчаси

Стержен Н-2 $N = 441 \text{ кН}$.

Элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{441}{1 \cdot 22,5} = 19,6 \text{ см}^2$$

Бурчаклик сортаментидан иккита тенг томонли бурчаклик танлаб оламиз: $L83 \times 7$ кесим юзаси $A = 10,8 \times 2 = 21,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{441}{1 \cdot 21,6} = 20,42 \text{ кН/см}^2$$

Стержен Н-5 $N=1037 \text{ кН}$

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз

$$A_{т.к} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{1037}{1 \cdot 22,5} = 46 \text{ см}^2$$

Талаб қилинган кесим юзасига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L125 \times 10$ кесим юзаси $A = 24,3 \times 2 = 48,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{1037}{1 \cdot 48,6} = 21,3 \text{ кН/см}^2$$

Стержен Н-8 $N=1089 \text{ кН}$

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз

$$A_{т.к} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{1089}{1 \cdot 22,5} = 48,4 \text{ см}^2$$

Талаб қилинган кесим юзасига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз, $L125 \times 10$ кесим юзаси $A = 24,3 \times 2 = 48,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{1089}{1 \cdot 48,6} = 22,41 \text{ кН/см}^2$$

Тирговичлар

Стержен 1-2 $N = -900 \text{ кН}$

элементни эгилувчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, , шартли эгилувчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27$ ва ϕ коэффициентини юқорида келтирилган формула бўйича ҳисоблаб $\phi = 0,569$ талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{т.к} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \phi \cdot R_y} = \frac{900}{0,8 \cdot 0,569 \cdot 22,5} = 87,9 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{453}{100} = 4,53 \text{ см} \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{453}{100} = 4,53 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчакли қабул қиламиз $L180 \times 11$, кесим юзаси $A = 38,8 \times 2 = 77,6 \text{ см}^2$ $i_x = 5,6 \text{ см}$ $i_y = 7,74 \text{ см}$ танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текширамыз, бунинг учун аввал $x-x$ ва $y-y$ ўқи бўйича эгилувчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{453}{5,6} = 81 \qquad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{453}{7,74} = 59$$

Аниқланган эгиловчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгиловчанлигини топилади $\bar{\lambda} = 81 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,65$, φ – коэффициентни қийматини ҳисоблаймиз

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 2,65 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 2,65^2 =$$

$$= 1,4561 - 0,9056 + 0,152 = 0,703$$

ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N_{B-6}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{900}{0,8 \cdot 0,703 \cdot 77,6} = 20,62 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 2-3 $N = 579 \text{ кН}$

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{579}{22,5 \cdot 1} = 25,7 \text{ см}^2$$

Бурчаклик сортаментидан иккита тенг томонли бурчаклик танлаб оламиз: $L100 \times 7$, кесим юзаси $A = 13,8 \times 2 = 27,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{579}{1 \cdot 27,6} = 20,98 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 4-5 $N = 342 \text{ кН}$

элементни эгиловчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгиловчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,27$ ва φ коэффициентини юқорида келтирилган формула бўйича ҳисоблаб $\varphi = 0,569$ талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{342}{0,8 \cdot 0,569 \cdot 22,5} = 33,4 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{492}{100} = 4,92 \text{ см} \qquad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{492}{100} = 4,92 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчаклик қабул қиламиз, $L140 \times 10$, кесим юзаси $A = 27,3 \times 2 = 54,6 \text{ см}^2$ $i_x = 4,33 \text{ см}$, $i_y = 6,12 \text{ см}$ Танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текширамыз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгиловчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{492}{4,33} = 114 \qquad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{492}{6,12} = 80$$

Аниқланган эгилувчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилувчанлиги аниқланади $\bar{\lambda} = 114 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,73$ ва φ – коэффициентини қиймати ҳисобланиб

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 3,73 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 3,73^2 =$$

$$= 1,4561 - 1,2747 + 0,3002 = 0,482$$

элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{342}{0,8 \cdot 0,482 \cdot 54,6} = 16,24 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 5-6 $N = 151 \text{ кН}$

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқланади;

$$A_{T.K} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{151}{22,5 \cdot 1} = 6,71 \text{ см}^2$$

Бурчаклик сортаментидан иккита тенг томонли бурчаклик танлаб оламиз: $L50 \times 5$, кесим юзаси $A = 4,8 \times 2 = 9,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{151}{1 \cdot 9,6} = 15,73 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 7-8 $N = 93,5 \text{ кН}$

элементни талаб қилинган кесим юзасини аниқланади;

$$A_{T.K} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{93,5}{22,5 \cdot 1} = 4,16 \text{ см}^2$$

Бурчаклик сортаментидан иккита тенг томонли бурчаклик танлаб оламиз: $L50 \times 5$, кесим юзаси $A = 4,8 \times 2 = 9,6 \text{ см}^2$ элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{93,5}{1 \cdot 9,6} = 9,74 \text{ кН/см}^2$$

Устунлар

Стержен К-1 $N = -58,1 \text{ кН}$

элементни эгилувчанлигини $\lambda = 120$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлигини топилади $\bar{\lambda} = 120 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,93$ ва φ коэффициентини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \cdot \frac{225}{210000} -$$

$$- \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,93 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{225}{210000} \right) \cdot 3,93^2 = 1,4561 - 1,3431 + 0,3332 = 0,4462$$

талаб қилинган кесим юзасини аниқланади:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{58,1}{0,8 \cdot 0,446 \cdot 22,5} = 7,2 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{315}{120} = 2,63 \text{ см} \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{315}{120} = 2,63 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенгсиз томонли бурчак қабул қиламиз, $L100 \times 63 \times 7$, кесим юзаси $A = 11,1 \times 2 = 22,2 \text{ см}^2$
 $i_x = 3,19 \text{ см}$, $i_y = 2,64 \text{ см}$ Танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текширамыз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқланади:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{315}{3,19} = 99 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{315}{2,64} = 119$$

Аниқланган эгилювчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилювчанлиги аниқланади $\bar{\lambda} = 119 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,9$ ва φ – коэффициентини қиймати ҳисобланиб

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 3,9 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 3,9^2 =$$

$$= 1,4561 - 1,333 + 0,3282 = 0,451$$

элемент кесим юзасидан ҳосил бўладиган қучланишни аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{58,1}{0,8 \cdot 0,451 \cdot 22,2} = 7,25 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 3-4 $N=146,2 \text{ кН}$

элементни эгилювчанлигини $\lambda = 120$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилювчанлигини топамиз $\bar{\lambda} = 120 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,93$ ва φ коэффициентини аниқлаб $\varphi = 0,446$ талаб қилинган кесим юзасини аниқланади:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{146,2}{0,8 \cdot 0,446 \cdot 22,5} = 18,2 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{365}{120} = 3,04 \text{ см} \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{365}{120} = 3,04 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенг томонли бурчаклик қабул қиламиз, $L100 \times 7$, кесим юзаси $A = 13,8 \times 2 = 27,6 \text{ см}^2$
 $i_x = 3,08 \text{ см}$, $i_y = 4,45 \text{ см}$ Танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текширамыз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилювчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{365}{3,08} = 119 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{365}{4,45} = 82$$

Аниқланган эгилувчанликларни катта қийматига қараб, φ – коэффициентини топамиз $\varphi_{\min} = 0,451$ ва элемент кесим юзасида ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{146,2}{0,8 \cdot 0,451 \cdot 27,6} = 14,68 \text{ кН/см}^2$$

Стержен 6-7 $N = -146,2$ кН

элементни эгилувчанлигини $\lambda = 120$ деб қабул қилиб олиб, унинг талаб қилинган кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{146,2}{0,8 \cdot 0,446 \cdot 22,5} = 18,2 \text{ см}^2$$

ва инерция радиуси

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{415}{120} = 3,46 \text{ см} \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{415}{120} = 3,46 \text{ см}$$

Талаб қилинган кесим юзасига ва инерция радиусига қараб, иккита тенгсиз томонли бурчаклик қабул қиламиз, $L140 \times 90 \times 8$, кесим юзаси $A = 18 \times 2 = 36 \text{ см}^2$ $i_x = 4,49 \text{ см}$, $i_y = 3,61 \text{ см}$ Танлаб олинган элементни мустаҳкамлигини текширамыз, бунинг учун аввал х-х ва у-у ўқи бўйича эгилувчанлигини аниқлаймиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{415}{4,49} = 92 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{415}{3,61} = 115$$

Аниқланган эгилувчанликларни катта қийматига қараб, шартли эгилувчанлиги аниқланади $\bar{\lambda} = 115 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,76$ ва φ – коэффициентини қиймати ҳисобланиб

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{225}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{225}{210000} \right) 3,76 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 3,76^2 = 1,4561 - 1,285 + 0,305 = 0,476$$

элемент кесим юзасидан ҳосил бўладиган кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{146,1}{0,8 \cdot 0,476 \cdot 36} = 10,66 \text{ кН/см}^2$$

13.2. ФЕРМА ТУГУНЛАРИНИ ҲИСОБИ

Ферма тугунларини ҳисоблаш билан элементни бириктирадиган чок узунлиги аниқланади ва фасонкани ўлчамлари белгиланади.

Бурчак чокни узунлиги қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

- обушок учун эритилган пўлатни кесими бўйича

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (13.10)$$

- пўлатни эриш чегараси кесими бўйича

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (13.11)$$

- пероси учун эритилган пўлатни кесими бўйича

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (13.12)$$

- пўлатни эриш чегараси кесими бўйича.

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (13.13)$$

бу ерда α – ҳисобий кучни чоклар аро тақсимлаб берувчи коэффицент, тенг томонли бурчакликлар учун $\alpha = 0,7$ тенг; тенгсиз томонли бурчак учун $\alpha = 0,65$, агар бурчак катта томони билан фасонкага бириктирилган бўлса; $\alpha = 0,75$, агар бурчак кичик томони билан фасонкага бириктирилган бўлса;

β_f , β_z - пайванд чоки қайси усул билан бажарилишига боғлиқ бўлган коэффицент, КМК 2.03.05- 97 13.1-жадвалидан олинади

K_f - бурчакли чокни қалинлиги уланаётган элементларнинг кичик қалинлиги олинади;

R_{wf} - эритилган пўлат чокини ҳисобий қаршилиги

$$R_{wf} = 0,55 \frac{R_{wun}}{\gamma_m} = 0,55 \frac{37}{1,25} = 16,28 \text{ кН/см}^2 \quad (13.14)$$

R_{wz} - пўлатни эриш чегараси кесими бўйича ҳисобий қаршилиги

$$R_{wz} = 0,45 R_{wun} = 0,45 \cdot 37 = 16,65 \text{ кН/см}^2 \quad (13.15)$$

Тугун 1. Фермани тирговичи (1-2) ва пастки белбоғини (2-Н) фасонкага бириктириш учун чокни узунлигини аниқлаймиз:

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{1-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 900}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 28,6 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{1-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 900}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 19,9 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) \cdot N_{1-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 900}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 12,8 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) \cdot}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 900}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 9,1 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 441}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 20,3 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 441}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 14,2 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) N_{H-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 441}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 9,3 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) N_{H-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 441}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 6,7 \text{ см}$$

Тугун 2. Фермани тирговичларини 2-3, 4-5, пастки белбоғини Н-5 ва устунни 3-4 фасонкага бириктириш учун чокнинг узунлигини аниқлаймиз.

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{2-3}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 579}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 26,4 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{2-3}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 579}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 18,4 \text{ см}$$

$$l_w^H = \frac{(1-\alpha) N_{2-3}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 579}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 11,9 \text{ см}$$

$$l_w^H = \frac{(1-\alpha) N_{2-3}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 579}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 8,5 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{4-5}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 342}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 11,5 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{4-5}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 342}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 8,2 \text{ см}$$

$$l_w^H = \frac{(1-\alpha) N_{4-5}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 342}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 5,5 \text{ см}$$

$$l_w^H = \frac{(1-\alpha) N_{4-5}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 342}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 4,1 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-5}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 1037}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 32,85 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-5}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 1037}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 22,8 \text{ см}$$

жадвал

$$l_w^{\Pi} = \frac{(1-\alpha)N_{H-5}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 1037}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 14,65 \text{ см}$$

$$l_w^{\Pi} = \frac{(1-\alpha)N_{H-5}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 1037}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 10,3 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{3-4}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 146,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 7,4 \text{ см}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{3-4}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 146,2}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 5,4 \text{ см}$$

$$l_w^{\Pi} = \frac{(1-\alpha)N_{3-4}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 146,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 16,28 \cdot 1} + 1 = 3,75 \text{ см}$$

$$l_w^{\Pi} = \frac{(1-\alpha)N_{3-4}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 146,2}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 16,65 \cdot 1} + 1 = 2,9 \text{ см}$$

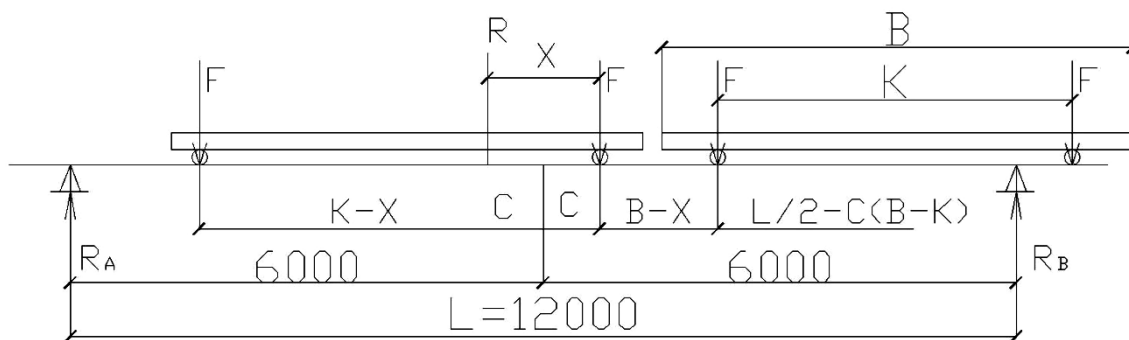
Назорат саволлари

1. Ферма элементларида доимий юкдан ҳосил бўладиган кучларни аниқлаш йўли.
2. Таянч моментлардан ферма элементларда ҳосил бўладиган кучларни аниқлаш йўли.
3. Ферма элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий куч қандай аниқланади?
4. Ферма элементлари ҳисоби.
5. Ферма тугунларини ҳисоби.

13.3. Кран ости тўсин ҳисоби

Танлаб олинган тўсин мустаҳкамликка, устиворликка жавоб берадиган биқирлиги етарли даражада ва динамик юкларни қабул қила оладиган бўлиши шарт. Ҳисобий схемаси бўйича кран ости тўсини бир ораликли ва кўп ораликли бўлиши мумкин.

Силжийдиган юклар тўсинга нисбатан энг ноқулай таъсир этишини эътиборга олиб ҳисоблашимиз керак. Кранларни оёқлари тўсин устида шундай жойлашиши керакки, натижада, тўсинни айрим кесимларида энг катта эгувчи момент ва қирқувчи куч ҳосил бўлсин. Энг катта эгувчи момент Э.Винклер қонунидан фойдаланиб топилади. Бу қонун бўйича 2 та кран оёқлари тўсин устида шундай жойлашсинки, тенг таъсир этувчи куч ва унга яқин бўлган оёқдан ҳосил бўлаётган куч тўсин ўртасидан бир масофада жойлашсин, шунда тўсинда энг катта эгувчи момент ҳосил бўлади. (расм 13.3)



Расм.13.3. Кран ости тўсинда силжийдиган юклардан ҳосил бўладиган энг катта эгувчи момент аниқлаш учун схема

$$M_{\max} = R_B (e/2 - c) - F(B - K) \quad (13.16)$$

Энг катта қирқувчи кучни аниқлаш учун кран оёқларидан биттаси таянчнинг устига ўрнатилади. Қолган оёқлари, иложи борида, шу таянчга яқинлаштирилади (расм 13.4). Шунда

$$Y_1 = 1; \quad Y_2 = \frac{12 - (B - K)}{12}; \quad Y_3 = \frac{12 - (B - K) - K}{12};$$

$$Q_{\max} = F \cdot \sum Y \quad (13.17)$$

Ҳисобий эгувчи момент ва қирқувчи куч тўсин оғирлигини эътиборга олинган ҳолда аниқланади.

$$M = M_{\max} \cdot \alpha_1; \quad (13.18)$$

$$Q = Q_{\max} \cdot \alpha_1$$

бу ерда α_1 – тўсин оғирлигини эътиборга олувчи коэффициент устунларни қадам 6м бўлганда $\alpha_1 = 1,05$ тенг 12м да $\alpha_1 = 1,07$ тенг.

Горизонтал эгувчи момент ва кўндаланг куч қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$\begin{aligned} M^{\Gamma} &= \frac{T}{F} M; \\ Q^{\Gamma} &= \frac{T}{F} \cdot Q; \end{aligned} \quad (13.19)$$

Тўсинни кесим юзасини конструкциялаш уни талаб қилган момент қаршилигини аниқлашдан бошланади

$$W_{T.K} = \frac{M}{R_y \gamma_c} \quad (13.20)$$

Тўсин кесимнинг шакли кўштаврға ўхшатиб, алоҳида элементлардан жиҳозланади. Биринчи навбатда, тўсин кесим юзасининг минимал баландлиги белгиланади, у тенг

$$h_{\min} = \frac{5R_y \cdot L \cdot M^H}{24E \left[\frac{f}{l} \right] M}. \quad (13.21)$$

Бу ерда M^H – меъёрий юкдан тўсинда ҳосил бўлаётган энг катта эгувчи момент.

Иккинчидан, тўсиннинг оптимал баландлиги топилади:

$$h_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{3 \cdot W_{T.K}}{2 \cdot t_w}} \quad (13.22)$$

Бу ерда t_w - тўсин деворини қалинлиги; уни эмпирик формуладан фойдаланиб аниқланади:

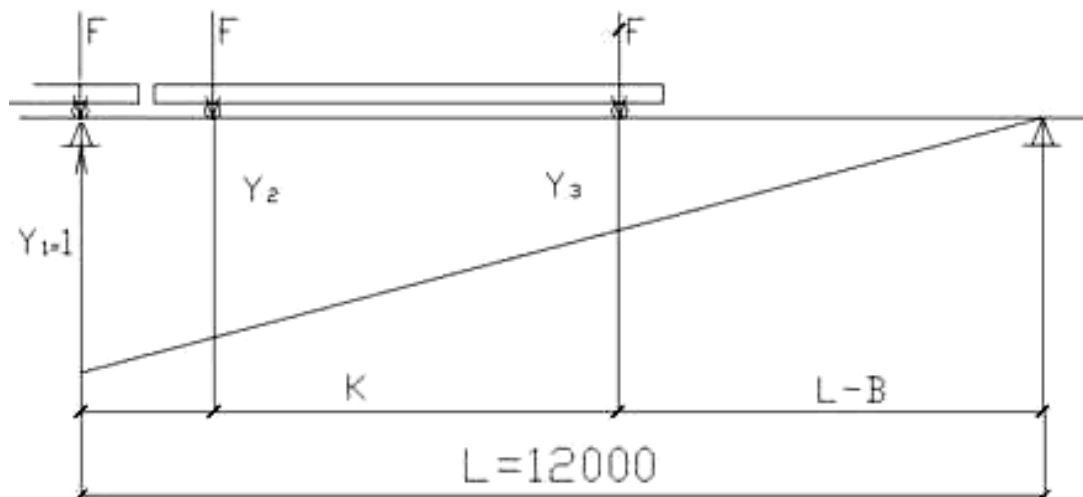
$$t_w = 7 + \frac{3h_{\text{ПНП}}}{1000} \text{ мм} \quad (13.23)$$

Шундай қилиб, тўсин кесими юзасининг баландлиги h_q белгиланади. Энди қабул қилинган тўсин кесим юзаси деворнинг кўндаланг куч таъсирига текширилади.

$$t_w = \frac{3Q}{2hR} < t_w \quad (13.24)$$

ва устиворликка ҳам текширилади

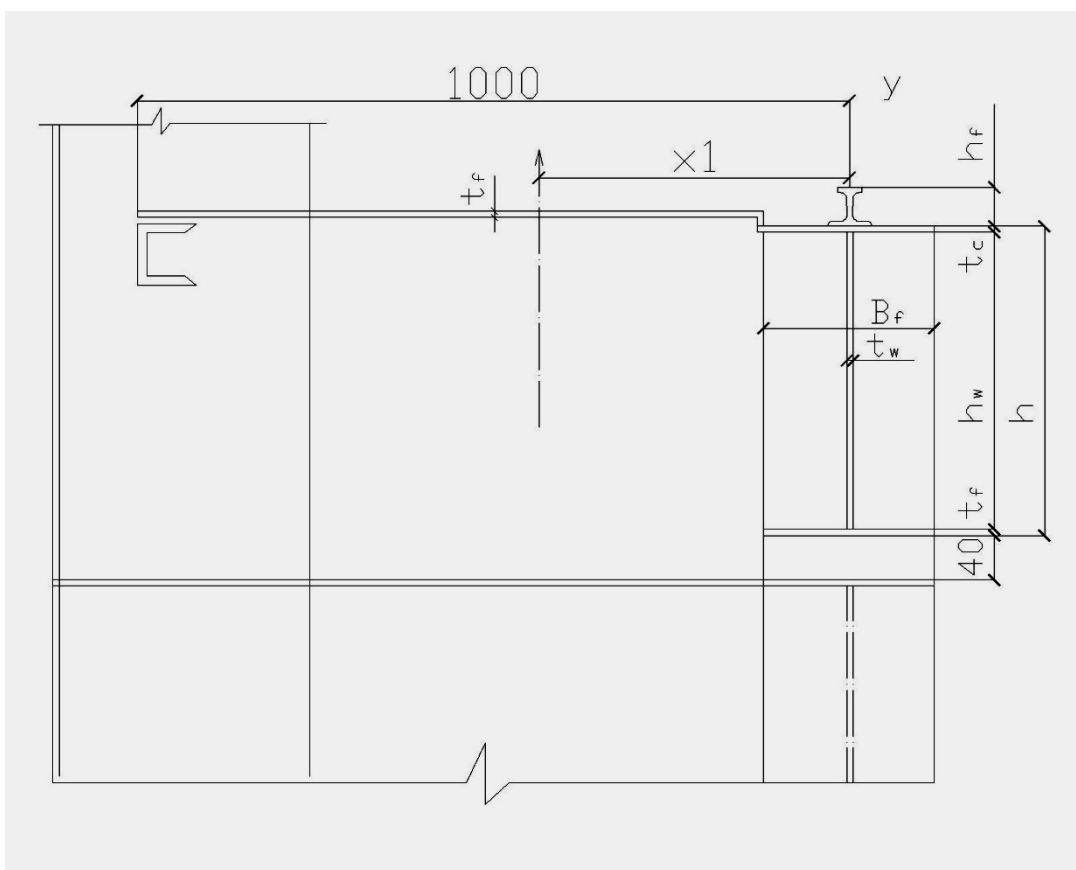
$$t_w = \frac{h_w}{6} \sqrt{\frac{R_y}{E}} < t_w \quad (13.25)$$



Расм.13.4. Энг катта қирқувчи кучни аниқлашда кранларни тўсин устида жойланиш схемаси.

Қуйидаги формула орқали тўсин токчаси кесим юзаси аниқланади:

$$A_f = \frac{W_{T.K}}{h} - \frac{ht_w}{6} \quad (13.26)$$



Расм.13.5 Кран ости тўсинни ҳисоблаш ва текшириш учун схема.

Варақсимон пўлат ГОСТи 27772 - 88 га қараб, горизонтал юкни эътиборга олган ҳолда, тўсин кесим юзаси танланади ва $A_f = b_f \cdot t_f$ деб қабул қилинади. Қуйидаги нисбатларни эътиборга олиш тавсия этилади:

$$t_f \leq 3t_w;$$

$$\frac{b_f}{h} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right);$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 30.$$

Шундай қилиб, танлаб олинган тўсин кесим юзасини токчаси маҳаллий турғунликка жавоб бериши қуйидаги формула билан текширилади:

$$\frac{b_{cb}}{t_f} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}. \quad (13.27)$$

Аравача тормоз қилиш натижасида ҳосил бўладиган горизонтал юкларни қабул қилиш учун тормоз тўсини яратилади. У швеллердан, варақсимон пўлатдан, релъс ва тўсинни тепа токчасидан мавжуд бўлади. Танлаб олган кесим юзанинг мустаҳкамлиги, бикирлиги ва устиворлиги текширилади.

$$\sigma = M / W_H \gamma_c \leq R_y;$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{J_x \cdot t_w} \leq R_s;$$

$$(13.28)$$

$$\sigma = \frac{M_x}{J_x} Y + \frac{M_y}{J_y} X \leq R_y;$$

$$(13.29)$$

$$\frac{f}{t} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M^H L}{J_x e} \leq \left[\frac{f}{l} \right].$$

Назорат саволлари.

1. Силжийдиган юклардан ҳосил бўладиган энг катта эгувчи момент қандай аниқланади?
2. Энг катта қирқувчи куч қандай аниқланади?
3. Тўсинни кесим юзаси қандай конструкцияланади?
4. Мустаҳкамлиги ва устиворлиги қандай текширилади?

Мисол: Бинони эни 30м, узунлиги 96м, устунларни қадами 12м бўлган саноат биносини кран ости тўсинини ҳисобланг. Кранларни юк кўтариш қобилияти $Q=200$ кН ишлаш тартиби - ўрта.

Кранлар каталогидан бизнинг ҳисоблашимизга керак бўлган ўлчамларни аниқлаймиз.

Кран таянчлари орасидаги масофа - $L_{кр} = 28,5м$

Кран эни - $B_1 = 6,3м$

Кран базаси - $K = 5,0м$

Кран оёғидан рельсга бўлаётган нормал босим - $F_{\Pi} = 255кН$

Кран аравачасининг оғирлиги - $G_T = 85кН$

Кран тўла оғирлиги - $G = 465кН$

Ечими: Кранлардан кран ости тўсинига таъсир этаётган ҳисобий кучларни аниқлаймиз.

1) Вертикал таъсир этаётган битта оёғидан

$$F = F_{\Pi} \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \gamma_f \cdot \Psi_z \cdot K_d = 255 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,1 = 249,15кН$$

бу ерда F_{Π} – кран оёғидан рельсга бўлаётган меъёрий босим;

γ_f – юк бўйича ишончлилик коэффиценти;

γ_{Π} – бинонинг давлат аҳамиятига эгаллигини эътиборга олувчи коэффиценти;

K_d – динамик юкни эътиборга олувчи коэффиценти;

Ψ_z – юкларнинг биргаликда таъсир этишини эътиборга олувчи коэффиценти.

2) Горизонтал таъсир этаётган куч

$$T_k = \frac{f(Q + G_T)}{n_0} \gamma_{\Pi} \cdot \gamma_f \cdot \Psi_2 = \frac{0,05(200 + 85)}{2} 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 = 6,33 \text{ кН}$$

бу ерда f – ишқаланиш коэффициентини юк кўтарувчи эгилувчан бўлса, 0,05 га тенг; юк кўтарувчи бирик бўлса, 0,1 га тенг.

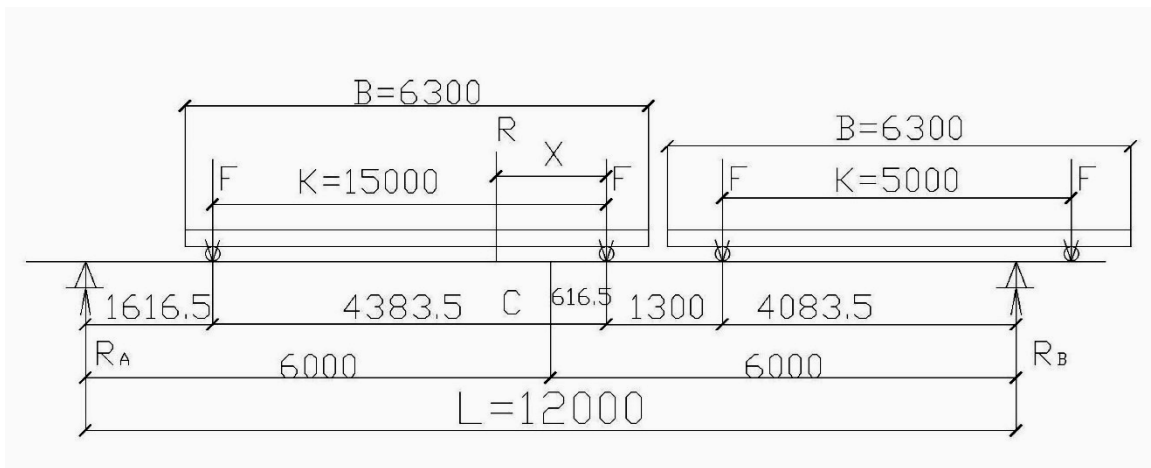
Q – кран юк кўтариш қобилияти-200кН;

G_T – кран аравачаси оғирлиги -85кН;

n_0 – краннинг бир томонидаги оёқлари сони.

Кран ости тўсинида ташқи юклар таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи моментларни топамиз. Юклар силжувчан бўлганлиги сабабли тўсинда ҳосил бўладиган энг катта эгувчи момент Э.Винклер қонунидан фойдаланиб топилади.

Бу қонун бўйича 2 та кран оёқлари тўсин устида шундай жойлашсинки, тенг таъсир этувчи куч ва унга яқин бўлган оёқдан ҳосил бўлаётган куч тўсин ўртасидан бир масофада жойлашсин, шунда тўсинда энг катта эгувчи момент ҳосил бўлади.



$$F(5 - x) = F(1,3 + x) + F \cdot x$$

$$5 - x = 1,3 + x + x$$

$$5 - 1,3 = 3x$$

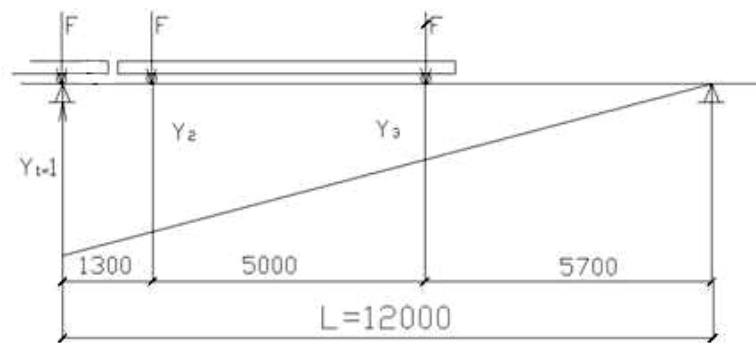
$$x = 1,233 \text{ м}$$

$$R_B = \frac{F(1,6165 + 6,6165 + 7,9165)}{12} = 335,3 \text{ кН}$$

$$R_A = \frac{F(4,0835 + 5,3835 + 10,3835)}{12} = 412,15 \text{ кН}$$

$$M_{\max} = R_B \cdot 5,3885 - F \cdot 1,3 = 1806,704 - 323,895 = 1482,869 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Энг катта кўндаланг кучни аниқлаш учун кран оёқларидан биттасини таянчнинг устига ўрнатамиз. Қолган оёқларини иложи борида шу таянчга яқинлаштирилади.



Расм.13.7. Энг катта қирқувчи кучни аниқлаш учун схема

$$y_1 = 1; \quad y_2 = \frac{10700}{12000} = 0,892; \quad y_3 = \frac{5700}{12000} = 0,475;$$

$$Q_{\max} = F \cdot \sum Y = 249,15 \cdot 2,367 = 589,74 \text{ кН}$$

Ҳисобий эгувчи момент ва кўндаланг кучни тўсиннинг ўз оғирлигини эътиборга олган ҳолда аниқлаймиз:

$$M = M_{\max} \cdot \alpha_1 = 1482,869 \cdot 1,07 = 1586,67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = Q_{\max} \cdot \alpha_1 = 589,74 \cdot 1,07 = 631,02 \text{ кН}.$$

Горизонтал эгувчи момент ва кўндаланг кучни қуйидаги формулалар орқали аниқлаймиз:

$$M^{\Gamma} = \frac{T}{F} M = \frac{6,33}{249,15} \cdot 1586,67 = 40,31 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q^{\Gamma} = \frac{T}{F} Q = \frac{6,33}{249,15} \cdot 631,02 = 16,032 \text{ кН}$$

Тўсиннинг кесимини жиҳозлашни талаб қилинган момент қаршилигини аниқлашдан бошлаймиз.

$$W_{T.K} = \frac{M}{R_y \gamma_c} = \frac{158667 \cdot (10)}{225 \cdot 1} = 7052 \text{ см}^2$$

Тўсин кесимнинг шаклини кўштаврга ўхшатиб, алоҳида элементларидан жиҳозлаймиз, аввало кесим юзани баландлиги ўрнатилади. Биринчи навбатда тўсин кесим юзасининг минимал баландлиги топилади:

$$h_{\min} = \frac{5R_y l M^H}{24E \left[\frac{f}{l} \right] M} = \frac{5 \cdot 225 \cdot (10) \cdot 1200 \cdot 500 \cdot 1440,82}{24 \cdot 2100 (100) \cdot 1 \cdot 1586,67} = 122 \text{ см}$$

бу ерда,

$$M_{\max}^H = R_B^H \cdot 5,3835 - F^H \cdot 1,3 = 1641,008 - 294,45 = 1346,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$R_B^H = \frac{226,5 \cdot 16,1496}{12} = 304,8218 \text{ кН}$$

$$F^H = \frac{F}{\gamma_f} = \frac{249,15}{1,1} = 226,5 \text{ кН}$$

Тўсиннинг ўз оғирлигини эътиборга олган ҳолда ҳосил бўладиган меъёрий эгувчи момент:

$$M^H M_{\max}^H \cdot \alpha_1 = 1346,56 \cdot 1,07 = 1440,82 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Иккинчидан тўсиннинг оптимал баландлиги аниқланади:

$$h_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{3W_{T.K}}{2t_w}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 7052}{2 \cdot 1,2}} = 94 \text{ см}$$

Деворининг қалинлиги эмпирик формуладан фойдаланиб аниқланади:

$$t_w = 7 + \frac{3h_{\min}}{1000} = 7 + \frac{3 \cdot 1220}{1000} = 10,7 \text{ мм}$$

девор қалинлиги $t_w = 12 \text{ мм}$

Шундай қилиб, тўсин кесим юзасининг баландлигини $h = 127,8 \text{ см}$ қилиб ўрнатамиз.

Энди қабул қилинган тўсин кесими юзаси деворининг қалинлигини кўндаланг куч таъсирига текшираемиз;

$$t_w \frac{3Q}{2hR_s} = \frac{3 \cdot 631,02 \cdot (10)}{2 \cdot 127,8 \cdot 130,5} = 0,57 < 1,2 \text{ см}$$

ва маҳаллий устиворликка ҳам текшираемиз;

$$t_w = \frac{h_w}{6} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{125}{6} \sqrt{\frac{225 \cdot (10)}{2,1 \cdot 10^6}} = 0,68 < 1,2 \text{ см}$$

Қуйидаги формула орқали тўсин токчаси кесим юзаси аниқланади:

$$A_f = \frac{W_{T.K}}{h} - \frac{ht_w}{6} = \frac{7052}{127,8} - \frac{127,8 \cdot 1,2}{6} = 29,62 \text{ см}^2$$

Вараксимон пўлат ГОСТи 82-70*га қараб, горизонтал юкни эътиборга олган ҳолда, тўсин токчаси кесими юзасини $A_f = b_f \cdot t_f = 28 \times 1,4 = 39,2 \text{ см}^2$ деб, қабул қилиб оламиз.

Бу ерда қуйидаги шартлар эътиборга олинган:

$$t_f = 1,4 \text{ см} < 3t_w = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ см};$$

$$\frac{b_f}{h} = \frac{28}{127,8} = \frac{1}{4,6}; \quad \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{b_{cl}}{t_f} = \frac{b_f - t_w}{2t_f} = \frac{28 - 1,2}{2 \cdot 1,4} = 9,6$$

Шундай қилиб, танлаб олган токчани кесими ўз турғунлигини йўқотмайди, чунки

$$\frac{b_{cb}}{t_f} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0,5 \sqrt{\frac{2100000}{225,0 \cdot (10)}} = 15 \quad 9,6 < 15,0$$

Кран аравачаси тормоз қилиш натижасида ҳосил бўладиган горизонтал кучни тормоз тўсини қабул қилади ва рамаларга узатади. Тормоз тўсинини 10 № ли швеллердан ($A = 10,9 \text{ см}^2$; $J_y = 20,4 \text{ см}^4$; $Z_o = 1,44 \text{ см}$), вараксимон пўлатдан ($t = 0,8 \text{ см}$ $b = 87 \text{ см}$), рельс ва тўсинни тепа токчасидан қилиб жиҳозлаймиз. Танлаб олган кесим юзасини мустаҳкамлигини текшираемиз. Бунинг учун тўсин кесим юзасининг геометрия тавсифномаларини аниқлаймиз. Тўлиқ кесим юзаси инерция моментини аниқлаймиз:

$$J_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{1,2 \cdot 125^3}{12} + 2 \cdot 39,2 \cdot \left(\frac{125 + 1,4}{2} \right)^2 = 508461 \text{ см}^4$$

$$\begin{aligned}
J_y &= J_{PY}^o + J_f + J_\Lambda + J_{sh}^o + A_p \cdot X_1^2 + A_\Lambda \cdot X_1^2 + A_\Lambda \cdot (X_\Lambda - X_1)^2 + A_{sh} (X_{sh} - X_1)^2 = \\
&= 327,16 + \frac{b_f^3 t_f}{12} + \frac{b_\Lambda^3 t_\Lambda}{12} + 20,4 + 67,3 \cdot 26,77^2 + 39,2 \cdot 26,77^2 + 87 \cdot 0,8 \cdot (56,5 - 26,77)^2 + 10,9 \cdot (98,56 - 26,77)^2 = \\
&= 327,16 + \frac{28^3 \cdot 1,4}{12} + \frac{87^3 \cdot 0,8}{12} + 20,4 + 48229 + 28164 + 61518 + 56176 = 194434 + 2561 + 43900 = \\
&= 240895 \text{ см}^4
\end{aligned}$$

Заифлашган юзанинг инерция моменти:

$$\begin{aligned}
J_Y^o &= d_o t_f (X_1 - 10)^2 + d_o t_f (X_1 + 10)^2 = 2 \cdot 1,4 (26,77 - 10)^2 + \\
&+ 2 \cdot 1,4 (26,77 + 10)^2 = 788 + 3786 = 4574 \text{ см}^4
\end{aligned}$$

Тормоз тўсинининг заифлашган юзасининг инерция моменти

$$J_X^H = J_y - J_Y^o = 240895 - 4574 = 236321 \text{ см}^4$$

Тўсин тепа токчасида ҳосил бўладиган нормал кучланишни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз

$$\sigma = \frac{M}{J_X^H} \cdot Y + \frac{M^\Gamma}{J_Y^H} \cdot X = \frac{158667 \cdot (10)}{486093} \cdot 63,9 + \frac{4031 \cdot (10)}{236321} \cdot 40,77 = 208,6 + 6,95 = 215,6 \text{ МПа}$$

бу ерда X ва Y ҳисобланаётган нуқтанинг координаталари

$$Y = \frac{h}{2} = \frac{127,8}{2} = 63,9 \text{ см}$$

$$X = X_1 + \frac{b_f}{2} = 26,77 + \frac{28}{2} = 40,77 \text{ см}$$

Тўсин пастки токчасида ҳосил бўладиган кучланишни топамиз;

$$\sigma = \frac{M}{W_X^H \gamma_c} = \frac{158667(10)}{7607 \cdot 1} = 208,6 \text{ МПа}$$

$$\text{Фарқи } \frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{225 - 215,6}{225} \cdot 100\% = 4,2\% < 5\%$$

$$\frac{225 - 208,6}{225} \cdot 100\% = 7,3\%$$

Тўсин таянчида ҳосил бўлаётган уринма кучланишни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз:

$$\tau = \frac{QS_X}{J_X t_w} = \frac{631,02 \cdot 4821}{508461 \cdot 1,2} = 4,99 \text{ кН/см}^2 < R_s$$

Тўсиннинг нормал юклар таъсирида нисбатан эгилишининг аниқлаймиз;

$$\frac{f}{l} = \frac{5M^H \cdot l}{48,0EJ_X} = \frac{5 \cdot 144082 \cdot 1200}{48 \cdot 21000 \cdot 508461} = 0,00169 < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{500}$$

Шундай қилиб танлаб олган тўсин, ҳам мустаҳкамлиги билан ҳам бикрлиги билан, бизни қониқтиради.

13.4. Рама устунининг ҳисоби

13.4.1. Устуннинг тепа қисмини ҳисоби

Устуннинг тепа қисмига сиқувчи куч ҳамда эгувчи момент таъсир қилишининг эътиборга олиб, талаб қилинган кесим юзасини Ф.С.Ясинский тавсия этган формуладан фойдаланиб аниқлаймиз:

$$A_{т.к} = \frac{N}{R_y} \left(1,25 + 2,2 \frac{e}{h} \right) \quad (13.30)$$

бу ерда: e – елка; $e \equiv \frac{M}{N}$

h – кесим юзасининг баландлиги 500мм;

N – устунга таъсир қилаётган ҳисобий куч;

M – ҳисобий эгувчи момент.

Устунни кесим юзаси алоҳида элементлардан тайёрланади кўштавр шаклига ўхшаш қилиб ва қуйидаги нисбатларни эътиборга олган ҳолда жиҳозланади.

$$h_w / t_w = 50 \div 80;$$

$$b_f / t_f \leq 30;$$

$$b_f / l = 1/20 \div 1/30.$$

Деворни қалинлиги $t_w = 10\text{мм}$ тенг ва токчаси $b_f \cdot t_f$ варақсимон пўлат прокатидан танланади ва устуннинг умумий кесим юзаси аниқланади

$$A = b_f \cdot t_f \cdot 2 + h_w \cdot t_w$$

Устуннинг қабул қилинган кесим юзасини геометрик тавсифномаси аниқланади

$$\begin{aligned} J_x &= \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 \\ W_x &= \frac{2J_x}{h}; \\ J_y &= 2 \frac{b_f^3 t_f}{12} + \frac{t_w^3 \cdot h_w}{12}; \\ i_x &= \sqrt{\frac{J_x}{A}}; \\ i_y &= \sqrt{\frac{J_y}{A}}. \end{aligned} \quad (13.31)$$

Устунни иккала кесими буйича эгилувчанлиги топилади:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x};$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}. \quad (13.32)$$

бу ерда l_{efx} – кўндаланг рама текислиги бўйича устуннинг ҳисобий узунлиги

$$l_{efx} = h_{Т.К} \cdot \mu_2 \quad (13.33)$$

бунда μ_2 – устун тепа қисмининг геометрик узунлигини ҳисобий узунликка келтирувчи коэффициент.

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} \quad (13.34)$$

агар $\mu_2 > 3$ булса, 3 деб олинади;

μ_1 – устуннинг пастки қисмининг геометрик узунлигини ҳисобий узунликка келтирувчи коэффициент, унинг қийматини n ва α_1 коэффициентлари бўйича ҚМҚ ни (2.03.05-97) 10.2 жадвалидан олинади.

$$n = \frac{J_{Т.К} h_{П.К}}{J_{П.К} h_{Т.К}}; \quad \alpha_1 = \frac{h_{Т.К}}{h_{П.К}} \cdot \sqrt{\frac{J_{П.К}}{J_{Т.К} \beta}}; \quad \beta = \frac{N_{П.К} + N_{Т.К}}{N_{Т.К}}$$

Устун тепа қисмини шартли эгилувчанлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\overline{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (13.35)$$

Момент таъсир килаётган текислик бўйича устун мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади.

$$\sigma = N / \varphi_{\text{BH}} A < R_y \cdot Y_c \quad (13.36)$$

φ_{BH} – коэффициентини ҚМҚни 9.2 жадвалидан, келтирилган нисбий эксцентриситетига m_{ef} – ва шартли эгилувчанликка ($\overline{\lambda}$) қараб аниқланади.

$$m_{ef} = \eta \cdot MA / N W_x \quad (13.37)$$

бу ерда η – кесим шакллари таъсирининг коэффициентини, у ҚМҚни 9.1 жадвалидан олинади.

Устун тепа қисмини устиворлиги момент таъсир қилмайдиган текислик бўйича ҳам текширилади.

$$\sigma = N / c \varphi_y A \gamma_c \leq R_y. \quad (13.38)$$

c – коэффициентни қуйидаги формула орқали топилади:

Агар $\lambda_y < \lambda_c$ бўлса $\beta = 1$

$$C = \frac{\beta}{1 + m_x \alpha}; \quad (13.39)$$

$$\lambda_c = \pi \sqrt{\frac{E}{R_y}}; \quad (13.40)$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05m_x; \quad (13.41)$$

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x}. \quad (13.42)$$

бу ерда M_x – устун тепа қисмининг $\frac{1}{3}$ узунлигидаги ҳисобий момент.

Мисол 13.4.1. Кўндаланг рама устунини тепа қисмини ҳисобланг. Таъсир этаётган ҳисобий куч $N=730,8$ кН ва эгувчи момент $M=466,2$ кН·м. тенг $h_{т.к.}=4,198$ м кесим юзани баландлиги $h=0,5$ м тенг.

Ечими: устуннинг тепа қисмини талаб қилинган кесим юзасини Ф.С.Ясинский тавсия этган формуладан фойдаланиб аниқлаймиз:

$$A_{т.к.} = \frac{N}{R_y} \left(1,25 + 2,2 \frac{e}{h} \right) = \frac{730,8}{22,5} \left(1,25 + 2,2 \frac{63,8}{50} \right) = 132 \text{ см}^2$$

$$\text{бу ерда: } e - \text{елка } e = \frac{M}{N} = \frac{46620 \text{ кН} \cdot \text{см}}{730,8 \text{ кН}} = 63,8 \text{ см}$$

h -кесим юзасининг баландлиги 500мм; Устунни кесим юзаси алоҳида элементлардан тайёрлаймиз. Кўштавр шаклига ўхшаш қилиб ва қуйидаги нисбатларни эътиборга олган ҳолда жиҳозлаймиз.

$$h_w/t_w = 50 \div 80 \quad \frac{b_f}{t_f} \leq 30 \quad \frac{b_f}{h_{т.к.}} = \frac{1}{20} \div \frac{1}{30}$$

Деворни қалинлиги $t_w=10$ мм тенг ва тоқчаси ўлчамларини b_f х t_f варақсимон пўлат прокатидан танлаймиз, 472х10 деворига $\frac{47,2}{1} = 47,2$, 360х14х2

тоқчалари $\frac{36}{1,4} = 25,7 < 30$. Устуннинг умумий кесим юзаси

$A=47,2+50,4 \times 2=148,0 \text{ см}^2$ ташкил қилади.

Устуннинг қабул қилинган кесим юзасини геометрик тавсифномасини аниқлаймиз:

$$I_x = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 + \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} \cdot 2 = \frac{47,2^3 \cdot 1}{12} + 2 \cdot 50,4 \cdot \left(\frac{47,2 + 1,4}{2} \right)^2 + \frac{36 \cdot 1,4^3}{12} \cdot 2 =$$

$$= 8763 + 59521 + 16 = 58308 \text{ см}^4;$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{h} = \frac{2 \cdot 58308}{50} = 2732 \text{ см}^3;$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{t_w \cdot h_w}{12} = \frac{36^3 \cdot 1,4}{12} \cdot 2 + \frac{1^3 \cdot 47,2}{12} = 10890 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{58308}{148,0}} = 21,5 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{10890}{148,0}} = 8,58 \text{ см}$$

Устунни иккала кесими бўйича эгилувчанлигини топамиз:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{1102}{21,5} = 51,2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{419,8}{8,58} = 49$$

бу ерда; l_{efx} – кўндаланг рама текислиги бўйича устуннинг ҳисобий узунлиги ;

$$l_{efx} = h_{Т.К.} \cdot \mu_2 = 4,198 \cdot 2,63 = 11,02 м$$

бунда: μ_2 – устун тепа қисмининг геометрик узунлигини ҳисобий узунликка келтирувчи коэффициент

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} = \frac{1,93}{0,735} = 2,63$$

Агар $\mu_2 > 3$ бўлса, 3 деб олинади; μ_1 -устун пастки қисмини геометрик узунлигини ҳисобий узунликка келтирувчи коэффициент, унинг қийматини n ва α_1 коэффициентлари бўйича ҚМҚ ни (2.03.05.97) 10.2 жадвалидан олинади.

$$n = \frac{I_{Т.К.} \cdot h_{н.к.}}{I_{н.к.} \cdot h_{Т.К.}} = \frac{1 \cdot 10,602}{10 \cdot 4,198} = 0,253$$

$$\alpha_1 = \frac{h_{Т.К.}}{h_b} \cdot \sqrt{\frac{I_{н.к.}}{I_{Т.К.} \cdot \beta}} = \frac{4,198}{10,602} \sqrt{\frac{10}{1 \cdot 2,9}} = 0,735$$

$$\beta = \frac{N_{н.к.} + N_{Т.К.}}{N_{Т.К.}} = \frac{1392,2 + 730,8}{730,8} = 2,9$$

$$\mu_1 = 1,93$$

Устун тепа қисмини шартли эгилувчанлигини аниқлаймиз:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 51,2 \cdot \sqrt{\frac{2250}{2100000}} = 1,68$$

Момент таъсир қилаётган текислик бўйича устунни мустаҳкамлиги ва устиворлигини текширамиз;

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{bn} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{730,8}{0,234 \cdot 148 \cdot 0,95} = 22,21 kH/cm^2 < R_y$$

φ_{bn} – коэффициентни ҚМҚни 9.2 жадвалидан келтирилган нисбий эксцентриситетига m_{ef} ва шартли эгилувчанликка ($\bar{\lambda}$) қараб аниқлаймиз:

$$m_{ef} = \eta \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = 1,47 \frac{46620 \cdot 148}{730,8 \cdot 273,2} = 5,08$$

η - кесим шакллари таъсирининг коэффициенти, у ҚМҚни 9.1 жадвалидан олинади.

$$\eta = (1,9 - 0,1m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot \bar{\lambda}_x = (1,9 - 0,1 \cdot 3,46) - 0,02 \cdot (6 - 3,46) \cdot 1,68 = 1,554 - 0,085 = 1,47$$

Устунни тепа қисмини мустаҳкамлигини ва устиворлигини момент таъсир қилмайдиган текислиги бўйича ҳам текширамиз:

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{730,8}{0,31 \cdot 148 \cdot 0,95 \cdot 0,865} = 19,38 kH/cm^2$$

c - коэффициентни қуйидаги формула орқали топамиз:

$$c = \frac{\beta}{1 + m_x \cdot \alpha} = \frac{1}{1 + 2,82 \cdot 0,79} = 0,31$$

бу ерда; β ва α коэффициентларни жадвалдан фойдаланиб аниқлаймиз;

$$\beta = 1 \text{ агар } \lambda_y < \lambda_c = \pi \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,82 = 0,79$$

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{38014 \cdot 148}{730,8 \cdot 2732} = 2,82$$

бу ерда; M_x – устунни тепа қисмининг 1/3 узунлигидаги ҳисобий момент;

$$M_x = \frac{2}{3}(466,2 - 208,01) + 208,1 = 380,14 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

φ_y – коэффициент қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади, чунки шартли эгилувчанлиги:

$$\bar{\lambda} = 49 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 1,6 < 2,5$$

$$\begin{aligned} \varphi_y &= 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 1,6 \sqrt{1,6} = \\ &= 1 - 0,107 \sqrt{1,6} = 0,865 \end{aligned}$$

13.4.2. Рама устунининг пастки қисмини ҳисоби

Устуннинг пастки қисми иккита алоҳида элементлардан иборат бўлиб, улар бир-бири билан боғловчи элементлар орқали бирлаштирилади.

Устуннинг кран остидаги қисмини кесим юзаси прокат қўштаврдан, ташқи қисми эса иккита бурчаклик ва варақсимон пўлатдан танланади.

Устуннинг кран остидаги қисмига таъсир қилаётган ҳисобий куч қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N_N = N \frac{Y_1}{b_o} + \frac{M_2}{b_o} \quad (13.43)$$

Устуннинг ташқи қисмига таъсир қилаётган ҳисобий куч эса тенг:

$$N_T = N \frac{Y_2}{b_o} + \frac{M_1}{b_o} \quad (13.44)$$

бу ерда b_o – устуннинг ички ва ташқи қисмларини марказ оғирликлари орасидаги масофа

$$b_o = b_H - z_o \quad (13.45)$$

бу ерда z_o – устунни ташқи томонидан ташқи қисмининг марказ оғирлигигача бўлган ўлчам 30-40мм оралиғида олинади.

Олдиндан устун кесим юзасини марказ оғирлиги қаердалиги маълум бўлмаганлиги учун, Y_1 ва Y_2 ўлчамлари тахминан аниқланади.

$$Y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1| + |M_2|} b_o \quad (13.46)$$

$$Y_2 = b_o - Y_1 \quad (13.47)$$

Устуннинг ташқи ва ички қисмларига талаб қилинадиган юзалари қуйидаги ифодадан топилади:

$$A_T = \frac{N_T}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y}; \quad (13.48)$$

$$A_u = \frac{N_u}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y}. \quad (13.49)$$

Устуннинг ташқи ва ички қисмлари юзаларини танлаб олиб, уларни геометрик тавсифномалари аниқланади:

$$\begin{array}{lll} I_x =; & i_x =; & A =; \\ I_y =; & i_y =; & W_x =; \end{array}$$

Устуннинг ташқи деворидан ташқи қисмини марказ оғирлигигача бўлган масофа аниқланади:

$$Z_o = \frac{\sum A_i \cdot Z_i}{\sum A_i} \quad (13.50)$$

Устунни марказ оғирлиги аниқланиб, уни қисмларига таъсир қилаётган ҳисобий кучлар ҳисоблаб топилади.

$$\begin{array}{ll} b_o = b_k - z_o; & Y_1 = \frac{A_u \cdot b_o}{A_T + A_u}; \\ N_u = N \frac{Y_1}{b_o} + \frac{M_1}{b_o}; & Y_2 = b_o - Y_1; \\ N_T = N \frac{Y_2}{b_o} + \frac{M_2}{b_o}. \end{array}$$

Устуннинг алоҳида қисмларини мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади.

Биринчи навбатда, кран остидаги қисмини рама текислигида ишлаши текширилади.

$$\begin{array}{l} \lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x}; \\ \varphi = f(\bar{\lambda}_x); \\ \sigma = \frac{N_u}{\varphi \gamma_c A_N} \leq R_y \end{array} \quad (13.51)$$

Рамага перпендикуляр бўлган текислигида ишлаши текширилади.

$$\begin{array}{l} \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}; \\ \varphi = f(\bar{\lambda}_y); \\ \sigma = \frac{N_u}{\varphi \gamma_c A_N} \leq R_y \end{array} \quad (13.52)$$

Устуннинг ташқи кесимини мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади.

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_x \gamma_c A_T} \leq R_y; \quad (13.53)$$

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_y \gamma_c A_T} \leq R_y. \quad (13.54)$$

Ва ниҳоят раманинг устунини пастки қисмини яхлит бир элемент деб фараз қилиб, уни мустаҳкамлиги ва устиворлиги текширилади.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{\varphi_{BH} \cdot A \cdot \gamma_c} \leq R_y \\ \varphi_{BH} &\rightarrow f(\bar{\lambda}, m_{ef}) \\ \bar{\lambda} &= \frac{l_{efx}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \\ l_{efx} &= \mu_1 \cdot h_{nk} \\ i_x &= \sqrt{\frac{J_x}{A}} \quad J_x = J_y^0 + A_{H.B} \cdot Y_1^2 + J_{y.b.b}^0 + A_{b.b} \cdot Y_2^2 \\ A &= A_{b.b} + A_{H.B} \\ m_{ef} &= \eta \frac{MA}{NW_x} \\ W_x &= \frac{2J_x}{b_{nk}} \end{aligned} \quad (13.55)$$

Мисол 13.4.2. Кўндаланг рама устунини пастки қисмини ҳисобланг, таъсир этаётган ҳисобий куч $N=1392,2$ кН ва эгувчи моментлар $M_2=-285,54$ кН·м тепа қисмида, $M_1=863,16$ кН·м пастки қисмида, устун узунлиги $h_{п.к.}=10,602$ м.

Ечими: Устуннинг пастки қисми иккита алоҳида элементлардан тайёрланади ва улар бир – бири билан боғловчи элементлар орқали бирлаштиради.

Устуннинг кран остидаги қисмини кесим юзасини прокат қўштаврдан, ташқи қисмини эса иккита бурчаклик ва варақсимон пўлатдан танлаймиз. Устуннинг кран остидаги қисмига таъсир этаётган ҳисобий кучни аниқлаймиз;

$$N_u = N \frac{y_1}{b_0} + \frac{M_2}{b_0} = 1392,2 \cdot \frac{24,1}{97} + \frac{285,54}{97} = 345,9 + 294,4 = 640,3 \text{ кН}$$

Устуннинг ташқи қисмига таъсир этаётган ҳисобий куч эса қуйидагига тенг:

$$N_T = N \frac{y_2}{b_0} + \frac{M_1}{b_0} = 1392,2 \cdot \frac{72,9}{97} + \frac{863,16}{97} = 1046,1 + 889,9 = 1936 \text{ кН}$$

бу ерда; b_0 - устуннинг ички ва ташқи қисмларини марказ оғирликлари орасидаги масофа:

$$b_0 = b_{nk} - z_0 = 100 - 3 = 97 \text{ см}$$

бу ерда; z_0 – устунни ташқи томонидан ташқи қисмининг марказ оғирлигигача бўлган ўлчам, у 30 – 40мм оралиғида олинади. Олдиндан устун кесим юзасини марказ оғирлиги қаердалиги маълум бўлмаганлиги учун, Y_1 ва Y_2 ўлчамлари тахминан аниқланади;

$$y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1| + |M_2|} \cdot b_0 = \frac{285,54}{863,16 + 285,54} \cdot 97 = 24,1 \text{ см}$$

$$y_2 = b_0 - y_1 = 97 - 24,1 = 72,9 \text{ см}$$

Устуннинг ташқи ва ички қисмларига талаб қилган юзаларни қуйидаги ифодалардан топамиз;

$$A_T = \frac{N_T}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{1936}{0,95 \cdot 0,8 \cdot 22,5} = 113,2 \text{ см}^2$$

$$A_u = \frac{N_u}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{640,3}{0,95 \cdot 0,8 \cdot 22,5} = 37,4 \text{ см}^2$$

Устуннинг ташқи ва ички қисмлари юзаларини танлаб олиб уларни геометрик тавсифномаларини аниқлаймиз;

$$I_x = 13380 \text{ см}^4 \quad A_u = 61,9 \text{ см}^2$$

Ички I № 36 $W_x = 743 \text{ см}^3 \quad I_y = 516 \text{ см}^4$

$$i_x = 14,7 \text{ см} \quad i_y = 2,89 \text{ см}$$

Ташқи варақсимон пўлат $360 \times 10 = 36 \text{ см}^2$ ва 2та бурчакликдан $200 \times 125 \times 14$ иборат бўлиб, уларни кесим юзаси $A = 439 \times 2 = 87,8 \text{ см}^2$, жами; $A_T = 123,8 \text{ см}^2$

Устуннинг ташқи деворидан ташқи қисмини марказ оғирлигига бўлган масофани аниқлаймиз:

$$z_0 = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{\sum A_i} = \frac{36 \cdot 0,5 + 2 \cdot 43,9 \cdot 7,62}{36 + 87,8} = 5,55 \text{ см}$$

Ташқи қисмини геометрик тавсифномалари:

$$I_y = I_{\wedge}^0 + A_{\wedge} \cdot a_{\wedge}^2 + 2(I_L^0 + A_L \cdot a_L^2) = \frac{1^3 \cdot 36}{12} + 36 \cdot 5,05^2 + 2 \cdot (1801 + 43,9 \cdot 2,07^2) =$$

$$= 3 + 918 + 3978 = 4899 \text{ см}^4$$

$$a_{\wedge} = 5,55 - 0,5 = 5,05 \text{ см}$$

$$a_L = 7,62 - 5,55 = 2,07 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_T}} = \sqrt{\frac{4899}{123,8}} = 6,29 \text{ см}$$

$$I_x = I_{\wedge}^0 + 2(I_L^0 + A_L \cdot a_L^2) = \frac{36^3 \cdot 1}{12} + 2(5501 + 43,9 \cdot 15,09^2) = 3888 + 21095 = 24983 \text{ см}^4$$

$$a_L = 18 - x_0 = 18 - 2,91 = 15,09 \text{ см}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}} = \sqrt{\frac{24983}{123,8}} = 14,2 \text{ см}$$

Устунни марказ оғирлигини аниқлаб, уни қисмларига таъсир этаётган кучларни аниқлаймиз:

$$b_0 = b_{nk} - z_0 = 100 - 5,55 = 94,45 \text{ см}$$

$$y_1 = \frac{A_u \cdot b_0}{A_T + A_u} = \frac{61,9 \cdot 94,45}{123,8 + 61,9} = 31,5 \text{ см}$$

$$y_2 = b_0 - y_1 = 94,45 - 31,5 = 63,0 \text{ см}$$

$$N_u = N \frac{y_1}{b_0} + \frac{M_2}{b_0} = 1392,2 \cdot \frac{31,5}{94,45} + \frac{28554}{94,45} = 766,3 \text{ кН}$$

$$N_T = N \frac{y_2}{b_0} + \frac{M_1}{b_0} = 1392,2 \cdot \frac{63,0}{94,45} + \frac{863,16}{94,45} = 1842,5 \text{ кН}$$

Устуннинг алоҳида қисмларини мустаҳкамлигини ва устиворлигини текшираимиз:

Биринчи навбатда кран остидаги қисмини рама текислигида:

$$\sigma = \frac{N_u}{\varphi_y \cdot \gamma_c A_u} = \frac{766,3}{0,917 \cdot 0,95 \cdot 61,9} = 14,21 \text{ кН/см}^2$$

$$\varphi_y \rightarrow f(\bar{\lambda}_y)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{efx}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{100}{2,89} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 1,15 < 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) 1,15 \sqrt{1,15} = 0,917$$

Рамага перпендикуляр бўлган текислигида ишлашини текшираимиз:

$$\sigma = \frac{N_u}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_u} = \frac{766,3}{0,757 \cdot 0,95 \cdot 61,9} = 17,21 \text{ кН/см}^2$$

$$\varphi_x \rightarrow f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,7} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,36 < 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,36 \sqrt{2,36} = 0,757$$

Устуннинг ташқи қисмини мустаҳкамлигини ва устиворлигини текшираимиз:

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_y \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,975 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 16,07 \text{ kH/cm}^2$$

$$\varphi_y \rightarrow f(\bar{\lambda}_y)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{efy}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{100}{6,29} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 0,524 < 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 0,524 \sqrt{0,524} = 0,975$$

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,744 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 21,06 \text{ kH/cm}^2$$

$$\varphi_x \rightarrow f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,20} \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,44 < 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{225}{210000} \right) \cdot 2,44 \sqrt{2,44} = 0,744$$

Раманинг устунини пастки қисмини яхлит бир элемент деб фарз қилиб, уни мустаҳкамлигини ва устиворлигини текшираемиз:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\text{вн}} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{1392,2}{0,367 \cdot 185,7 \cdot 0,95} = 21,53 \text{ kH/cm}^2$$

$\varphi_{\text{вн}}$ - коэффициентни қийматини аниқлаш учун устунни шартли эгилувчанлиги билан келтирилган нисбий елкасини аниқлашимиз керак:

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{efx}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{2046}{44,87} \sqrt{\frac{2250}{2100000}} = 1,49$$

$$l_{efx} = h_{n.k.} \cdot \mu_1 = 10,602 \cdot 1,93 = 20,46 \text{ м}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{373937}{185,7}} = 44,87 \text{ см}$$

$$I_x = I_y^t + A_t \cdot y_1^2 + I_y^u + A_u \cdot y_2^2 = 4899 + 123,8 \cdot 31,5^2 + 516 + 61,9 \cdot 63^2 = 373937 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{b_{nk}} = \frac{2 \cdot 373937}{100} = 7479 \text{ см}^3$$

$$A = A_T + A_u = 123,8 + 61,9 = 185,7 \text{ см}^2$$

$$m_{ef} = \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{86316 \cdot 185,7}{1392,2 \cdot 7479} = 1,54$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 0,367$$

Назорат саволлари.

1. Устуннинг тепа қисмини талаб қилинадиган кесим юзаси қандай аниқланади?
2. Устуннинг тепа қисмини мустаҳкамлиги ва устиворлиги момент таъсир этаётган текисликда қандай текширилади?
3. Устуннинг тепа қисмини мустаҳкамлиги момент таъсир этмаётган текисликда қандай текширилади?

4. Устуннинг пастки қисмини кесим юзаси қандай аниқланади?
5. Устуннинг пастки қисмини алоҳида элементларига таъсир этаётган ҳисобий куч қандай аниқланади?
6. Устуннинг пастки қисми алоҳида элементларини мустаҳкамлиги ва устиворлиги қандай текширилади?
7. Устуннинг пастки қисми мустаҳкамлиги ва устиворлиги қандай текширилади?

14 - боб. ТАЯНЧ ОРАЛИҒИ КАТТА БЎЛГАН БИНОЛАРНИ ТОМ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Замонавий жамоат ва саноат биноларни таянчлар оралиғидаги ўлчамлари 36-50м ни ташкил қилади ва баъзилариники 100м ни ва ундан ҳам кўпроқни ташкил қилиши мумкин. Бундай биноларни том ёпмасини кўтарувчи элементларини яратишда металл конструкциялардан фойдаланилади.

Таянч оралиғи катта бўлган том ёпмаларини кўтарувчи элементларини турлари ҳар хил бўлиши мумкин, асосий кўтарувчи элементларни ашёларини ишлашига қараб иккита гуруҳга бўлиш мумкин. Бикирлиги катта бўлган металл конструкцияларга ва эгилувчан асосан чўзилишга ишлаётган металл конструкцияларга бўлинади.

Ўз навбатида бикирлиги катта бўлган том ёпмаларни металл конструкциялари икки хил бўлиши мумкин.

Биринчиси бир текисликда ишлайдиган тўсинли, аркали ва рамали конструкцияларни ташкил қилади.

Иккинчиси фазовий ишлайдиган металл конструкциялар бўлиши мумкин: гумбазлар ва структурали конструкциялар.

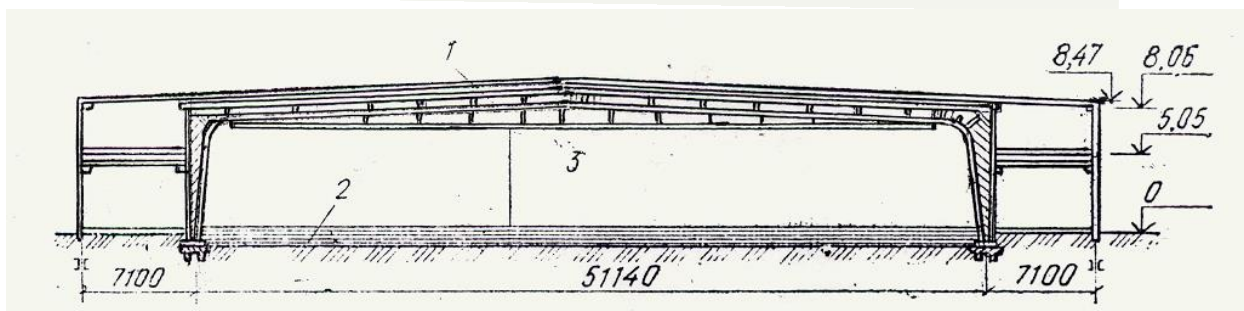
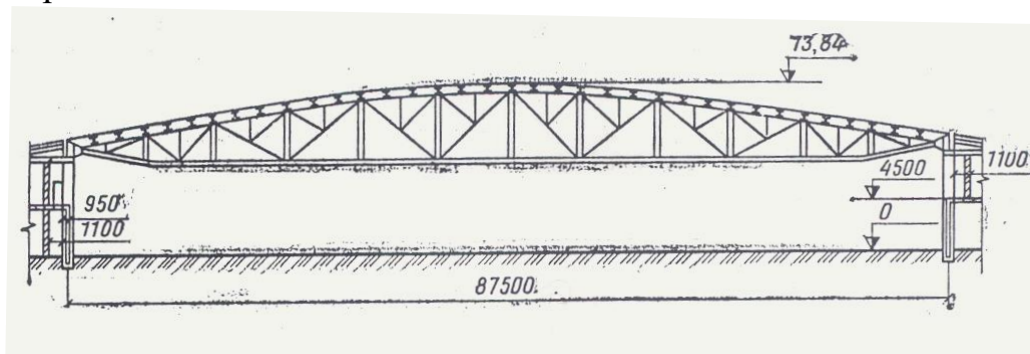
Том ёпмасини кўтарувчи элементларни тури ва хили, қурилаётган бино учун, таянч орасидаги масофасига, безаб турадиган шипи борми – йўқлигига ва архитектурасига қараб танлаб олинади.

14.1. Таянч оралиғи катта бўлган бир текисликда ишлаётган тўсинли конструкциялар

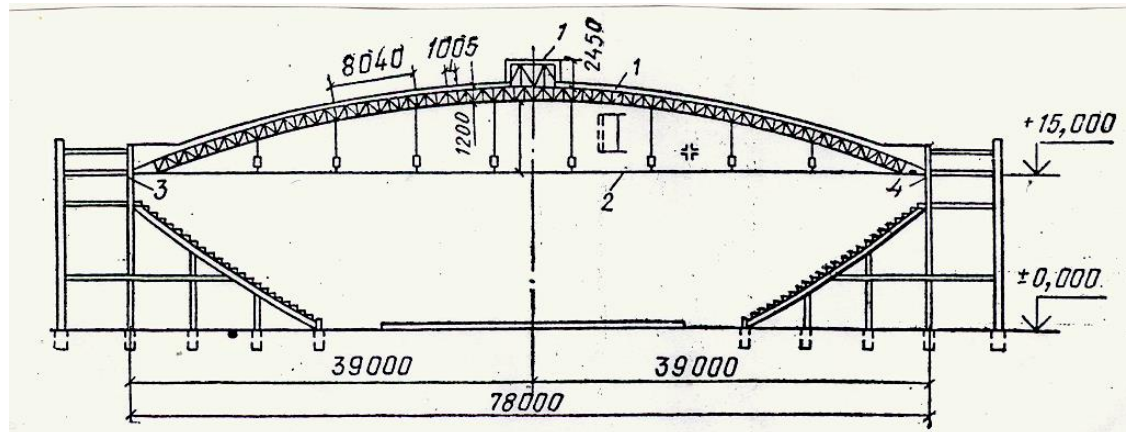
Бу конструкцияларнинг турларидан бири бир текисликда ишлайдиган фермалардир. Таянч оралиғи 40м, 70м баъзида 100м гача бўлган том ёпмаларининг яратилишида қўлланилади. Уларни ёки деворнинг устига ёки алоҳида турган устунларга ўрнатиб, том ёпма конструкциясини яратилади. Фермалар ўзаро горизонтал ва вертикал боғловчи элементлар билан маҳкамланади.

Бинонинг деворларида ортикча горизонтал юк пайдо бўлмаслиги учун фермаларнинг битта таянчини силжийдиган қилинади, иккинчи таянчини шарнир орқали ўтказилади. Шундай қилинганда, фақат вертикал кучлар таянчларда ҳосил бўлади.

Фермаларнинг турлари ҳар хил бўлиши мумкин: параллел тоқчали, трапецияли, полигонли, сегментли ва учбурчакли уч томонлама қилинган фермалар.



1- ригел; 2-тортқич; 3-монорельс.



1-шамоллатувчи фонарь; 2-тортқич; 3-қўзғалмас таянч;
4-силжийдиган таянч.

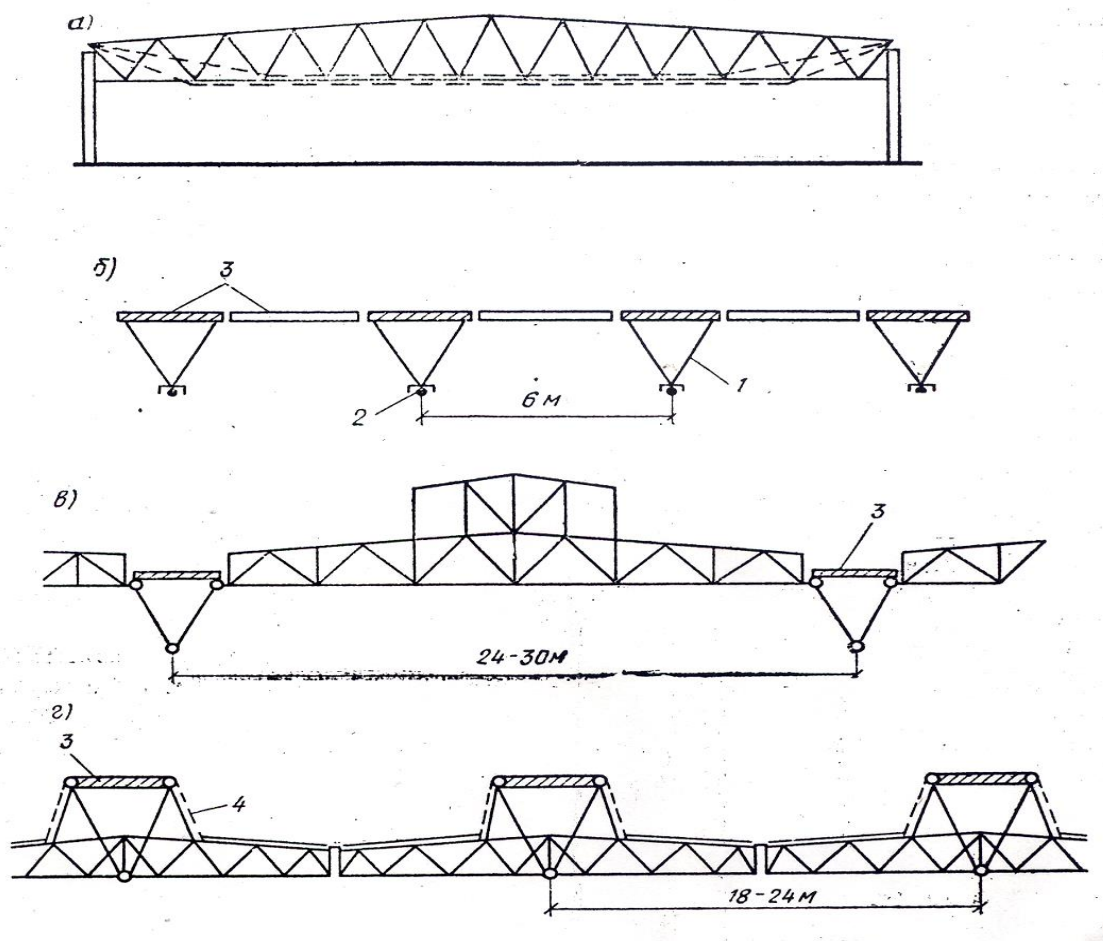
14.1-расм. Бир текисликда ишлайдиган тўсинли, рамали ва аркали том ёпма конструкциялари.

Фермаларни ҳисоблаш тартиби қуйидагича: ферма узунлиги бўйича таъсир этаётган ёйма юкни тугунга таъсир этаётган тик юкка келтириб олинади. Қурилиш механикаси усулларида фойдаланиб, ферма элементларида ҳосил бўладиган кучлар аниқланади. Кўпинча ферма элементларида ҳосил бўладиган кучларни аниқлаш учун Максвелл-Кремона диаграммасини кўриб ундан фойдаланилади.

Таянч оралиғи унча катта бўлмаган фермалар элементларининг кесими тавр шаклига ўхшаш бўлиб, уларни тайёрлаш учун иккита бурчакликдан фойдаланиш мумкин. Катта фермаларнинг элементларини қўштавр, ёки иккита швеллерлардан ёки варақсимон прокатидан фойдаланиб, кенг токчали қўштавр шаклига ўхшаш кесим юзаларидан фойдаланиб тайёрлаш мумкин.

Оқилона тизим бўлиб таянч оралиғи 40-60м ли бўлган биноларни том ёпмаларини яратилиши ҳисобланади, ҳажмли блоклардан ҳам фойдаланилади. Блокларни ўзини икки ён томонлари фермалардан иборат бўлиб, уларнинг орасидаги масофа 3-4м ни ташкил қилади. Тепа ва пастки қисмлари, қалинлиги 10-16мм га тенг бўлган варақсимон прокатли пўлат билан бирлаштирилади. Улар ҳам кўтарувчи ҳам ташқи муҳитдан ажратиб турувчи конструктив элемент сифатида ишлатилади. Ҳажмли блокларни транспорт орқали қурилиш майдонига олиб бориш имкониятини яратиш мақсадида уларни 10-12м узунликда тайёрланади.

Таянч оралиғи катта бўлган том ёпмаларни кўтарувчи элементлар сифатида учбурчакли уч томонлама қилинган фермалардан фойдаланилади. Буларни яратишда тепа қисмини темирбетон монолит плиталардан тайёрлаш мумкин. Пастки токчасини яратишда қўштавр, қувур ва ситарқонлардан фойдаланилади.



14.2-расм. Учбурчакли уч томонлама қилинган фермалар.

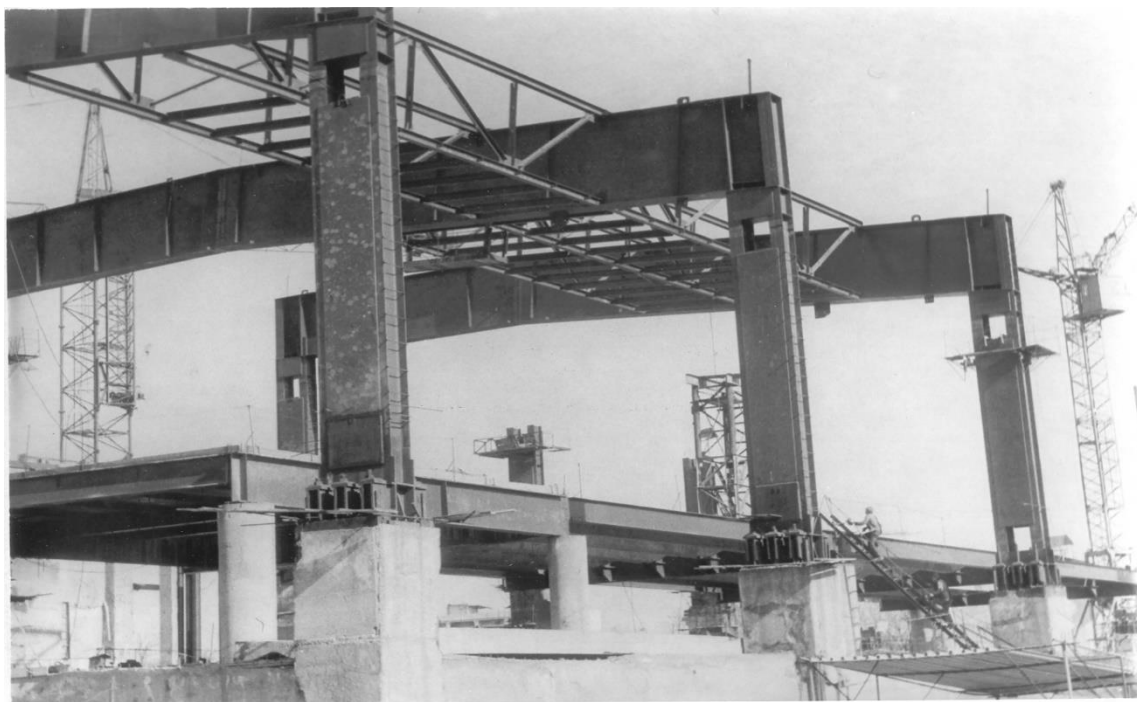
Бундай “тўсинларни” кўтариш қобилияти жуда катта бўлади. Шунинг учун уларнинг қадами 9,12,18,24 м бўлиши мумкин. Қадамлар оралиғидаги масофани енгил 18,24,30 м ли фермалардан фойдаланиб, том ёпмалари конструкциясини яратилади. Бундай том ёпма конструкцияларини тайёрлаш учун бошқаларига нисбатан камроқ пўлат сарфланади. Бу том ёпма конструкцияларидан фойдаланиб, таянч оралиғи катта бўлган баъзи саноат биноларини ва спорт саройларини том ёпмасини барпо этиш мумкин.

14.2. Рамали конструкциялар

Таянч орасидаги масофаси катта бўлган биноларни том ёпма конструкцияларини яратишда рамалардан ҳам фойдаланилади. Рамалар хисобий схемаси бўйича шарнирли ёки шарнирсиз бўлиши мумкин. Шарнирсиз рамалар одатда бикирлиги катта, мустаҳкам ва тез ўрнатиладиган ва бошқаларга нисбатан тежамлироқ бўлади. Лекин буларни катта пойдеворларга ўрнатилиши керак, чунки ҳосил бўладиган горизонтал тиргак кучларни ўша пойдеворлар қабул қилиб олиш имкониятига эга бўлиши керак.

Шарнирсиз рамаларни кесим юзаси яхлит ёки панжарали бўлиши мумкин. Таянч оралиғи $\ell=50\div 60\text{м}$ бўлган биноларни том ёпма конструкцияларни яратишда яхлит шарнирсиз рамалардан фойдаланиши мақсадга мувофиқ бўлади, чунки уларни ўзига хос афзалликлари бор:

1) барпо этишга кам меҳнат сарфланади; 2) элементларни транспорт орқали олиб келиши ва бинонинг ўз баландлигини камайтириш имконияти борлигидир.

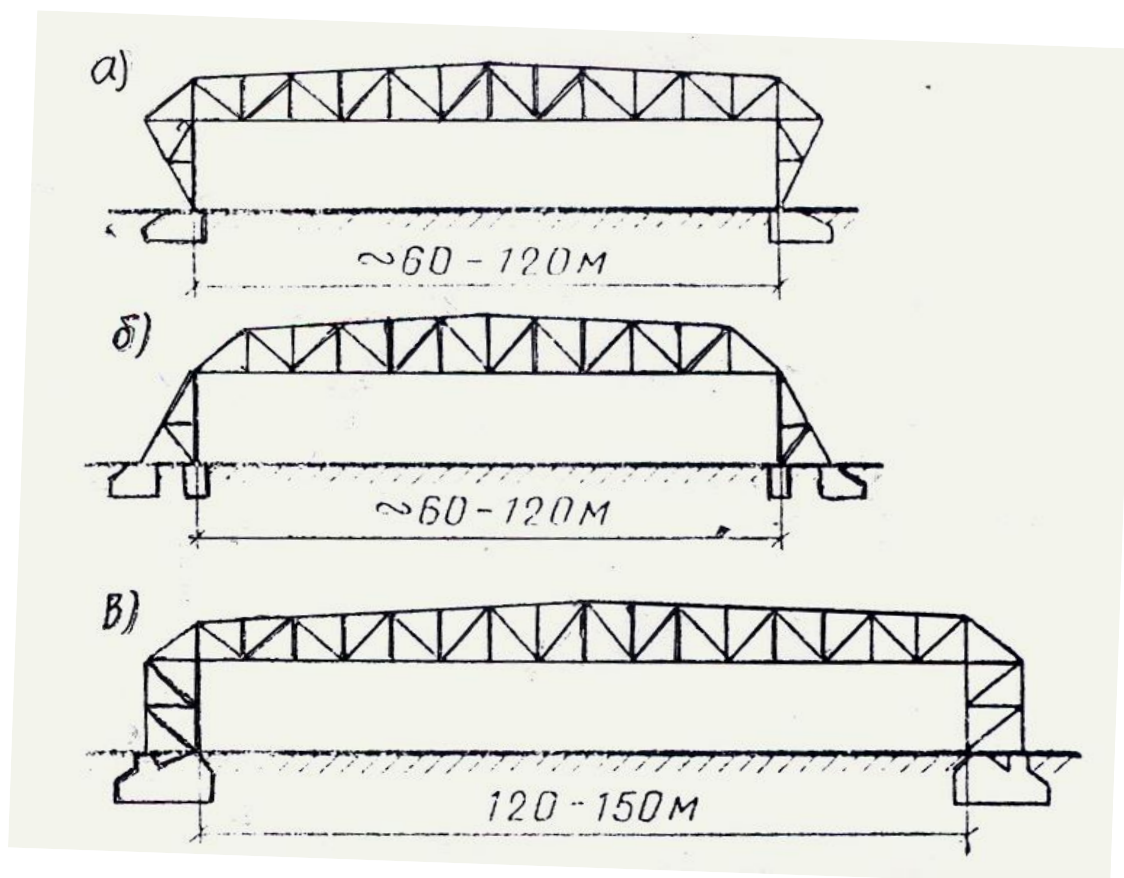


14.3 – расм. Туркистон саройини қурилиши.

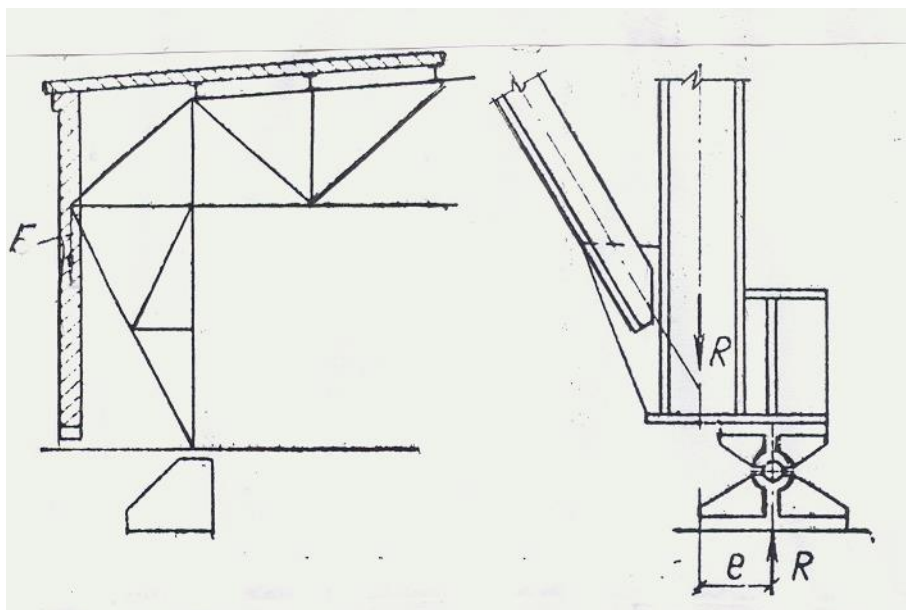
Рамани кесим юзасининг баландлигини $\left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{40}\right) \cdot l$ оралиғида олиш

тавсия этилади.

Катта биноларни $\ell = 100 \div 150$ м том ёпма конструкцияларни яратилишида панжарали рамалардан фойдаланилади. Улар ҳам шарнирли ва шарнирсиз бўлиши мумкин. Кўпинча рамали конструкцияларни ангарлар қурилишида ишлатилади. Агар бинони таянч оралиғидаги масофаси $120 \div 150$ м ни ташкил қилса, унда шарнирсиз рамалардан фойдаланилади. Таянчлар оралиғидаги масофаси $100 - 120$ м ни ташкил қилса, унда шарнирли рамалардан ҳам фойдаланилади. Шарнирлар устунларни тепа ёки пастки қисмларида ўрнатилиши мумкин. Шарнирлар пастки қисмларида ўрнатилганда фермада ҳосил бўлаётган моментларни камайтириш имкониятлари бор. Фермани ташқи қисмига деворни осиб қўйиш билан ёки таянч кучини номарказий ўтказиш билан камайтиради.



14.4 – расм. Рамалар: а) икки шарнирли, шарнирлар устунларни пастки қисмларида жойлашган; б) икки шарнирли, шарнирлар устунларни тепа қисмларида жойлашган; в) шарнирсиз.



14.5 – расм. Фермада ҳосил бўлаётган моментни камайтириш усуллари.

14.2.1-масала. Таянч оралиғи катта бўлган бинонинг том конструкциясини ҳисоби.

Икки шарнирли раманинг фермасини ҳисоби. Таянч оралиғидаги $L=100$ м. Рамалар қадами $B=6$ м. Қурилиш жойи Тошкент шаҳри.

Ечими. Биринчи навбатда фермани тугунларига таъсир этаётган ҳисобий кучларни аниқланади: доимий юкдан ва вақтинча қисқа муддатда таъсир этувчи юкдан.

Том конструкциясини бир квадрат метрида ҳосил бўлаётган доимий юк аниқланади.

Меъёрий ва ҳисобий юк аниқланади. 14.1-жадвал

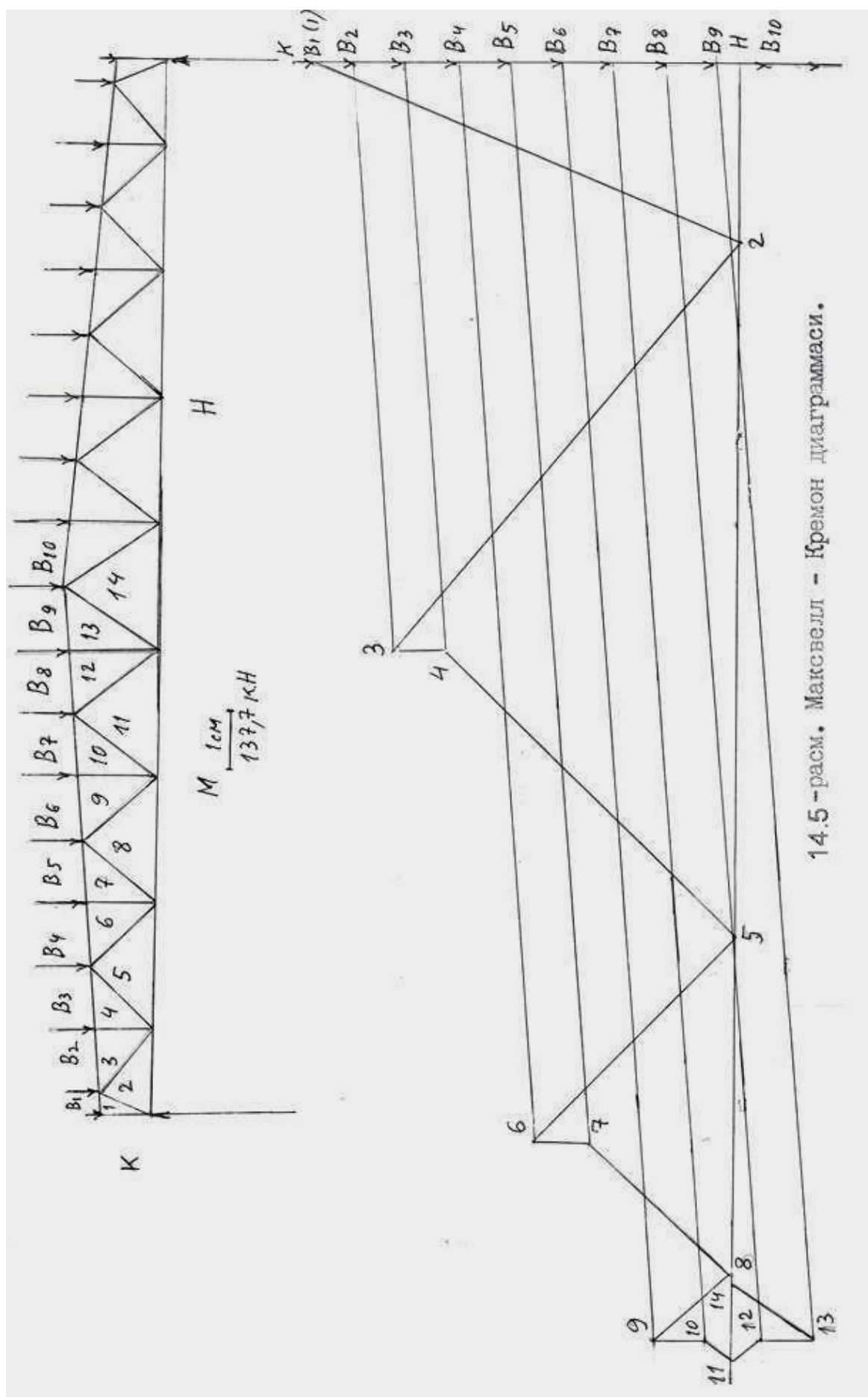
№	Том қурилмаси қатламларининг номи	Меъёрий юк кН/м^2 q^H	Юклар бўйича ишонч коэф. γ_f	Ҳисобий юк кН/м^2 q
1	Сув ўтказмайдиган қатлам.	0,15	1,2	0,18
2	Текисловчи асфальтдан қилинган қатлам $t=20\text{мм}$ $\rho=1,9 \text{ т/м}^3$	0,38	1,2	0,456
3	Иссиқдан ҳимоялаш қатлами (пенобетон) $t=50\text{мм}$ $\rho=0,4\text{т/м}^3$	0,2	1,2	0,24
4	Том кўтаргичи қурилмасининг ўз оғирлиги Т.б. ёппа.	1,65	1,1	1,815
5	Пўлат қурилмасининг ўз оғирлиги $q_\phi = 1,2 \cdot \gamma_\phi \cdot l =$ $1,2 \cdot 0,9 \cdot 100 = 108 \text{ кг/м}^2$	1,08	1,05	1,134

3,46

3,825

Фермани 1 п/м таъсир этаётган юк аниқланади.

$$q_n = q_0 \cdot B = 3,835 \cdot 6 = 22,95 \text{ кН/м}$$



14.5-рasm. Максвелл - Кремон диаграммаси.

Вақтинча қисқа муддатда таъсир этаётган қор юки аниқланади:

$$q_c = \gamma_f \cdot \mu \cdot S_0 \cdot B = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 6 = 4,2 \text{ kH/м}$$

Махаллий ферма тугунига таъсир этаётган куч:

$$F = q_n \cdot b = 22,95 \cdot 6 = 137,7 \text{ kH}$$

$$F_k = q_c \cdot b = 4,2 \cdot 6 = 25,2 \text{ kH}$$

Қурилган Максвелл – КрEMON диаграммасидан фойдаланиб ферма элементларда ҳосил бўладиган кучланишлар аниқланади.

14.2-жадвал

Эле- ментни номи	Эле- ментни белгиси	Доимий таъсир этадиган юкдан q_n кН	Вақтинча таъсир этадиган юкдан q_c кН	Ҳисобий куч	
				Чўзи- лишга, кН	Сиқилишга, кН
Тепа Камари	B ₁ -1	-	-	-	-
	B ₂ -3	-1556	-284,6	-	-1840,8
	B ₃ -4	-1556	-284,6	-	-1840,8
	B ₄ -6	-2857,3	-521,64	-	-3378,9
	B ₅ -7	-2857,3	-521,64	-	-3378,9
	B ₆ -9	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B ₇ -10	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B ₈ -12	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B ₉ -13	-3373,63	-617,4	-	-3991
Пастки камари	H - 2	454,41	83,16	537,57	-
	H - 5	2299,59	420,84	2720,43	-
	H - 8	3194,64	584,64	3779,28	-
	H - 11	3428,73	627,48	4056,2	-
	H - 14	3208,41	587,16	3795,57	-
Тирго- вичлар	1 -2	-1211,76	-221,76	-	-1433,5
	2 -3	1418,31	259,56	1677,87	-
	4 -5	-1074,06	-196,56	-	-1270,6
	5 -6	757,35	138,6	895,95	-602,73
	7 -8	-509,49	-93,24	-	-317,65
	8 -9	-268,5	-49,14	-	-
	10 -11	89,5	16,38	105,88	-
	11 -12	96,39	17,64	114	-
	13 -14	261,63	47,88	309,5	-
Устунлар	K -1	-34,4	-6,3	-	-40,7
	3 - 4	-137,7	-25,2	-	-162,9
	6 - 7	-137,7	-25,2	-	-162,9
	9 -10	-137,7	-25,2	-	-162,9
	12 -13	-137,7	-25,2	-	-162,9

Ҳар бир стерженда ҳосил бўлган зўриқишга қараб шу стержен учун кесим юзаси танланади.

Тепа камари **B₂-3 B₃-4**

Таъсир этаётган ҳисобий куч $N=1840,82 \text{ кН}$

Талаб қилинган кесим юзани аниқлаймиз. Эгилувчанлигини $\lambda=100$ деб қабул қилиб олиб ва ϕ коэффициентни қийматини ҳисоблаб шартли эгилувчанлиги $\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,345 > 2,5$ демак,

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} -$$

$$- \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,345 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,345^2 = 1,455 - 1,139 + 0,2385 = 0,554$$

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\gamma_c \varphi_c R_y} = \frac{184082}{0,95 \cdot 0,554 \cdot 2350} = 149 \text{ см}^2$$

$A_{T.K.}$ бўйича кесим юзаси танланади. Варақсимон пўлатдан алоҳида элементлардан йиғилиб қўштавр шаклида тайёрланади. Танланган кесим юзани геометрик тавсифини аниқланади.

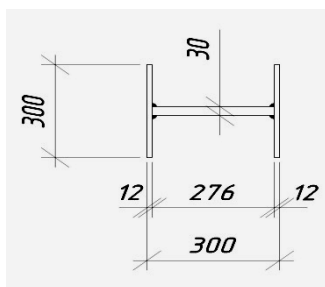
$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot b_t \cdot t_t \left(\frac{h_w + t_w}{2} \right)^2 = \frac{27,6^3 \cdot 3}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 1,2 \left(\frac{27,6 + 3}{2} \right)^2 = 22110,6 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{h_w \cdot t_w^3}{12} = \frac{30^3 \cdot 1,2}{12} \cdot 2 + \frac{27,6 \cdot 3^3}{12} = 5462,1 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{22110,6}{154,8}} = 11,9 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5462}{154,8}} = 5,94 \text{ см}$$

Эгиловчанлик аниқланади. Ҳисобий узунлиги



$$l_{ef} = 600 \text{ см}$$

$$\lambda_x = \frac{600}{11,9} = 50,4$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{600}{5,94} = 101$$

$$\varphi_{\min} = 0,5356$$

Катта эгиловчанлигига қараб коэффициент $\varphi_{\min}$ аниқланади. Шартли эгиловчанлиги $\bar{\lambda} = 101 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,379$

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,379 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,379^2 =$$

$$= 1,455 - 1,1504 + 0,2433 = 0,548$$

Кучланишни текширилади.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A \cdot \gamma_c} = \frac{184082}{0,548 \cdot 154,8 \cdot 0,95} = 2284 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2284}{2350} \cdot 100\% = 2,8\%$$

Қабул қилган кесим юзаси қаноатлантиради.

В₄ – 6 В₅ – 7 элементларни ҳисоби.

Таъсир этаётган ҳисобий куч $N=3378,9$ кН тенг

Талаб қилинган кесим юза аниқланади, эгилувчанлигини $\lambda = 100$ деб қабул қилиб олиб ва φ коэффициентнинг қиймати ҳисобланиб $\varphi = 0,554$. Элементни ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 600 \text{ см}$ тенг.

$$A_{Т.К.} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_c \cdot R_y} = \frac{337890}{0,95 \cdot 0,554 \cdot 2350} = 273 \text{ см}^2$$

$$A = (36 \cdot 2) \cdot 2 + 26 \cdot 2,5 = 209 \text{ см}^2$$

Ат.к. бўйича кесим юза танланди. Танлаб олинган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.

$$I_x = \frac{26^3 \cdot 2,5}{12} + 2 \cdot 36 \cdot 2 \left(\frac{26 + 2,5}{2} \right)^2 = 32902,67 \text{ см}^4$$

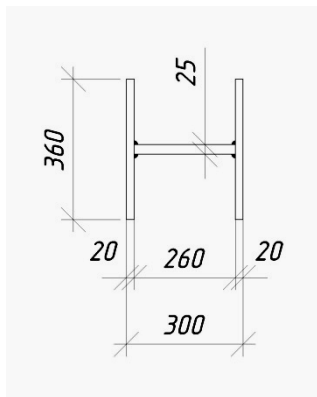
$$I_y = \frac{36^3 \cdot 2}{12} \cdot 2 + \frac{26 \cdot 2,5^3}{12} = 15585,85 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{32902,67}{209}} = 12,5 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{15585,85}{209}} = 8,6 \text{ см}$$

$$\lambda_x = \frac{600}{12,5} = 48$$

$$\lambda_y = \frac{600}{8,6} = 70$$



Катта эгилувчанлигига қараб коэффициент $\varphi_{\min}$ аниқланади шартли эгилувчанлиги топиб $\bar{\lambda} = 70 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,34 < 2,5$ φ – коэффициентнинг қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади,

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 2,34 \sqrt{2,34} = 0,761$$

$\varphi_{\min} = 0,761$. Кучланиш текширилади.

$$\sigma = \frac{337890}{0,761 \cdot 209 \cdot 0,95} = 2236 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2236}{2350} \cdot 100\% = 4,8\%$$

танланган кесим юза қониқтиради.

В₆ – 9; В₇ – 10; В₈ – 12; В₉ – 13. элементларни ҳисоби.

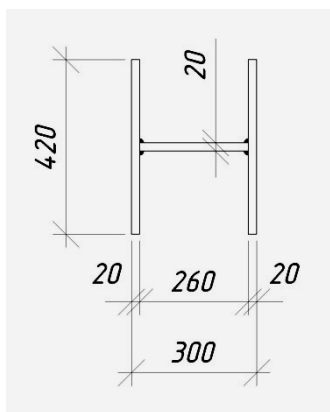
Таъсир этаётган ҳисобий куч $N = 3991 \text{ кН}$ тенг. Талаб қилинган кесим юза аниқланади. $\lambda = 70$, $\varphi = 0,761$, ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 600 \text{ см}$ тенг.

$$A_{Т.К.} = \frac{399100}{0,95 \cdot 0,761 \cdot 2350} = 235 \text{ см}^2$$

Ат.к. бўйича кесим юза танланади.

$$A_f = (42 \cdot 2) \cdot 2 + 26 \cdot 2 = 220 \text{ см}^2$$

Танланган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{26^3 \cdot 2}{12} + 2 \cdot 42 \cdot 2 \cdot \left(\frac{26 + 2}{2} \right)^2 = 35857,3 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{42^3 \cdot 2}{12} + \frac{26 \cdot 2^3}{12} = 24713,3 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{35857,3}{220}} = 12,7 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{24713,3}{220}} = 10,5 \text{ см}$$

$$\lambda_x = \frac{600}{12,7} = 47$$

$$\lambda_y = \frac{600}{10,5} = 57$$

Катта эгилувчанлигига қараб коэффицент $\varphi_{\min}$ аниқланади. Бунинг учун шартли эгилувчанлиги топиб $\bar{\lambda} = 57 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 1,91$ φ -нинг қиймати ҳисобланади,

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) \cdot 1,91 \cdot \sqrt{1,91} =$$

$$= 1 - 0,0668 \cdot 1,91 \sqrt{1,91} = 0,824$$

ва кучланишни текширилади:

$$\sigma = \frac{399100}{0,824 \cdot 0,95 \cdot 220} = 2317 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2317}{2350} \cdot 100\% = 1,4\%$$

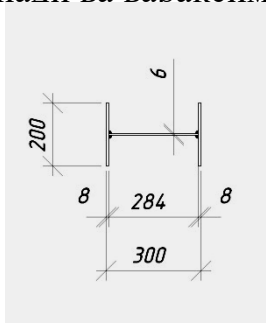
Танланган кесим юза қаноатлантиради.

ПАСТКИ КАМАР

Чўзилишга ишлагани учун бу стерженларнинг кесим юзасини аниқлашда керакли кесим юза ва кучланиш аниқлаш етарли.

Н – 2. элементни ҳисоби

Ҳисобий куч $N=537,57 \text{ кН}$ тенг. Талаб қилинган кесим юзани аниқланади ва вараксимон пўлат прокатидан фойдаланиб танлаб олинади.



$$A_{т.к} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{53757}{2350 \cdot 1} = 22,9 \text{ см}^2$$

$$A = (20 \cdot 0,8) \cdot 2 + 28,4 \cdot 0,6 = 49,04 \text{ см}^2$$

Кучланиш

$$\sigma = \frac{53757}{49,04} = 1096 \text{ кг/см}^2$$

Н – 5 элементни ҳисоби.

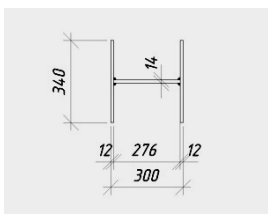
Ҳисобий куч $N=2720,43$ кН тенг. Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{272043}{2350 \cdot 1} = 115 \text{ см}^2$$

Элементни кесим юзасини қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (34 \cdot 1,2) \cdot 2 + 27,6 \cdot 1,4 = 120,24 \text{ см}^2$$

Кучланиш аниқланади.



$$\sigma = \frac{272043}{120,24} = 2262,5 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2262,5}{2350} \cdot 100\% = 3,5\%$$

Танланган кесим юза қаноатлантиради.

Н – 8 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=3779,28$ кН тенг.

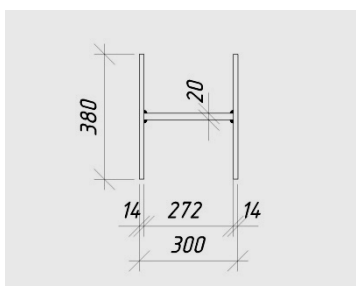
Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{3779,28}{2350 \cdot 1} = 160,8 \text{ см}^2$$

Элементни кесим юзасини қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (38 \cdot 1,4) \cdot 2 + 27,2 \cdot 2 = 160,8 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади;



$$\sigma = \frac{377928}{160,8 \cdot 1} = 2350 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2350}{2350} \cdot 100\% = 0\%$$

Танланган кесим юза қаноатлантиради.

Н – 11 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=4056,20$ кН тенг

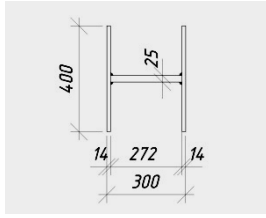
Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{405620}{2350 \cdot 1} = 172,6 \text{ см}^2$$

Элементни кесим юзани қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (40 \cdot 1,4) \cdot 2 + 27,2 \cdot 2,5 = 180 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.



$$\sigma = \frac{405620}{180 \cdot 1} = 2253 \text{ кг/см}^2$$

фарқи

$$\frac{2350 - 2253}{2350} \cdot 100\% = 4\%$$

Танланган кесим юза қаноатлантиради.

Н – 14. элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=3795,57$ кН тенг

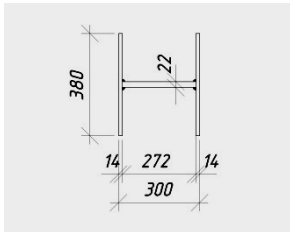
Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{379557}{2350 \cdot 1} = 161 \text{ см}^2$$

Кесим юзани қўштавр қўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A_f = (38 \cdot 1,4) \cdot 2 + 27,2 \cdot 2,2 = 166,24 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўлган кучланиш аниқланади.



$$\sigma = \frac{379557}{166,24 \cdot 1} = 2283 \text{ кг/см}^2$$

фарқи

$$\frac{2350 - 2283}{2350} \cdot 100\% = 2,8\% < 5\%$$

Танланган кесим юза қаноатлантиради.

ТИРГОВИЧЛАР

1 – 2 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=1433,5$ кН ва ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 550$ см тенг. Эгилувчанлиги 70, деб қабул қилиб олиб, шартли

эгилувчанлиги топилади $\bar{\lambda} = 70 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,34$ ва φ -нинг қиймати ҳисобланиб,

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) \cdot 2,34 \sqrt{2,34} = 0,761$$

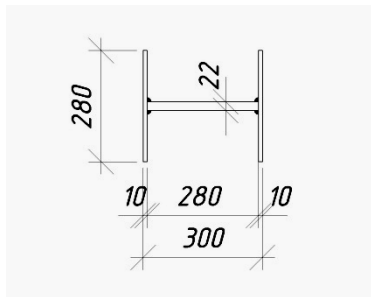
талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{143350}{2350 \cdot 0,761 \cdot 0,95} = 84,4 \text{ см}^2$$

$A_{т.к.}$ бўйича кесим юза танланади.

$$A = (28 \cdot 1) \cdot 2 + 28 \cdot 2,2 = 117,6 \text{ см}^2$$

Танлаб олган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{28^3 \cdot 2,2}{12} + 2 \cdot 28 \cdot 1 \left(\frac{28 + 2,2}{2} \right)^2 = 16793 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{28^3 \cdot 1}{12} \cdot 2 + \frac{28 \cdot 2,2^3}{12} = 3683,5 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{16793}{117,6}} = 11,9 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{3683,5}{117,6}} = 5,6 \text{ см}$$

$$\lambda_x = \frac{550}{11,9} = 46$$

$$\lambda_y = \frac{550}{5,6} = 98$$

Катта эгилувчанлигига қараб $\varphi_{\min}$ аниқланади. Бунинг учун шартли эгилувчанлиги ҳисобланиб $\bar{\lambda} = 98 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,28 > 2,5$ φ -нинг қиймати топилади.

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} -$$

$$- \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,28 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,28^2 = 1,4555 - 1,1167 + 0,2293 = 0,568$$

Кесим юзада ҳосил бўлган кучланиш аниқланади

$$\sigma = \frac{143350}{0,568 \cdot 117,6 \cdot 0,95} = 2259 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2259}{2350} \cdot 100\% = 3,9\%$$

Танлаб олинган юза қаноатлантиради.

2 – 3 элемент ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 1677,87 \text{ кН}$ тенг.

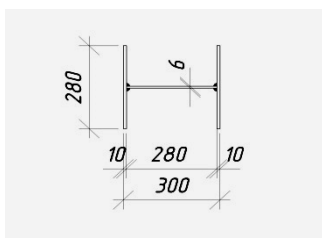
Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{167787}{2350 \cdot 1} = 71,4 \text{ см}^2$$

Кесим юзани қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (28 \cdot 1) \cdot 2 + 28 \cdot 0,6 = 72,8 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.



$$\sigma = \frac{167787}{72,8 \cdot 1} = 2304,8 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2304}{2350} \cdot 100\% = 1,9\%$$

Танлаб олинган кесим юза қаноатлантиради.

5 – 6 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 895,95$ кН тенг

Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

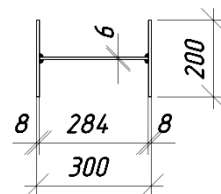
$$A_{т.к.} = \frac{89595}{2350 \cdot 1} = 38 \text{ см}^2$$

Кесим юзани қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (20 \cdot 0,8) \cdot 2 + 28,4 \cdot 0,6 = 49,04 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma = \frac{89595}{49,04 \cdot 1} = 1826,98 \text{ кг/см}^2$$



10 – 11 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 105,88$ кН тенг.

Талаб қилинган кесим юза.

$$A_{т.к.} = \frac{10588}{2350 \cdot 1} = 4,5 \text{ см}^2$$

Юқоридаги 5 – 6 дагидек кесим юза олинади.

$$A = 49,04 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{10588}{49,04 \cdot 1} = 215 \text{ кг/см}^2$$

11 – 12 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 114$ кН тенг.

Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{11400}{2350 \cdot 1} = 4,8 \text{ см}^2$$

Юқоридаги 5 – 6 ва 10 – 11 лардагидек кесим юза олинади.

$$A = 49,04 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўлаётган кучланиш

$$\sigma = \frac{11400}{49,04 \cdot 1} = 232,46 \text{ кг/см}^2$$

13 – 14 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 309,5$ кН тенг.

Талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{30950}{2350 \cdot 1} = 13 \text{ см}^2$$

Юқоридаги 5–6; 10–11 ва 11–12 лардагидек кесим юза танланади.

$$A = 49,04 \text{ см}^2$$

Кесим юзада ҳосил бўлаётган кучланиш

$$\sigma = \frac{30950}{49,04 \cdot 1} = 631 \text{ кг/см}^2$$

4 – 5 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N = 1270,6$ кН тенг ва ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 860$ см, эгилувчанлиги $\lambda = 70$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлиги топилади $\bar{\lambda} = 70 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,34$ ва φ –нинг қиймати ҳисобланиб;

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 2,34 \sqrt{2,34} = 0,761$$

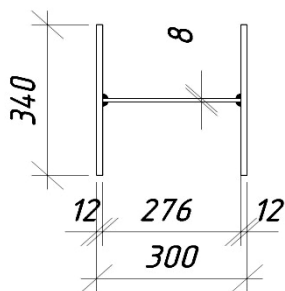
талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к} = \frac{127060}{0,95 \cdot 0,761 \cdot 2350} = 74,8 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан тайёрланган кўштавр кўринишида, 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (34 \cdot 1,2) \cdot 2 + 27,6 \cdot 0,8 = 103,68 \text{ см}^2$$

Танлаб олган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{27,6^3 \cdot 0,8}{12} + 2 \cdot 34 \cdot 1,2 \left(\frac{27,6 + 0,8}{2} \right)^2 = 17855,5 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{34^3 \cdot 1,2}{12} \cdot 2 + \frac{27,6 \cdot 0,8^3}{12} = 7861,98 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{17855,5}{103,68}} = 13 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{7861,98}{103,68}} = 8,7 \text{ см}$$

Эгилувчанлиги аниқланади.

$$\lambda_x = \frac{860}{13} = 66$$

$$\lambda_y = \frac{860}{8,7} = 99$$

Катта эгилувчанлигига қараб $\varphi_{\min}$ аниқланади. Бунинг учун шартли эгилувчанлиги ҳисобланиб $\bar{\lambda} = 99 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,31 > 2,5$ φ –нинг қиймати топилади;

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,31 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,31^2 = 1,4555 - 1,127 + 0,2335 = 0,562$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{127060}{0,562 \cdot 103,68 \cdot 0,95} = 2295 \text{ кг/см}^2$$

фарки

$$\frac{2350 - 2295}{2350} \cdot 100\% = 2,3\%$$

Танланган юза қаноатлантиради.

7 – 8 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=602,73 \text{ кН}$.га тенг ва ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 937 \text{ см}$. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, шартли эгилувчанлиги топилади $\bar{\lambda} = 120 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 4,01$ ва φ -нинг қиймати ҳисобланиб

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 4,01 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 4,01^2 = \\ &= 1,4555 - 1,3652 + 0,3427 = 0,433 \end{aligned}$$

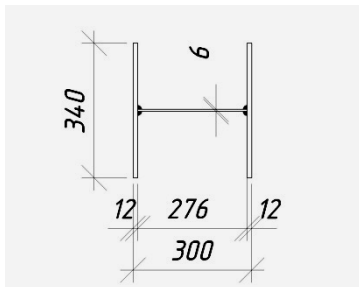
талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{60273}{2350 \cdot 0,433 \cdot 0,95} = 62,4 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (34 \cdot 1,2) \cdot 2 + 27,6 \cdot 0,6 = 98,16 \text{ см}^2$$

Танлаб олган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{27,6^3 \cdot 0,6}{12} + 2 \cdot 34 \cdot 1,2 \cdot \left(\frac{27,6 + 0,6}{2} \right)^2 = 17274 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{34^3 \cdot 1,2}{12} \cdot 2 + \frac{27,6 \cdot 0,6}{12} = 7861 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{17274}{98,16}} = 13,26 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{7861}{98,16}} = 8,9 \text{ см}$$

Эгилувчанлиги аниқланади.

$$\lambda_x = \frac{937}{13,26} = 71$$

$$\lambda_y = \frac{937}{8,9} = 105$$

Катта эгилувчанлигига қараб $\varphi_{\min}$ аниқланади бунинг учун шартли эгилувчанлиги ҳисобланиб $\bar{\lambda} = 105 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,51$ φ -нинг қиймати топилади

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,51 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,51^2 = \\ &= 1,4555 - 1,195 + 0,2626 = 0,523 \end{aligned}$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{60273}{0,523 \cdot 98,16 \cdot 0,95} = 1236 \text{ кг/см}^2$$

8 – 9 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=317,65$ кН.га тенг ва ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 937$ см. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, талаб қилинган кесим юза аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{31765}{2350 \cdot 0,95 \cdot 0,433} = 33 \text{ см}^2$$

Юқоридаги 7 – 8 дагидек кесим юза танланади.

$$A = 98,16 \text{ см}^2$$

Танлаб олинган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади

$$I_x = 17274 \text{ см}^4$$

$$I_y = 7861 \text{ см}^4$$

$$i_x = 13,26 \text{ см}$$

$$i_y = 8,9 \text{ см}$$

$$\text{Эгилувчанлиги} \quad \lambda = \frac{937}{8,9} = 105$$

$$\varphi = 0,523$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{31765}{0,523 \cdot 0,95 \cdot 98,16} = 651 \text{ кг/см}^2$$

УСТУНЛАР

К – 1. элементни ҳисоби

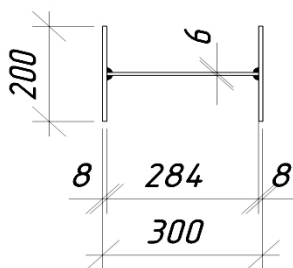
Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=40,7$ кН тенг ва ҳисобий узунлиги $l_{ef} = 500$ см. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{4070}{2350 \cdot 0,95 \cdot 0,433} = 4,2 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (20 \cdot 0,8) \cdot 2 + 28,4 \cdot 0,6 = 49,04 \text{ см}^2$$

Танлаб олган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{28,4^3 \cdot 0,6}{12} + 20 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot \left(\frac{28,4 + 0,6}{2} \right)^2 = 7873 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{20^3 \cdot 0,8}{12} \cdot 2 + \frac{28,4 \cdot 0,6^3}{12} = 1067 \text{ см}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{1067}{49,04}} = 4,66 \text{ см}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{7873}{49,04}} = 12,6 \text{ см}$$

Эгилувчанлиги $\lambda = \frac{500}{4,66} = 107$
 $\varphi = 0,51$

Шартли эгилувчанлиги $\bar{\lambda} = 107 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,58$, φ – нинг қиймати

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,58 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,58^2 =$$

$$= 1,4555 - 1,219 + 0,2731 = 0,51$$

Кесим юзада ҳосил бўлган кучланиш аниқланади

$$\sigma = \frac{4070}{0,95 \cdot 49,04 \cdot 0,51} = 171 \text{ кг/см}^2$$

3 – 4. элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=162,9$ кН. ва ҳисобий узунлиги

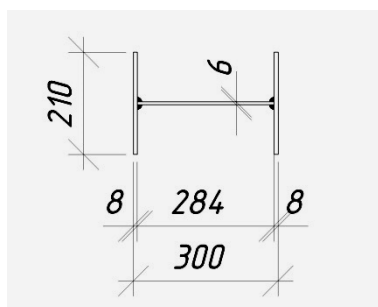
$l_{ef} = 570$ см га тенг. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{T.K} = \frac{16290}{2350 \cdot 0,433 \cdot 0,95} = 17,0 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади;

$$A = (21 \cdot 0,8) \cdot 2 + 28,4 \cdot 0,6 = 50,64 \text{ см}^2$$

Танланган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади;



$$I_x = \frac{28,4^3 \cdot 0,6}{12} + 21 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot \left(\frac{28,4 + 0,6}{2} \right)^2 = 8209,7 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{21^3 \cdot 0,8}{12} \cdot 2 + \frac{28,4 \cdot 0,6^3}{12} = 1235,3 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{8209,7}{50,64}} = 12,7 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{1235,3}{50,64}} = 4,94 \text{ см}$$

эгилувчанлиги $\lambda = \frac{570}{4,94} = 115$

Шартли эгилувчанлиги $\bar{\lambda} = 115 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,85$, φ – нинг қиймати

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,85 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,85^2 =$$

$$= 1,4555 - 1,311 + 0,316 = 0,46$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади

$$\sigma = \frac{16290}{0,46 \cdot 50,64 \cdot 0,95} = 736 \text{ кг/см}^2$$

6 – 7 элементни ҳисоби.

Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=162,90$ кН, ва ҳисобий узунлиги

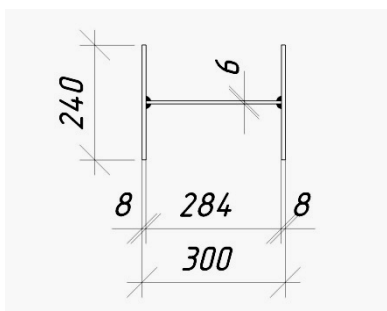
$l_{ef} = 667$ см га тенг. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{16290}{2350 \cdot 0,95 \cdot 0,433} = 17,0 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (24 \cdot 0,8) \cdot 2 + 28,4 \cdot 0,6 = 55,44 \text{ см}^2$$

Танлаб олган кесим юзани геометрик тавсифи аниқланади.



$$I_x = \frac{28,4^3 \cdot 0,6}{12} + 24 \cdot 2 \cdot 0,8 \left(\frac{28,4 + 0,6}{2} \right)^2 = 9218,9 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{24^3 \cdot 0,8}{12} \cdot 2 + \frac{28,4 \cdot 0,6^3}{12} = 1843 \text{ см}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{9218,9}{55,44}} = 12,8 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{1843}{55,44}} = 5,76 \text{ см}$$

эгилувчанлиги $\lambda = \frac{667}{5,76} = 115,6$

$$\varphi = 0,46$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади.

$$\sigma = \frac{16290}{0,46 \cdot 55,44 \cdot 0,95} = 672 \text{ кг/см}^2$$

9 – 10 элементни ҳисоби.

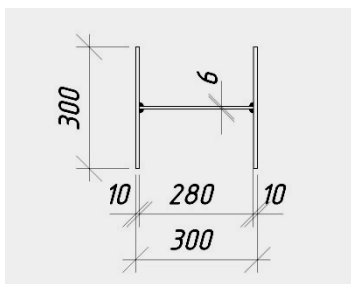
Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=162,9$ кН ва ҳисобий узунлиги $l_{ef}=767$ см га тенг. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{16290}{2350 \cdot 0,433 \cdot 0,95} = 17,0 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (30 \cdot 1) \cdot 2 + 28 \cdot 0,6 = 76,8 \text{ см}^2$$

Танланган юзани геометрик тавсифи аниқланади:



$$I_x = \frac{28^3 \cdot 0,6}{12} + 30 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \left(\frac{28 + 0,6}{2} \right)^2 = 13367 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{30^3 \cdot 1}{12} \cdot 2 + \frac{28 \cdot 0,6^3}{12} = 4501 \text{ см}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{4501}{76,8}} = 7,65 \text{ см}$$

Эгилувчанлиги

$$\lambda = \frac{767}{7,65} = 100$$

$$\varphi = 0,554$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади;

$$\sigma = \frac{16290}{0,95 \cdot 76,8 \cdot 0,554} = 403 \text{ кг/см}^2$$

12 – 13 элементни ҳисоби.

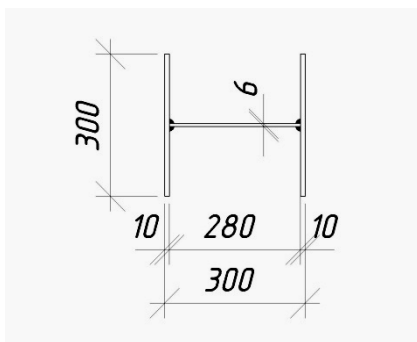
Таъсир қилаётган ҳисобий куч $N=162,9$ кН, ва ҳисобий узунлиги $l_{ef}=867$ см тенг. Эгилувчанлиги $\lambda=120$ деб қабул қилиб олиб, талаб қилинган кесим юзаси аниқланади.

$$A_{т.к.} = \frac{16290}{2350 \cdot 0,433 \cdot 0,95} = 17,0 \text{ см}^2$$

Кесим юзани алоҳида элементлардан қўштавр кўринишида 3 та варақсимон пўлатдан тайёрланади.

$$A = (30 \cdot 1) \cdot 2 + 28 \cdot 0,6 = 76,8 \text{ см}^2$$

Танланган юзани геометрик тавсифи аниқланади:



$$I_x = \frac{28^3 \cdot 0,6}{12} + 30 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \left(\frac{28 + 0,6}{2} \right)^2 = 13367 \text{ см}^4$$

$$I_y = \frac{30^3 \cdot 1}{12} \cdot 2 + \frac{28 \cdot 0,6^3}{12} = 4501 \text{ см}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{4501}{76,8}} = 7,65 \text{ см}$$

$$\text{Эгилувчанлиги } \lambda = \frac{867}{7,65} = 113, \text{ Шартли эгилувчанлиги } \bar{\lambda} = 113 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 3,78,$$

φ – нинг қиймати

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) 3,78 + \left(0,0275 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 3,78^2 = \\ &= 1,4555 - 1,287 + 0,3045 = 0,473 \end{aligned}$$

Кесим юзада ҳосил бўладиган кучланиш аниқланади

$$\sigma = \frac{16290}{0,95 \cdot 76,8 \cdot 0,473} = 472 \text{ кг/см}^2$$

ТУГУНЛАРНИНГ ҲИСОБИ

Стерженлар пайвандланади. Пайванд чокининг узунлиги куйидаги формула орқали аниқланади..

$$l_w = \frac{N}{4 \cdot \gamma_c \cdot R_{wy} \cdot t} + 2t$$

бу ерда: $R_{wy} = 0,85 R_y = 0,85 \cdot 2350 = 1998 \frac{кг}{см^2}$

$$\gamma_c = 1$$

t – кичик қалинлиги

К – 1 $l_w = \frac{4070}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0,8} + 1,6 = 2,24 см$

1 – 2 $l_w = \frac{143350}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 1} + 2 = 19,9 см$

Н – 2 $l_w = \frac{53757}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0,8} + 1,6 = 10 см$

Н – 5 $l_w = \frac{272043}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 1} + 2 = 36,0 см$

5 – 6 $l_w = \frac{89595}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0,8} + 1,6 = 15,6 см$

6 – 7 $l_w = \frac{16290}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0,8} + 1,6 = 4,2 см$

7 – 8 $l_w = \frac{60273}{4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1998} + 2 = 9,6 см$

Н – 8 $l_w = \frac{377928}{4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1998} + 2 = 49,3 см$

14.3. АРКЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАР

Арклардан фойдаланиб, кўргазма павильонларни, ёпиқ бозорлар, цирк биноларини, спорт саройларни том ёпма конструкциялари барпо этилади.

Аркли конструкциялар металл ашёсини ишлатилиши бўйича, тўсинлар ва рамаларга нисбатан, энг самарали ва ишончли ишлайдиган конструкциялар деб ҳисобланади. Чунки аркни кесимлари асосан сиқилишга ишлайди, эгилишга камроқ ишлайди.

Аркли конструкциялар тиргак кучига эга конструкциялардир, шунинг учун ташқи юклардан ҳосил бўладиган тиргак кучини ёки пойдеворлар қабул қилиб олиб, заминга ўтказиб юбориши керак (агар арк пойдеворга таянса), ёки бинонинг синчи, ёки тортиб турувчи боғловчи элемент қабул қилиши керак.

Аркли конструкциялар билан эни 60 – 70м ли ва ундан ҳам кенгрок бўлган биноларни том ёпма конструкцияларини яратилишида ишлатилса, шунда пўлат сарфлаш бўйича энг самарали даражасига етилади.

Агар аркли конструкциялар билан спорт саройларни, бозорларни, кўргазма павильонларни, циркларни том ёпмасини яратилишида ишлатилса жуда ҳам мақсадга мувофиқ бўлади.

Статик схемаси бўйича арklar 3 турга бўлинади: уч шарнирли, икки шарнирли ва шарнирсиз таянчлари билан пойдеворларга маҳкамланган.

Учта турларни ўзига тегишли афзаллик ва салбий хусусиятлари бор.

Уч шарнирли арка статик томондан аниқ системадир, шунинг учун у ёки бу таянчи силжишлиги унчалик ишлашига таъсир кўрсатмайди, лекин пўлат сарфлаш бўйича биринчи ўринда туради. Эгувчи моментлар эпюралардан кўриниб турибдики уч шарнирли аркаларда энг катта моменти таянчидан $\frac{1}{4}$ қисми узунлигида ҳосил бўлади. Икки шарнирли аркаларда таянчидан $\frac{1}{3}$ қисми узунлигида энг катта эгивчи момент ҳосил бўлади. Шарнирсиз аркаларда таянчида энг катта эгувчи момент ҳосил бўлади, лекин бу энг катта момент уч шарнирли аркаларда ҳосил бўладиган моментлардан камроқ.

Шарнирсиз аркаларни яратишда пўлат энг кам сарфланади. Лекин уларни ишлатишда таянчи фақат пойдеворлар бўлиши керак. Бу пойдеворлар мустаҳкам, силжимайдиган заминга ўрнатилиши керак. Бундай арklarни бинонинг тепа қисмига ўрнатиш қўшимча қийинчиликларга олиб келади. Аркани таянчида ҳосил бўладиган моментни қабул қилиш учун бинони тепа қисмини силжимайдиган қилиш керак бўлади. Унга анча қўшимча ашёлар сарф қилинади. Шундай қилиб, бинони тепа қисмида том ёпма конструкцияларни яратилишида энг фойдалилиги арklarнинг ичида таянч ораси катта бўлган биноларни ёпишда икки шарнирли аркалар бўлиши мумкин. Тайёрлаш учун пўлат сарфланиши бўйича бу аркалар уч шарнирли ва шарнирсиз аркалар ўртасида туради.

Икки шарнирли аркаларда эгувчи момент узунлиги бўйича нисбатан бир меъёрга бўлади. Шунинг учун бу аркаларни яратишда параллел токчали қилинади. Бу аркаларни тугунлари ва элементлари бир хил бўлганлиги сабабли уларни завод шароитида яратиш имкониятини кўпайтиради ва тайёрлаш технологиясини осонлаштиради.

Амалиётда шундай аркалар билан таянч ораси 78м га тенг бўлган спорт саройини том ёпмаси Москва шаҳрида яратилган. Аркаларда ҳосил бўладиган тиргак кучини вантлар қабул қилиб оладиган қилиб лойиҳалаштирилган.

Гоҳида том ёпма конструкцияларни яратилишида уч шарнирли аркалардан ҳам фойдаланишади. Тежамли қилиш учун аркани кесим юзасини ўзгарувчан қилишади. Ўртасини кесим юзаси баландроқ, шарнир яқинида камроқ. Аркаларни туруни ва асосий ўлчамларини танлаб олишда нималарга эътибор беришади.

Биринчидан агар бинони том ёпма конструкциясини кўтарувчи элементлар сифатида аркалардан фойдаланилса ва улар пойдеворларга таянган бўлса, замин силжийдиган, чўкадиган бўлса, унда уч шарнирли аркалардан фойдаланиш тавсия этилади.

Аркаларни асосий ўлчамлари таянч орасидаги масофа ва баландлиги архитектура талабларига кўра олинади, буларни нисбатлари қуйидагича бўлади:

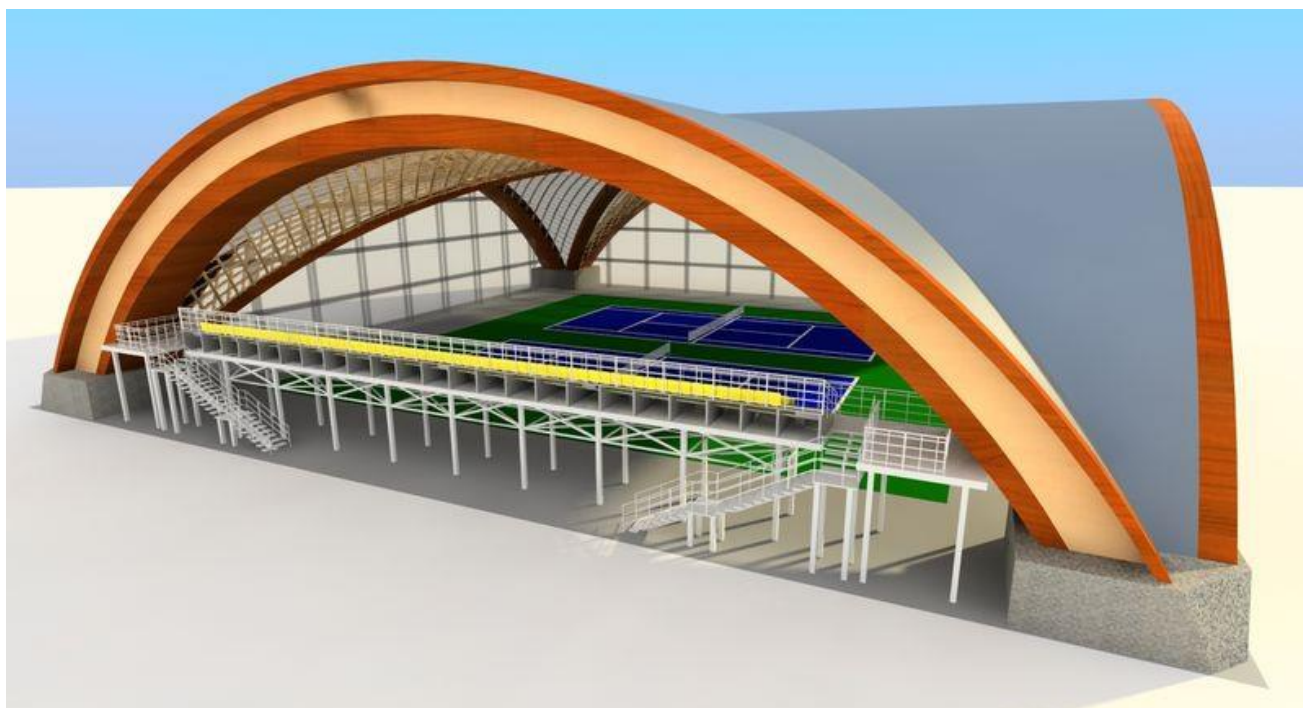
$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} \div \frac{1}{5}$$

Бу аркаларда тиргак кучини пойдеворлар қабул қилиб олиши лозим.

Баландлиги билан таянч орасидаги масофани ўрнатаётганда бинони фойдали майдони ($a \times b$) эътиборга олиниши лозим.

Агар замин мустаҳкам ва силжимайдиган бўлса, унда том ёпма конструкцияларни шарнирсиз аркалардан фойдаланиб тайёрлаш мумкин.

Иккинчидан агар аркани бинони тепа қисмига ўрнатиладиган бўлса, икки шарнирли аркалардан фойдаланиб, том ёпма конструкцияларни яратиш мақсадга мувофиқ бўлади.



Technical drawing of a bridge structure, showing three cross-sections (a, b, c) and a side elevation.

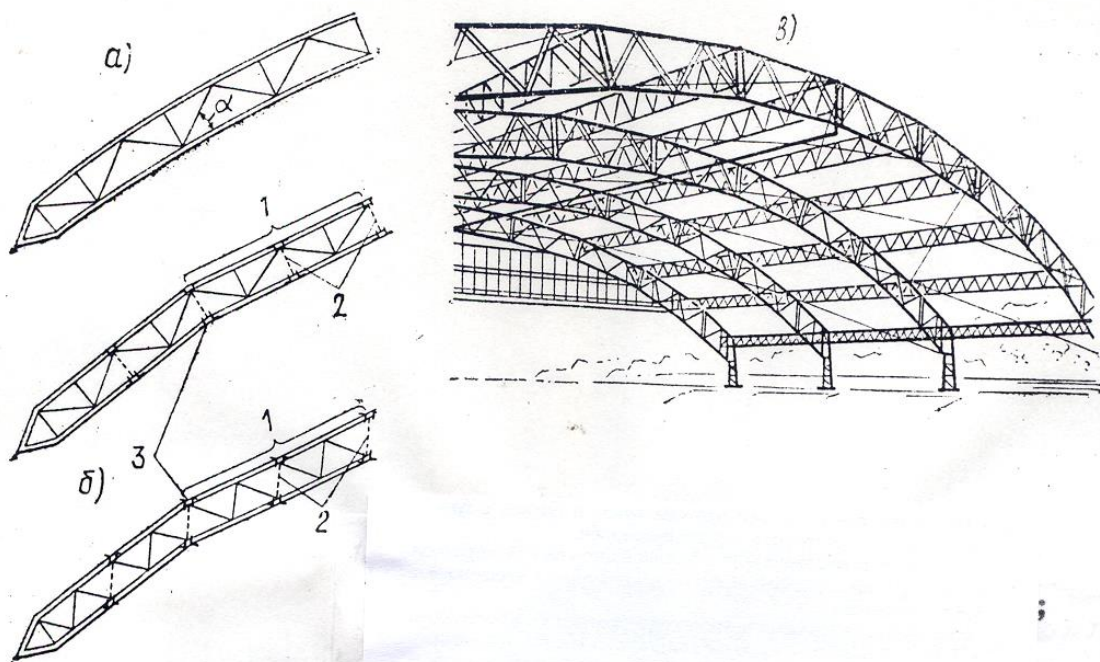
The cross-sections are labeled:

- a) **икки шарнирли** (two-hinged)
- b) **уч шарнирли** (three-hinged)
- c) **шарнирсиз** (fixed)

The side elevation shows the bridge structure with dimensions:

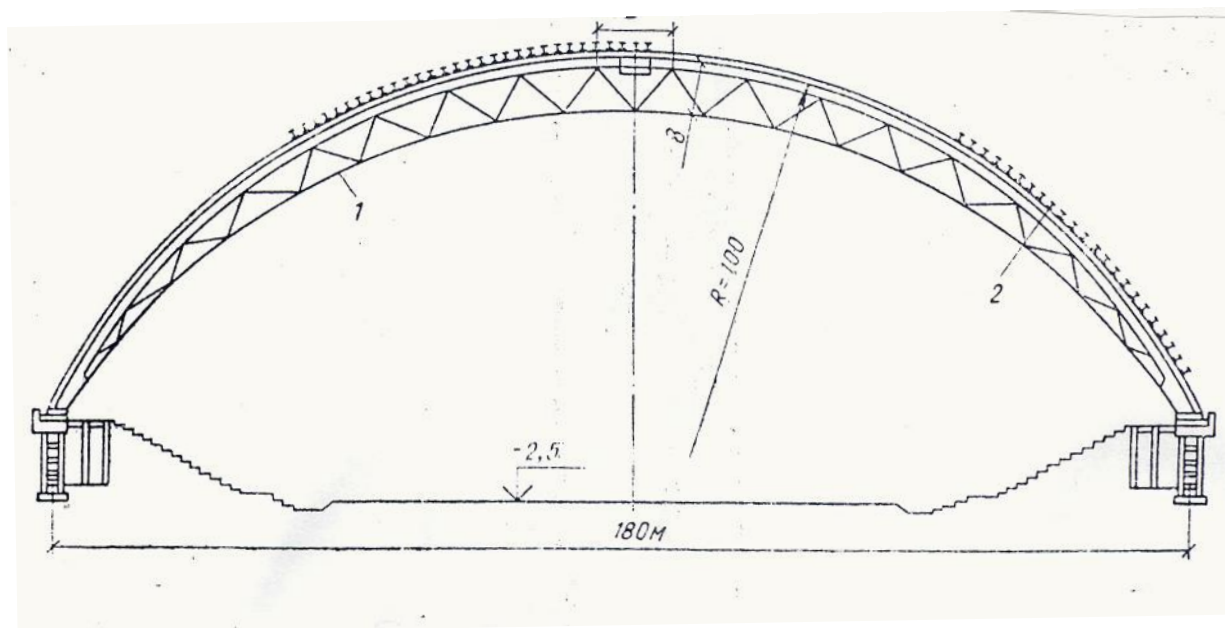
- Span length: 16700
- Approach length: 550
- Bridge width: 550
- Bridge height: 550
- Bridge length: 17800

14.7-расм. Икки шарнирли том ётма аркали конструкция қўтарилган тортиқчи билан



14.8-расм. Аркаларни конструктив ечимлари;

1. транспортга ортидаги қисми.
2. бош буйлама тўсинлар.
3. монтаж тугунлари.



14.9-расм. Пастки белбоғи зўриқтирилган аркалар.

- 1-трос; 2-бикирлиги катта бўлган белбоғи.



Ҳосил бўладиган тиргак кучини махсус тортқичлар қабул қилиб олади. Аркаларни асосий ўлчамларини баландлиги билан уни узунлиги ўртасидаги нисбатни қуйидагича олиниш $\frac{f}{l} = \frac{1}{5} \div \frac{1}{6}$ тавсия этилади.

Кесим юзасини баландлиги панжарали аркаларда $\left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{40}\right) \cdot l$ олиш тавсия этилади. Яхлит аркаларда узунлигига нисбатан $\left(\frac{1}{50} \div \frac{1}{80}\right) \cdot l$ ораликда олинса самарали юза чиқади.

15 - боб. ТАЯНЧ ОРАСИ КАТТА БЎЛГАН БИНОЛАРНИ ФАЗОВИЙ КОНСТРУКЦИЯЛАР БИЛАН ЁПИШ

Пўлатдан тайёрланган фазовий конструкцияларга гумбазлар ва структурали конструкциялар киради. Гумбазлар билан режада доира шаклидаги биноларни ёпишади. Бу асосан жамоат бинолари бўлиши мумкин. Масалан бунга цирklar, бозорлар, кўргазма павильонлари, спорт саройлари бўлиши мумкин.

15.1 Гумбазлар

Пўлатдан тайёрланган гумбазли конструкциялар уч турга бўлинади.

1. Қовурғали
2. Қовурғали ва доиравий
3. Тўрсимон.

Қовурғали гумбазларни асоси уч шарнирли ёки икки шарнирли аркалар бўлиши мумкин. Радиус бўйлаб доирани ичида жойлашган. Бу аркалар ёки бинони деворига таянади ёки доирали алоҳида қилинган элементга таянади. Доира ҳосил бўладиган тиргак кучини ҳам қабул қилиб олиши мумкин. Тиргак кучини қабул қиладиган элемент доира шаклида эмас, кўп бурчакли элемент ҳам бўлиши мумкин. Бундай гумбазларни том конструкцияси қуйидагича аркалар устига прогонлар ўрнатилади ва улар устига плиталар ўрнатиб томни ёпиб юборилади.

Қовурғалар яхлит кесимли пўлатдан ёки тоқчаларни ораси очик енгил фермаларга ўхшаган конструкциялардан бўлиши мумкин.

Қовурғалар тепа қисми билан гумбазни марказида жойлашган доирага таянади. Таянч шарнирли ёки мустаҳкам бўлиши мумкин. Агар тепа қисмидаги таянч шарнирли бўлса, унда аркани уч шарнирли деб ҳисоблашади. Агар мустаҳкам бўлса икки шарнирли деб ҳисоблашади.

Қовурғаларни умумий турғунлигини ошириш учун боғловчи элементлардан ҳам фойдаланишади.

Қовурғали ва доирали гумбазлар. Бу радиус бўйича қўйилган аркалар билан ва бир неча доира шаклида ўрнатиладиган прогонлардан иборат конструкциядир.

Аркаларда ҳосил бўлаётган тиргак кучини шу баландлиги бўйича қўйилган прогонлар ҳам қабул қилиб олади. Бу ҳисоблаётганда эътиборга олиниши керак.

Тўрсимон гумбазлар. Бу аркалардан, доиралардан ва қовурғалар орасига қўйилган боғловчи элементлардан ҳосил бўладиган конструкциядир.

Бу конструкциялар билан катта диаметрда тенг бўлган биноларни ёпишда ишлатилиши мумкин.

Таъсир этаётган юкни бир меъёردа элементларга тарқалиши, таянч ораси катта бўлган биноларни ёпишга имконият беради. Элементларни кесим юзаси унчалик катта бўлмаган тақдирда ҳам. Лекин бу конструкцияни яратишга кўп меҳнат сарфлаш керак бўлади.

Бу гумбазларнинг элементлари бир хил типда бўлишлиги учун гумбаз фермасини кўп қиррали қилиб, сфера ичига олиб яратиш мумкин. Масалан кўп қиррали икосаэдр 20 қиррали 40, 80 қиррали 2 тур қирралари билан ёки 320 қиррали 5 тур қирралари билан.

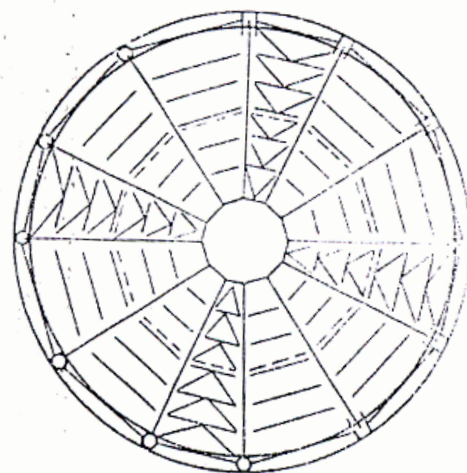
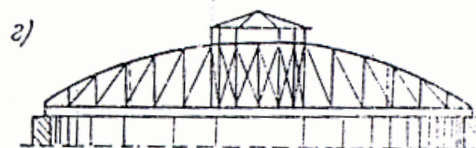
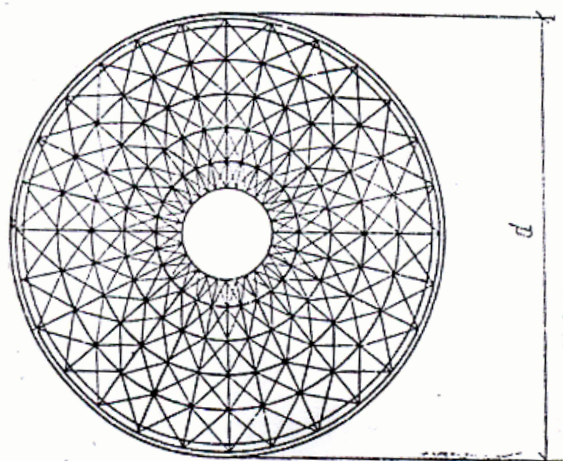
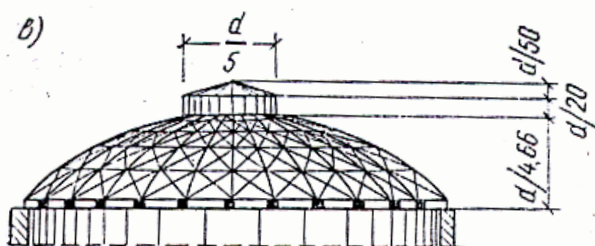
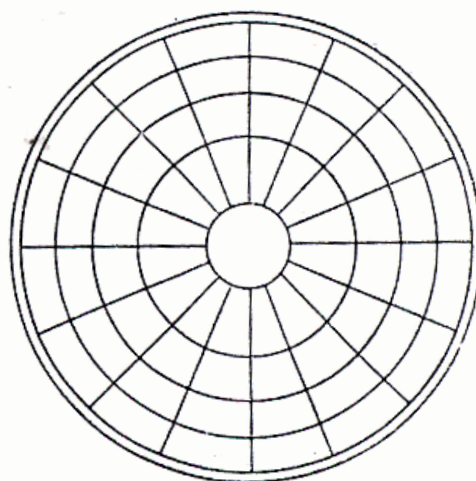
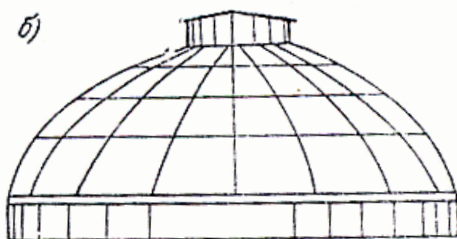
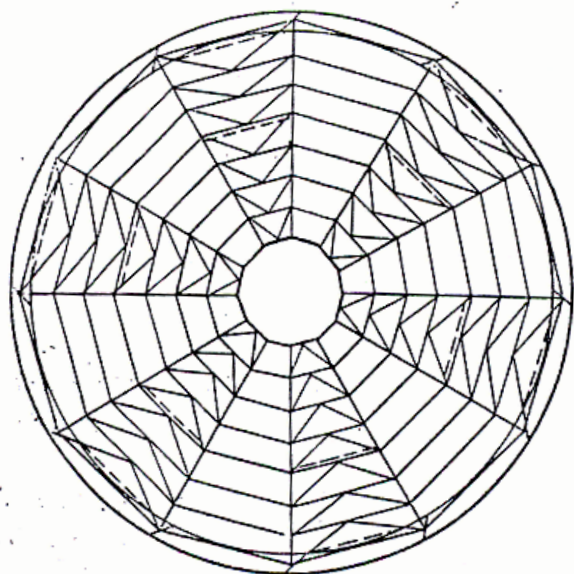
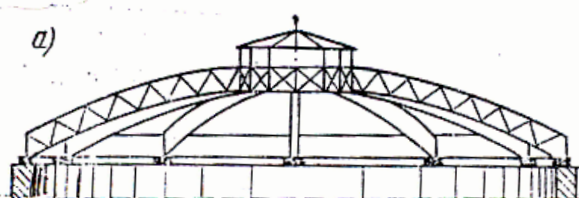
Тўрсимон гумбазларни ҳам доира шаклида ўрнатилган таянч доирасига қўйилади. Ҳосил бўлаётган тиргак кучини ўша таянч доира қабул қилиб олади. Тўрсимон гумбазларни архитектураси чиройли ва яратишга нисбатан камроқ маблағ сарфланиши туфайли ва таянч ораси катта бўлган биноларни ёпиш имкониятлари борлиги учун қурилишда кўпроқ ишлатилади. 20 асрни 30 йилларида Бакминстер Фуллер томонидан фазовий ишлайдиган геодезик гумбазини конструкцияси яратилди – яримсфера тетраэдрлардан йиғилган. Бу конструкциядан фойдаланиб 1960 йили АҚШ Сент – Луис шаҳрида баландлиги 21м ли диаметри 53м тенг бўлган геодезик гумбази қурилган.

1965 йили АҚШ Хьюстон шаҳрида баландлиги 26,4м, диаметри 196м тенг бўлган “Астроном” ёпиқ стадион гумбази қурилган.

1975 йили АҚШ Новый Орлеан шаҳрида 95минг томошабинга мўлжалланган баландлиги 32м, диаметри 212м тенг бўлган ёпиқ стадионни гумбази яратилган.

1997 йили Япония Нагойя шаҳрида 40 минг томошабинга мўлжалланган спорт – концерт мажмуасини том конструкциясини ёпиш учун диаметри 188м тенг бўлган гумбаз яратилган.

Дунёда энг катта гумбаз баландлиги 50м, диаметри 320м га тенг бўлган 1999йили Англияда қурилган. У баландлиги 100м ли 12та мачталарга тортиб қўйилган Миллениумдур.



15.1-расм. Гумбазлар.

а) қовурғали; б) қовурғали ва доиравий; в) тўрсимон.



15. 2. СТРУКТУРАЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАР

Ҳозирги даврда саноат ва фуқаро биноларини том ёпма конструкцияларни яратилишда стерженлардан ташкил топган структурали конструкциялардан ҳам фойдаланилади.

Бу конструкциялар одатда текис бўлади. Ҳажмли стерженлардан яратиладиган баландлиги катта бўлмаган плиталардан иборатдир.

$$\left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{25}\right) \cdot l = h.$$

Структурали конструкциялар одатда тепа ва пастки қисмлари тўрсимон текисликлардир. Бу текисликлар қия синчлар (стерженлар) билан боғланиб, етарли даражада бикирликка эга бўлган анча катта майдонни ёпиб оладиган том ёпма конструкция ҳосил қилади.

Бу структурали конструкцияларни бошқаларга қараганда ажратиб турадиган иккита хусусиятлари бор.

1. Бу конструкциялар фазовий ишлайди ва ташқи таъсир этаётган юкларни ҳамма элементлари ишлаб, қабул қилиб олади. Бу хусусият пўлатни кам сарфлашга ва тежамли конструкцияларни яратишга имкон беради.

2. Бу конструкцияларни яратиш учун санокли стандарт элементлардан фойдаланилади. Элемент ва деталларни корхона шароитида машина механизмлардан фойдаланилган ҳолда автоматик равишда кўп миқдорда тайёрлаш имконияти бор.

Структурали конструкцияларнинг элементлари кўп миқдорда қайтарилиши уларнинг аниқ ритми эътиборга олиниб жамоат биноларини том ёпма конструкцияларида ишлатилганда, безаб турадиган шип талаб қилинмайди, бундай биноларни ташқи кўриниши чиройли бўлади. Масалан, кўрғазма павильонлари, бозор бинолари, спорт саройлари ва ҳоказолар.

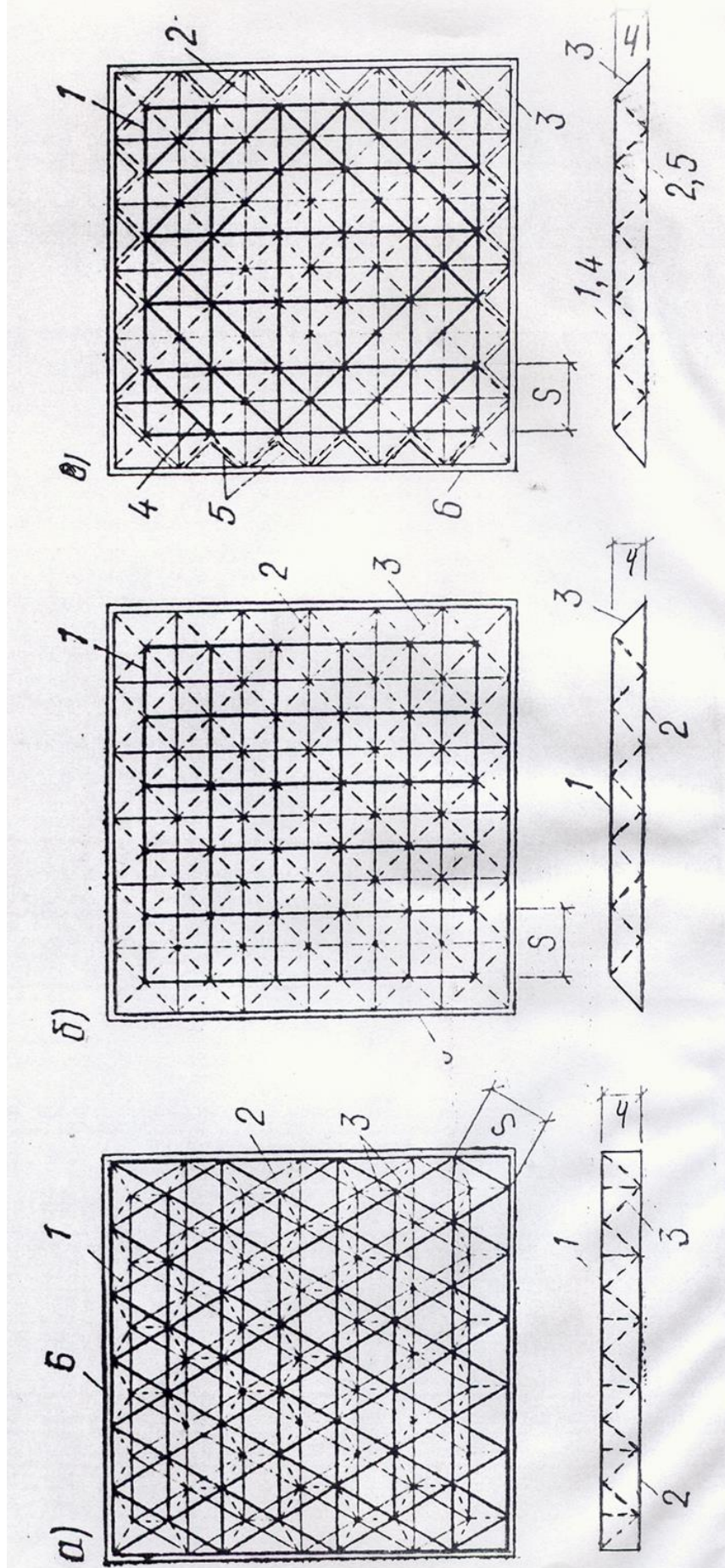
Структурали конструкцияларни ҳар хил усуллар билан тайёрлаш мумкин. Структурали конструкцияларни тузилиши фермаларни сонига ва битта тугунида нечта элементларни учрашишига боғлиқ. Ҳар битта структурали конструкцияни турига ўзига тегишли, кўп марта қайтариладиган стерженли элемент кристалли бўлади.

Структурали конструкциялар тоқчаларни тўрини тузилишига қараб уч турга бўлинади:

- 1) тенг томонли уч бурчаклардан иборат бўлган тўрлар.
- 2) квадратлардан иборат бўлган тўрлар.
- 3) квадратлардан ва диагоналлardan иборат бўлган тўрлар.

Структурали конструкциялар ўзи аслида камида уч томонга кетадиган фермалардан иборат бўлиб, етарли даражада фазовий бикирликка эга конструкциялардир, улар нафақат XOZ текислигида ташқи юклардан ҳосил бўлаётган эгувчи моментларни ва YOZ текислигида ҳосил бўлаётган моментларни ҳам қабул қилиш имкониятлари бор.

Структурали конструкцияларни ўзига хос афзалликлари бор.



15.2-расм. Структуралли конструкциялар:

а) тенг томонли учбурчаклардан иборат бўлган.

б) квадратлардан иборат бўлган.

в) квадратлардан ва диагоналлاردан иборат бўлган.

1) Бу конструкциялар билан таянч оралиғи катта бўлган биноларни ёпиб юбориш мумкин.

2) Режада ҳар – хил шаклга эга бўлган биноларни ёпиш мумкин.

3) Конструкцияни яратишга бир хилда стандарт элементлардан фойдаланилади.

4) Бу конструкциялар билан таянч оралиғи катта бўлган биноларни ёпиб юбориш мумкин.

5) Конструкцияни пастки қисми тўрсимон бўлганлиги туфайли талаб қилган жойларга осма кранларни ўрнатиш имкониятлари бор.

Камчилиги – конструкцияни яратиш учун кўп меҳнат сарф қилиниш керак бўлади.

Структурали конструкцияларни элементлари бурчакли ёки қувурдан бўлиши мумкин. Агар структурали конструкцияларни қувурлардан фойдаланиб тайёрланса, унда пўлатни 15÷25%гача тежаб қолиш имконияти бор.

15. 3. Структурали конструкцияни ҳисоблаш

Бу тизим кўп марта статик ноаниқ система бўлганлиги туфайли, уни ҳисоби махсус дастур бўйича ЭҲМ ёрдамида бажарилиши лозим.

Агар бундай имконият бўлмаса унда 1м кенглигидаги структурали конструкция ажратиб олинади ва уни плита тўсиндек фараз қилиб ҳисобланади. Таъсир этаётган юкларни аниқлаб ҳосил бўладиган эгувчи момент билан қирқувчи кучларни ҳисоблаб, структурали конструкцияни элементларда ҳосил бўладиган кучни қуйидаги формулалар орқали топиб олиш мумкин. Тенг томонли уч бурчаклардан иборат бўлган тўрли структура учун:

$$N_n = \pm 0,578 \frac{M_{nl} S}{h} \quad (15.1)$$

$$N_p = \frac{Q_{nl} S}{2 \sin \alpha}$$

Квадратлардан иборат бўлган тўрли структура учун:

$$N_n = \pm \frac{M_{n.\phi} S}{h};$$
$$N_p = - \frac{Q_{n.\phi} S}{2 \sin \alpha}; \quad (15.2)$$

Квадратлардан ва диагоналардан иборат бўлган тўрли структура учун:

$$N_n = \pm 1,1 \frac{M_{nl} S}{h};$$
$$N_p = -0,55 \frac{Q_{nl} S}{\sin \alpha}; \quad (15.3)$$
$$N_{n.y.} = \pm 0,50 N_n;$$
$$N_g = \pm 0,50 N_n;$$

Структура элементида ҳосил бўладиган кучни аниқлаб талаб қилган кесим юзасини топамиз ва сортаментдан мос келадиган бурчакликни ёки қувурни танлаб оламиз.

15.4. ҚОБИҚЛАР

Бир турли қобиклар билан режада тўғритўртбурчак шаклга эга биноларни том ёпма конструкциялари яратилади, лойиҳалаштиришда цилиндр шакл текислигига ўхшатиб айрим стандарт элементлардан тайёрлашади.

Энг оддий ромб тури ҳисобланади, уларни тайёрлашда стандарт стерженлардан фойдаланишади, лекин бўйлама бўйича бикирлиги унча катта бўлмаган конструкция яратилади. Бу конструкциялар фақат кўндаланг кесими бўйича ишлаб ҳосил бўладиган юкларни бўйлама деворлар қабул қилиб олиши керак бўлади. Ҳосил бўладиган горизонтал босимни махсус тортқичлар қабул қилиб олади.

Қобик элементлари прокат элементларидан бурчаклик ёки қувурлардан иборат бўлиши мумкин ва махсус муҳр орқали тайёрланган профиллардан ҳам бўлиши мумкин, баландлиги унча катта эмас $\left(\frac{1}{80} \div \frac{1}{120}\right) \cdot l$. Элементлар цилиндр текислигига нисбатан $45^\circ \div 60^\circ$ ташкил қилиши мумкин. Ҳисоблашда бир ячейка кенглигида қобикдан ажратиб олинади ва унга таъсир этаётган юклар аниқланиб ҳосил бўладиган эгувчи момент (M_0) билан бўйлама бўладиган куч (N_0) топилади.

Элементни кесим юзасини қуйидаги момент ва бўйлама куч бўйича аниқланади.

$$\begin{aligned} M &= \frac{M_0}{2 \sin \alpha} \\ N &= \frac{N_0}{2 \sin \alpha} \end{aligned} \quad (15.4)$$

бу ерда: α - цилиндр қобиғини асоси билан элемент ўртасидаги бурчак.

Қобикларни бўйлама бўйича бикирлигини ошириш учун бўйлама элементлар ўрнатилади. Шундан сўнг қобик конструкцияси ҳам бўйлама ҳам кўндаланг бикирликка эга бўлиб, анча кўтариш қобиляти ортади ва у чеккадаги деворга ҳам таяниши мумкин бўлади ёки тўртта устунга таянади.

Агар қобикни чеккасини вертикал ва горизонтал борт элементлар билан мустаҳкамласак, унда бикирлиги янада ҳам ортади.

Қобик конструкцияси энг самарали ва бикирлиги катта бўлиши учун уни тури ҳам бўйлама ҳам кўндаланг қовурғалар билан мустаҳкамланиши керак.

Кўндаланг қовурғасиз қобикларни моментсиз назария бўйича Эллерса усулидан фойдаланиб ҳисобланади.

Кўндаланг ва бўйлама қовурғали қобикларни моментлар назарияси бўйича В.З Власов тавсия этган усулидан фойдаланиб ҳисобланади.

15. 5. ИККИ ТЎРЛИ ҚОБИҚЛАР

Конструктив схемаси бўйича икки турли қобиклар структурали конструкцияларга ўхшайди. Булар ҳам фермалардан иборат бўлиб, бир нечта боғловчи элементлар тизими тепа ва пастки токчаларни боғловчи ва тепа тўр билан пастки тўрларни боғловчи элементлардан иборатдир.

Гоҳида тепа тўрни ўрнига варақсимон пўлатдан тайёрланган том ёпма конструкцияси бўлиб хизмат қилиши мумкин. Қобикларни кўтариш қобиляти тўрларни тузилишига ва эгилишига боғлиқ.

Икки тўрли қобикларни биқирлиги анча катта бўлиб уларни кўтариш қобиляти ҳам катта, чунки тепа ва пастки тўрлар алоҳида қобиклар бўлиб ишлаб ички ҳосил бўладиган кучларни икки йўналишда тақсимлаш имконияти бор ва ҳосил бўладиган юкларни асосий қисмини таянчга ўтказиш имконияти бор.

Агар бир тўрли қобиклар билан таянч оралиғи 90м гача бўлган биноларни том конструкцияларини яратиш имконияти бор бўлса, икки тўрли қобиклар билан прокат бурчакликлардан фойдаланиб таянч оралиғи 500м гача бўлган том ёпма конструкцияларини яратиш мумкин,.

Бир ва икки тўрли қобикларни кўпинча цилиндр шаклга ўхшаш қилиб лойиҳалаштирилади. Улар бўйлама деворларга, фермаларга ёки аркаларга таянадилар.

$$\begin{aligned} \text{Қобикларни асосий ўлчамлари} \quad \frac{h}{R} &= \frac{1}{20} \div \frac{1}{100} \\ \frac{f}{L} &= \frac{1}{6} \div \frac{1}{10} \end{aligned}$$

Энг яхши ички кучларни тақсимланиши квадрат шаклга эга бўлган қобикларда бўлади.

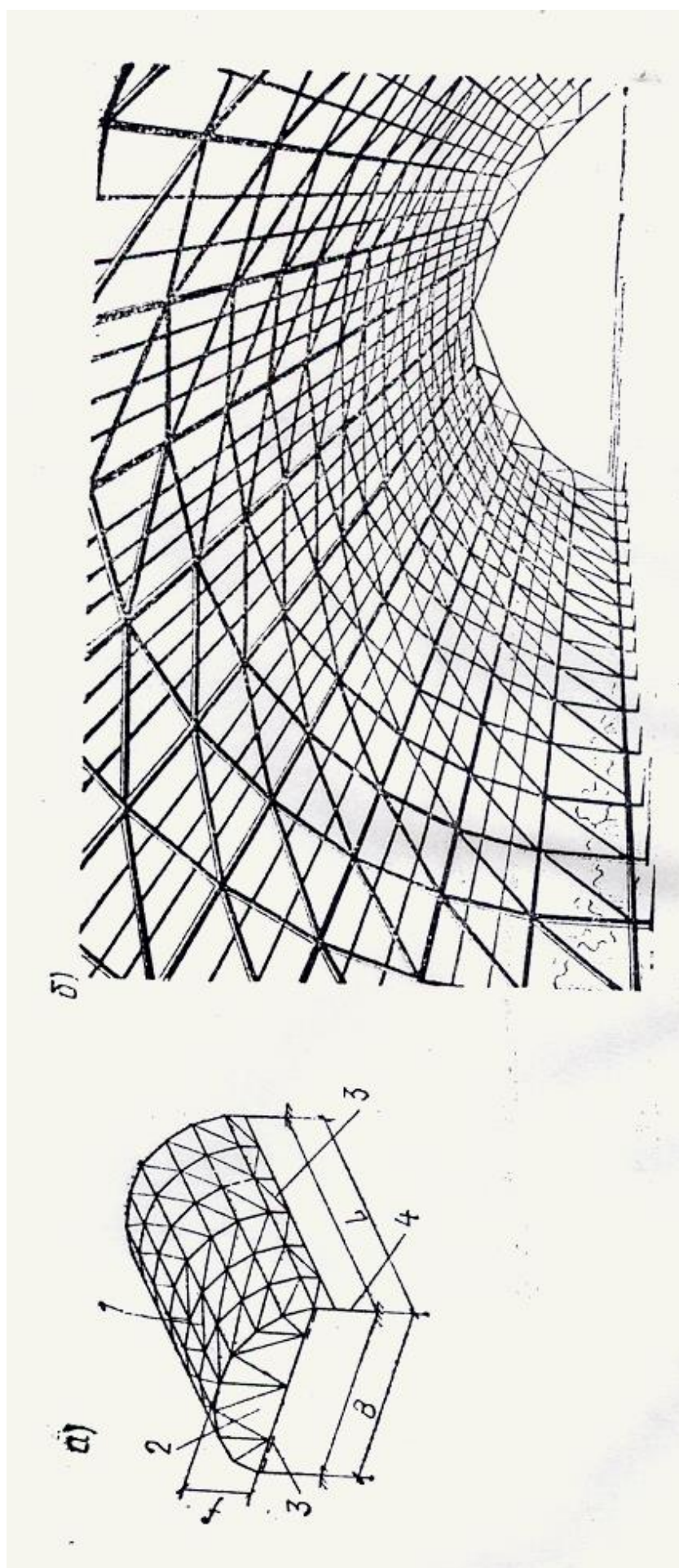
Икки тўрли қобикларни махсус дастурдан фойдаланиб компьютерда ҳисобланади.

Қобикларни аниқлиги етарли даражада ҳисоблаш учун стержен тўрли текислигини яхлит эквивалент текислигига алмаштиришимиз ва ўрта қатламини ҳам силжиш модулини аниқлаб, мос биқирлиги бўйича қатламга алмаштиришимиз керак бўлади.

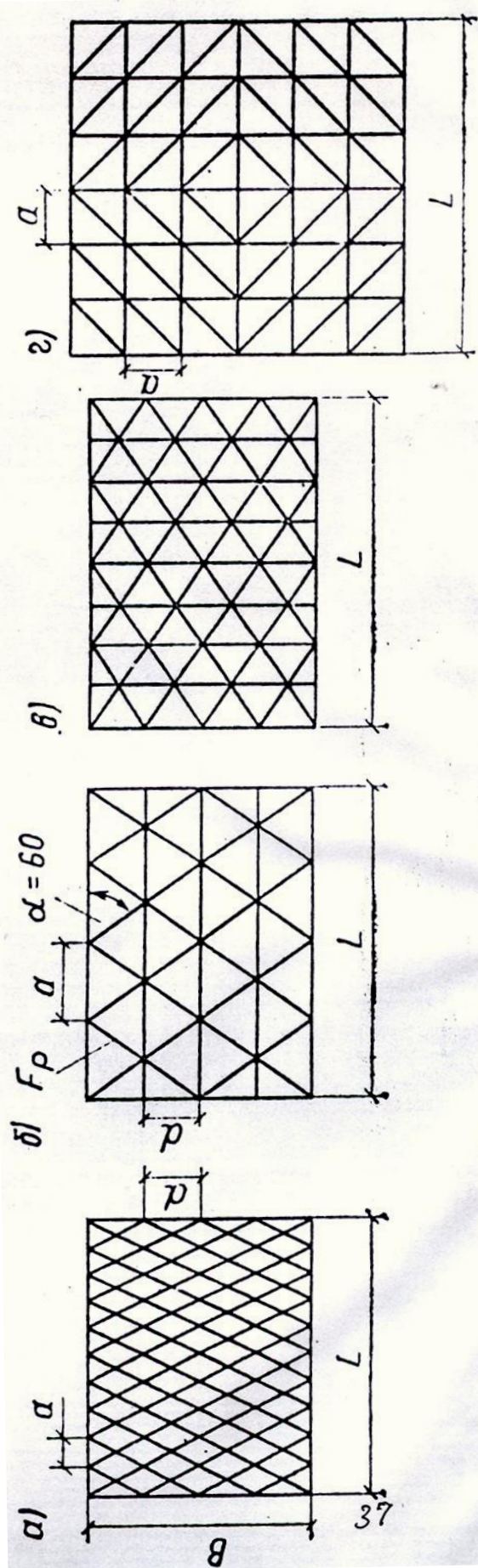
Қобикни яхлит бир қатламли деб фараз қилиб ҳисоблаймиз. Қалинлигини ва эластик модулини қуйидаги формулалар орқали топиб:

$$\begin{aligned} t_0 &= h\sqrt{3} \\ E_0 &= \frac{2Et_0}{h\sqrt{3}} \end{aligned} \quad (15.5)$$

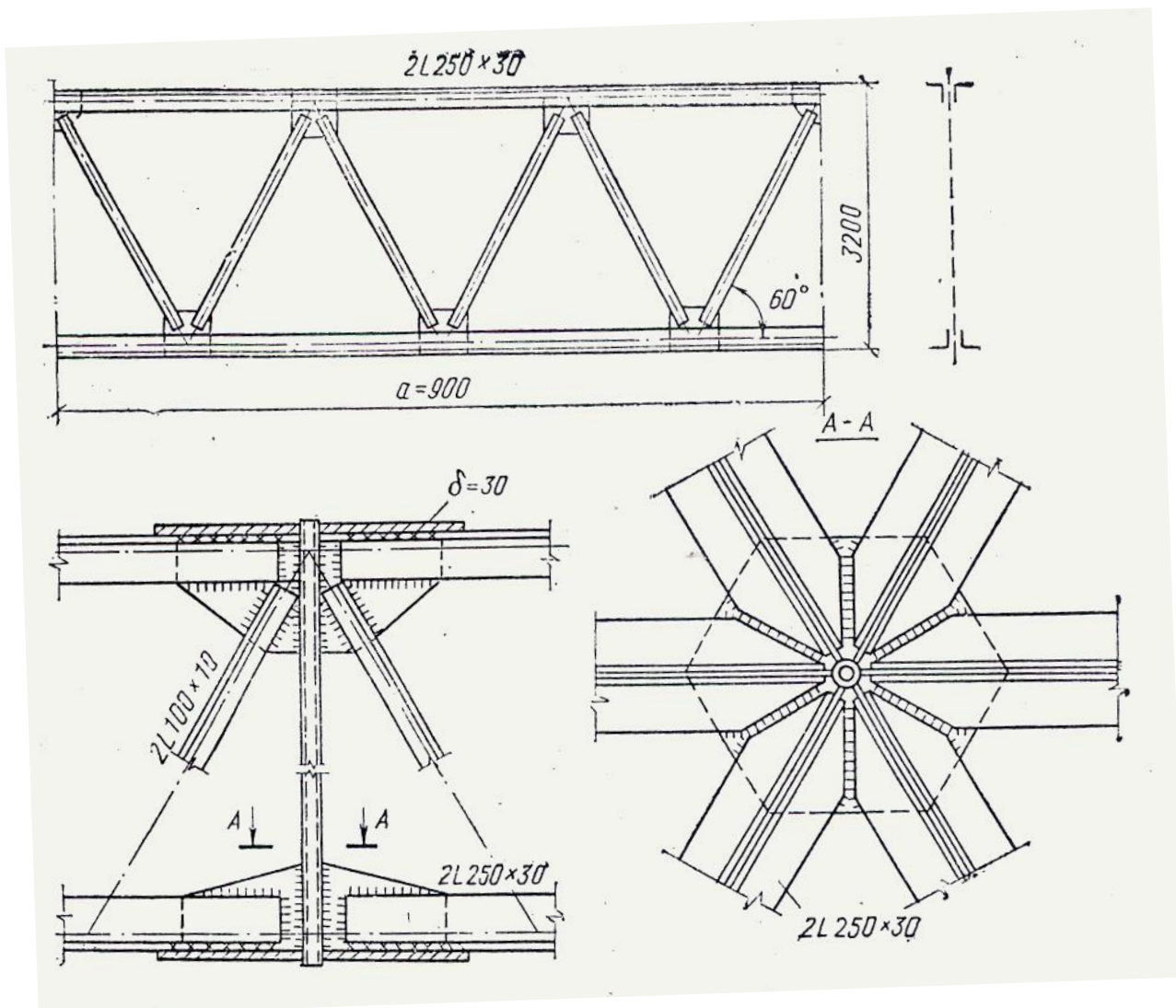
бу ерда t_0 -тўрсимон қобикни келтирилган қалинлиги.



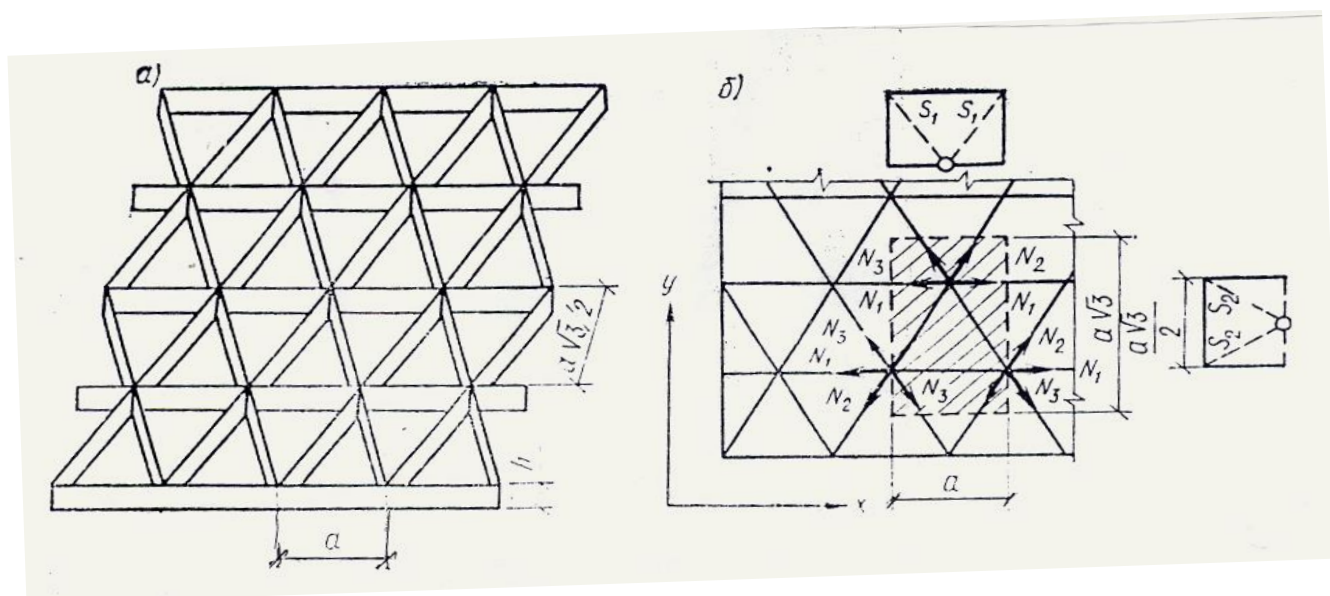
15.5-рaсм. Бир турли қобиқлар.
 1. цилиндрик қобик; 2. ён томондаги диафрагма;
 3. боғловчи элемент; 4. устун;



15.6-расм. Қобикларни тўрлари



15.7–расм. Икки тўрлик қобикларда элементларни бир–бирига бириктирилиши.



15.8 – расм. Икки тўрлик қобикларни ҳисоблаш схемаси.

Учбурчак катакли тўрсимон текислик учун:

$$t_0 = \frac{2A}{a\sqrt{3}} \quad (15.6)$$

бу ерда: А-тўрсимон текислигидаги элементни кесим юзаси.

Икки тўрли қобиклардаги элементларда ҳосил бўлаётган кучларни қуйидаги формулалар орқали аниқланади

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{a}{4} \left(\sqrt{3} N_x \mp \frac{1}{\sqrt{3}} N_y \right) + \frac{a}{h} \left(\mp \frac{\sqrt{3}}{2} M_y \pm \frac{1}{2\sqrt{3}} M_x \right) \\ N_2 &= \frac{a}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} N_y + 5 \right) + \frac{a}{h} \left(\mp \frac{1}{\sqrt{3}} M_x \mp H \right) \\ N_3 &= \frac{a}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} N_y - 5 \right) + \frac{a}{h} \left(\mp \frac{1}{\sqrt{3}} M_x \pm H \right) \\ S_1 &= \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{al_p}{h} Q_y \\ S_2 = S_3 &= \frac{3}{4} \cdot \frac{al_p}{h} Q_x \end{aligned} \quad (15.7)$$

бу ерда: N_1, N_2, N_3 - тўр элементларида ҳосил бўлаётган кучлар.

S_1, S_2, S_3 – тепа ва пастки тўрларни боғлайдиган ва элементларда ҳосил бўладиган кучлар.

$N_x, N_y; S; M_x, M_y; Q_z, Q_y; H$ – бир қатламли қобиклардаги ҳисобли нормал ва қирқувчи кучлар, эгувчи моментлар.

16-БОБ. ЧЎЗИЛИШГА ИШЛАЙДИГАН КОНСТРУКЦИЯЛАР

16.1 Таянч оралиғи катта бўлган биноларни чўзилишга ишлайдиган конструкциялар билан ёпиш

Жамоат ва спорт саройларининг қурилишида айниқса том ёпмасини кўтарувчи элементлар сифатида тежамкор конструкциялардан бири чўзилишга ишлаётган вантлардан фойдаланилади. Бу конструкция бошқа конструкцияга қараганда енгиллиги, тежамкорлиги ва ўзига хос бўлган ташқи кўриниши билан ажралиб туради. Буларда асосий ташқи таъсир этаётган юкни кўтариб турадиган элементини эгилувчан вантлар ташкил қилади (канатлар, трослар бўлиши мумкин ва алоҳида қўйилган симлар тўпламидан ҳам иборат бўлиши мумкин). Канат, трослар катта мустаҳкамликка эга бўлган симлардан ўраб қилинади. Симларни мустаҳкамлиги 120 – 240 кг/мм², бошқа сўз билан айтганда 4 ÷ 6 марта оддий пўлатни мустаҳкамлигига қараганда кўпроқ.

Вантлар юқори мустаҳкамликка эга бўлган симлардан ҳам, ўралмаган ҳолда, бўлиши мумкин. Бундай тайёрланган конструкциялар мустаҳкамроқ ва ўралган симлардан қилинганга қараганда бикирлиги каттароқ бўлади. Чунки юқори мустаҳкамликка эга бўлган пўлатни эластик модули 1,9·10⁴кН/см² юқори мустаҳкам тросларда 1,5÷1,7·10⁴ кН/см² ёки

$1,5 \div 1,7 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$.тенг. Бу конструкцияни, нормал юклар таъсиридан, катта силжишга ва хаддан ташқари эгилишга олиб келади.

Кўтарувчи элементлари чўзилишга ишлаётган конструкцияларни асосий камчилиги шундан иборатки, вантларни маҳкамлаб қўядиган ва ҳосил бўладиган тортқич кучини қабул қиладиган таянч конструкциялар бўлиши шарт.

Тортқич кучини қабул қиладиган конструкцияни бинони периметри бўйлаб деворини тепа қисмига жойлаштирилади. Бу конструкцияларга вертикал таянч реакциялари ва горизонтал тортқич кучлари таъсир этади, шунинг учун биқирлиги катта бўлиши керак. Уни ўлчамлари ҳосил бўладиган горизонтал куч миқдорига таъсир этаётган юк ҳажмига ва вантни геометрик тавсифномасига боғлиқ. Гоҳида бу кучлар катта бўлиб кетиб қабул қиладиган конструкцияларни тайёрлаш учун кўп миқдорда ашё сарфлашга олиб келади. Шундай қилиб бинони ёпиш учун арзон самарали конструкцияларни аниқлаш, вариантлар лойиҳалаш орқали бажарилади. Вантли томни ҳисоблаётганда горизонтал босимни қабул қилиб оладиган конструкцияни ҳам эътиборга олишимиз керак. (арками, тўсинми, фермами, темир - бетонданми ёки пўлат конструкцияларданми).

Вантли системани иккинчи камчилиги уни эгилувчанлиги ва эластик силжишлиги билан боғлиқ. Бир меъёрга узунлиги бўйича таъсир этаётган юкка вант ўзига мос бўлган шаклга эга бўлади. Агар симметрик бўлмаган юк таъсир этса, вантнинг шакли ўзгаради. Бу ўзгаришлар том конструкциясини бузилишига олиб келади.

Шундай қилиб вант системали конструкцияларни лойиҳасини ишлаб чиқаётганда симметрик ва симметрик бўлмаган юклар таъсирини эътиборга олиб ҳисоблашимиз керак бўлади.

Бу системаларни биқирлигини ошириш ҳар хил муҳандислик йўллари билан амалга оширилади. Улардан биттаси олдиндан зўриқтириб қўйиш йўли.

Вант системали конструкциялар билан режада ҳар хил шаклга эга бўлган биноларни том конструкциясини яратиб ёпиб юбориш мумкин. (доира, овал, тўртбурчак, квадрат). Лекин буларни танлашда тортқич кучини қабул қиладиган конструкция қандай бўлишлигини ва уни ишлашлигини эътиборга олишимиз керак бўлади. Вант системали конструкциялар 2 гуруҳга бўлинади.

16.2. Биринчи гуруҳни бир белбоғли системалар ташкил қиладди

- 1) Тўртбурчакли бинони ёпишда параллел қўйилган вантлардан фойдаланилади.
- 2) Режада доирали биноларни ёпишда радиус бўйича қўйилган вантлардан фойдаланилади.
- 3) Режада доирали биноларни ёпишда бир – бирини кесишиб ўтган вантлардан фойдаланилади.
- 4) Чодирсимон бинони ўртасида баланд устун билан.

5) Чодирсимон бинони ўртасида асосий кўтарувчи вант билан.

6) Чодирсимон ўртасидаги кўтарувчи элементни бикирлиги катта бўлганлиги билан.

Бу конструкцияларни таъсир этаётган нормал юкдан эгилишлиги $f = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{20} \right) \cdot l$ бўлиши мумкин.

Бир белбоғли вантли системалар бир зум турғунликка эга бўлган конструкциялардир. Агар таъсир этаётган юклар вантни узунлиги бўйича бир меъёрга таъсир этса, унда эгилувчан вантни шакли ҳисоблаш схемасига мос келиб ҳисоб шунга қараб бажарилади. Агарда симметрик бўлмаган юк таъсир этса, унда вант шакли ўзгаради ва турғунлиги йўқолади ва том конструкцияси бузилади. Бундай ҳол бўлмаслиги учун вант олдиндан зўриктириб қўйилади шу билан системани турғунлиги оширилади Мисол қилиб, Красноярск шаҳрида бир белбоғли вант система билан тўғри тўртбурчакли гараж биносини том конструкцияси яратилишини келтирамиз эни $l=78\text{м}$ узунлиги 84м . устунлар қадами 12м га тенг. Тортқич кучини махсус пойдеворларга ўтказишган.

Режада доира бўлган бинолардан Монтевидео деган шаҳарда қурилган ёпиқ стадионни келтиришимиз мумкин: диаметри 93м ли. Вантлар радиус бўйича жойлашиб, ички ва ташқи таянч доираларга маҳкамланган. Ўртасидаги таянч доираси пўлатдан қилинган, у фақат чўзилишга ишлайди. Ташқи доираси темир-бетондан қилинган у сиқилишга ишлайди. Вантлар қурилиш вақтида олдиндан зўриктирилган. Қуйидаги йўл билан вантлар устига темир – бетон плиталар ётқизиблиб ва улар оғирлиги таъсири натижасида вантларда зўриқиш ҳосил бўлган, плиталарни ораси монолит бетон билан тўлдирилиб етарли даражада бикирликка эга бўлган том диски тайёрланган. Том диски зўриқиш кучларни қабул қила оладиган элементга айланган.

Бу ҳолда вантни ўзини бир зум бикирликка эга бўлган конструктив элемент деб ҳисобласак ҳам бўлади.

Агар бир белбоғли вантли системаларни енгил том конструкциялар билан ёпиб юборсак, унда шамол бўлган вақтида бинони ўртаси кўтарилиб кетиши мумкин, аэродинамик кучлар таъсиридан ва натижада том конструкцияси бузилади. Бундай салбий ҳодиса бўлмаслиги учун кўшимча вантлар билан кўтарувчи том конструкция вантларни бинони пастки қисмидаги элементларга тортиб қўйилади ёки ўрта қисмига доимий таъсир этаётган юк ўрнатилади.

Бир белбоғли вантларда ҳосил бўладиган горизонтал тортқич кучни қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$H = \frac{M}{f} \quad (16.1)$$

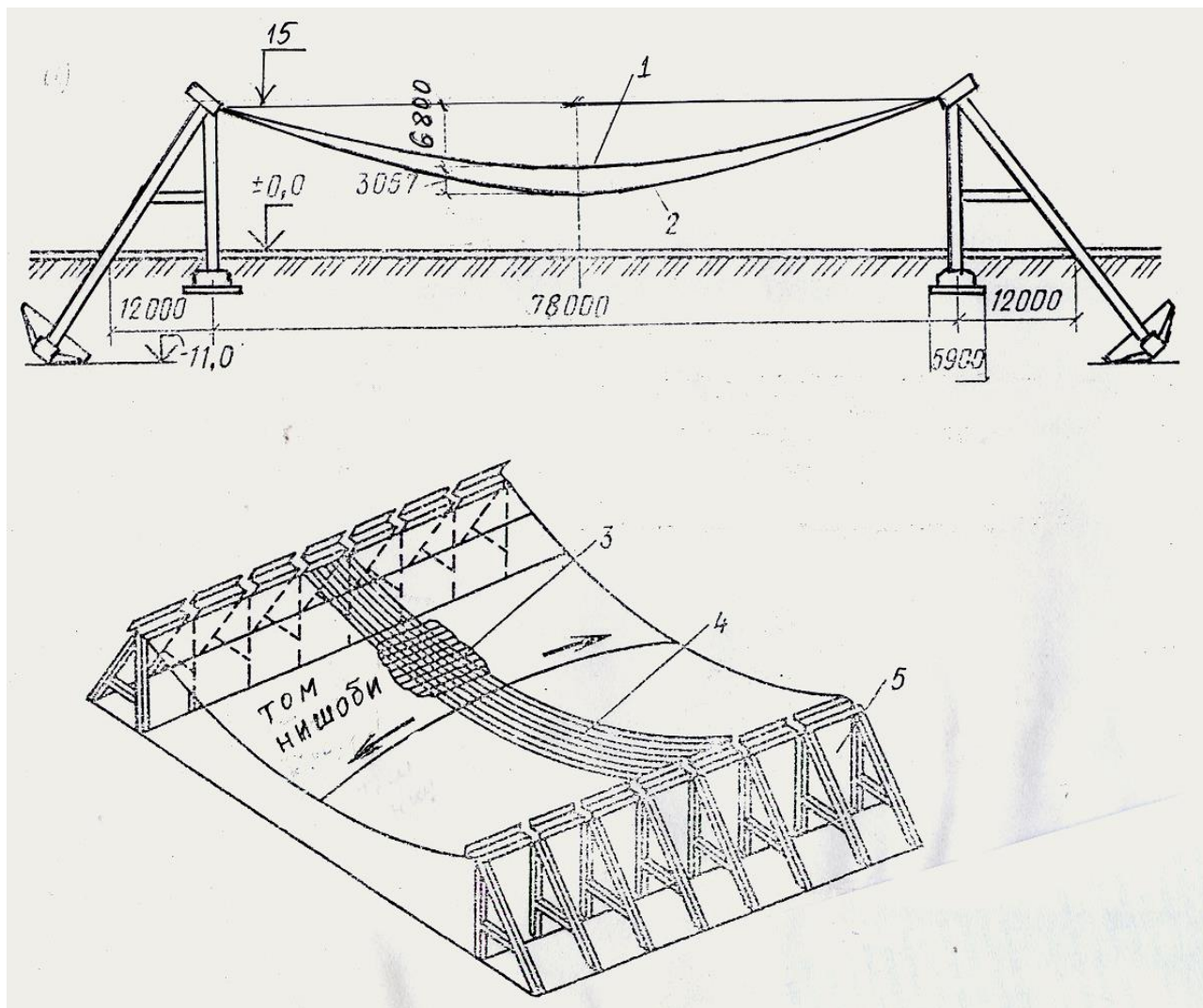
бу ерда M - максимал тўсинда ҳосил бўладиган эгувчи момент

$$M = \frac{ql^2}{8} \quad (16.2)$$

f – вантни эгилганлиги

Шундай қилиб тортқич ёки горизонтал куч:

$$H = \frac{ql^2}{8f} \quad (16.3)$$



16.1–расм. Тўртбурчакли бинони параллел қўйилган вантлардан фойдаланиб ёпиш.

1) ўртадаги вант, 2) чеккадаги вант, 3) темирбетон плита, 4) кўтарувчи вантлар $d = 40\text{мм}$ қадами 1500мм .

Вантда ҳосил бўладиган ҳисобли куч қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$T = \sqrt{H^2 + V^2} \quad (16.4)$$

бу ерда V -таянч реакцияси.

$$V = \frac{ql}{2} \quad (16.5)$$

Таянч оралиғи катта бўлган биноларни том ёпма конструкцияларни яратишда чодирсимон вантли системалардан ҳам фойдаланишади. Улар ўртасида устуни билан ёки чодирни ўрта қисмини кўтариб турувчи вант

системаси билан бўлиши мумкин. Уларни тайёрлашга энг кам миқдорда пўлат сарфланади, бошқа сўз билан айтганда том ёпма конструкция тежамли чиқади.

Бу конструкциялардан фойдаланиб, Киев шаҳрида автобуслар учун гараж биносини том ёпма конструкцияси яратилган. Бино тархида доира кўринишда бўлиб, диаметри $d=160\text{м}$ тенг. Ўрта қисмига 18м ли устун ўрнатилган. Вантлар радиус бўйича жойлаштирилиб таянч оралиғидаги масофаси 76м тенг, улар бир томони билан устунга маҳкамланган иккинчи томони билан ташқи девор устидаги таянч доирага бириктирилган. Кўтарувчи вантни диаметри $d=65\text{мм}$ га тенг.

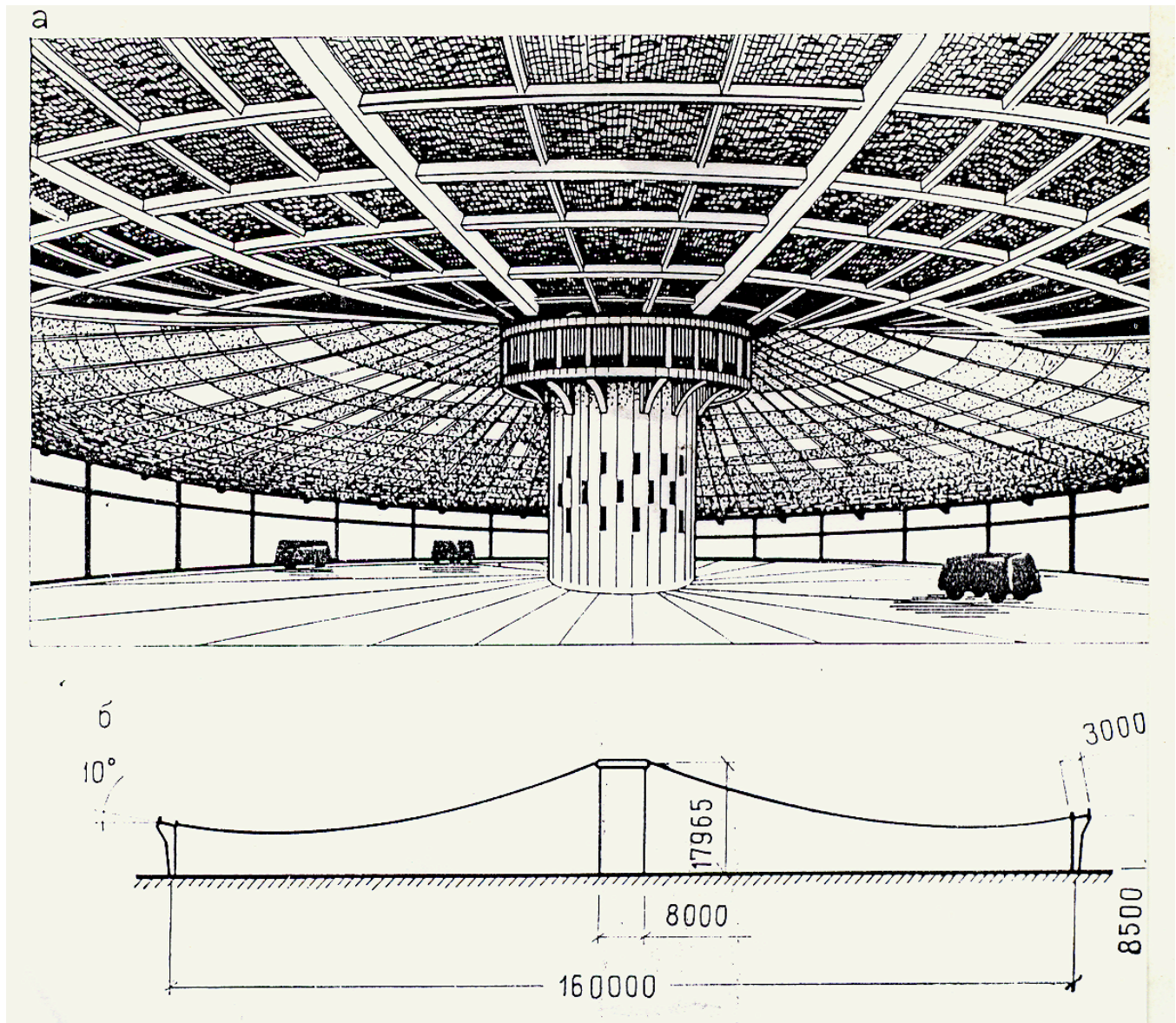
Чодирни ўрта қисмини кўтариб турувчи вант системасига мисол қилиб, Токио шаҳрида қурилган спорт мажмуи биноси том ёпма конструкциясини келтириш мумкин. «Йо Йоги» (1964 й). Спорт саройни ўлчамлари $126\times 114\text{м}$. Том ёпма конструкция тўшамасига қалинлиги $t=4,5\text{ мм}$ ли варақсимон пўлат ишлатилган. Асосий кўтарувчи вантни диаметри $d=52\text{ мм}$ га тенг, уни кўтариш қобилияти 1350 т га тенг.

Вант системали конструкциялардан нафақат таянч оралиғи катта бўлган биноларни том ёпма конструкцияларни яратишда фойдаланишган, балки кўприклар қурилишида ҳам фойдаланишган. Масалан 1930-1940 йилларда Норин дарёсини устидан таянч оралиғи 132м ли ва Зарафшан дарёсини устидан таянч оралиғи 145м ли вантли кўприклар қурилган. Амударёда газ қувурини кўтариб турадиган таянч оралиғи 660м тенг бўлган кўприк қурилган.

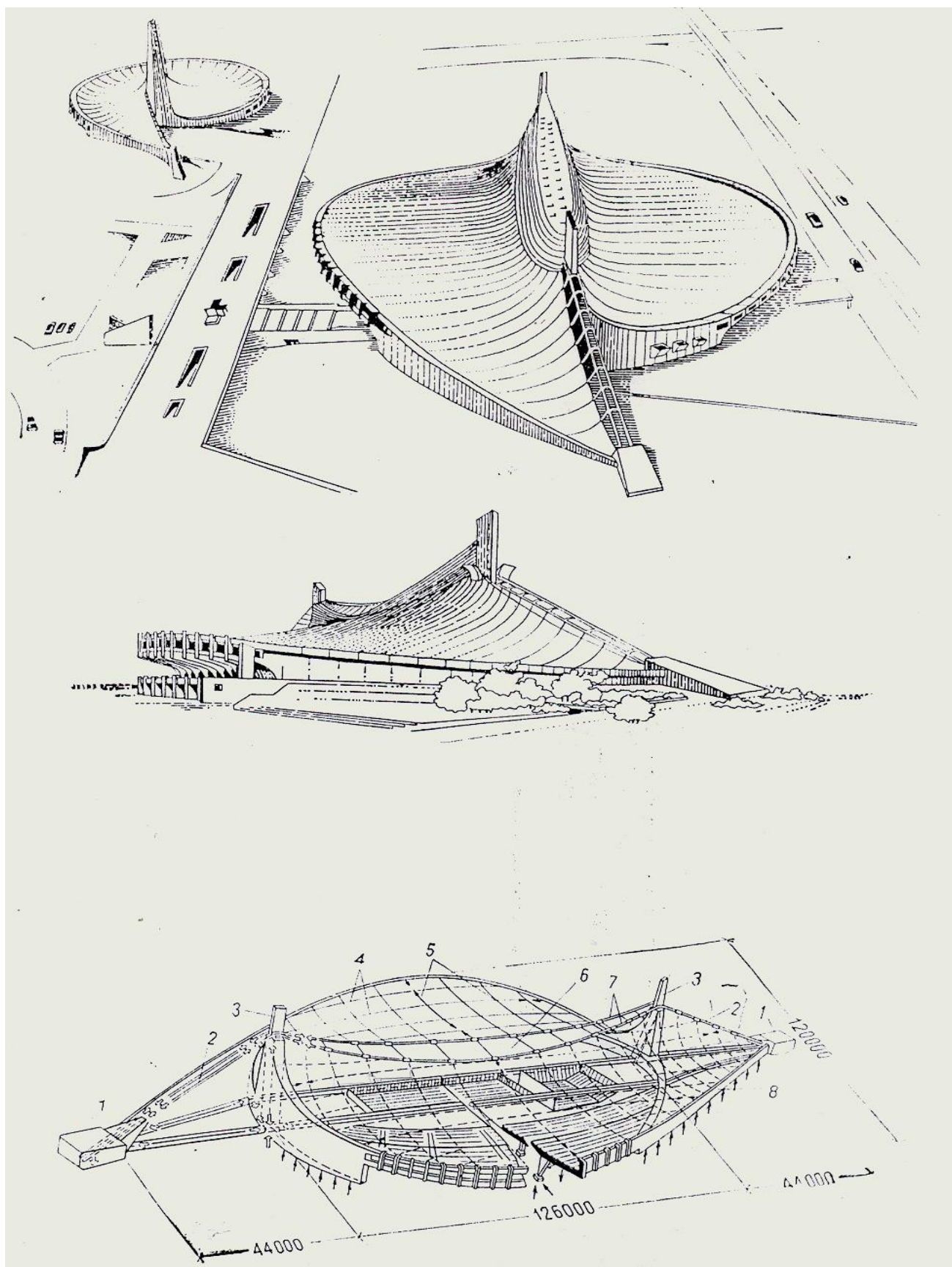
Дунё миқёсида қурилган энг катта таянч оралиғли кўприклар жадвалда келтирилган.

Давлат	Шаҳар. (қурилган жой)	Тўсқинлик	Таянч оралиғи, м	Қурилган йили	Кўприкни номи
Япония	о.Хонсю – о.Сикоку	Бўғоз	1990	1998	Akashi - Kaikyo (Акаси)
Дания	Хальсков спрочё	Бўғоз	1624	1997	Большой Бельдт
Сянган (Гонконг)	о.Лантау	Бўғоз	1413	1997	Цзин – Ма
Англия	ш.Гулль	Кўрфаз Хамбер	1410	1981	Хамбер
АҚШ	ш.Нью – Йорк	Д.Гудзон	1298	1965	Верразано- Нерроуз
АҚШ	ш.Сан – Франциско	Кўрфаз	1280	1937	Золотые ворота
Швеция	Веда – хорнё	Бўғоз	1210	1997	Хога Хустен
АҚШ	Мичиган	Бўғоз Макинак	1158	1957	Большой Мак
Япония	о.Хонсю – о.Сикоку	Бўғоз	1100	1988	1)Сето Охаси 2)Минами Бисан Сето
Турция	ш. Истамбул	Бўғоз	1090	1988	Фатах

		Босфор			Султан Мехмет
Турция	ш. Истамбул	Бўғоз Босфор	1074	1973	Босфорский



16.2 – расм. Чодирсимон бинони ўртасида баланд устуни билан.
Киев шаҳрида автобуслар учун гараж биноси.



16.3 – расм. Токио шаҳрида қурилган спорт комплекси биноси том ёпма конструкцияси.

16.3. Икки белбоғли вантли системалар

Икки белбоғли вантли системалар икки қаватли вантлардан иборатдир. Ундан бири ўртаси ерга эгилгани юк кўтарувчи вант иккинчиси ўртаси тепароқ кўтарилгани, олдиндан зўриктириб қўйиладигани, мувозанатни сақловчи вант деб айтилади.

Бу икки белбоғли вантли система таъсир этаётган юк пастга ҳамда юқорига йўлланган бўлса ҳам қабул қилиш имкониятига эга. Бу системада томни ёпишда енгил материаллардан тайёрланган алюминий пластмасса конструкциялардан ҳам фойдаланиш мумкин.

Икки белбоғли вантли системалар қуйидаги турларга бўлинади:

- 1) Марказда жойлашган биқирлиги катта бўлган доираси билан (велосипед ғилдирагига ўхшаш).
- 2) Сиқилишга ишлаётган устунлари билан.
- 3) Чўзилишга ишлаётган устунлари билан.
- 4) Пасайтирган қурилиш баландлиги билан.

Биринчилар қаторида бу вант система билан Брюссель шаҳрида 1958 йили режада доирали бўлган диаметри 104м тенг бўлган кўргазма биносини том ёпма конструкцияси яратилган. Бинони баландлиги 21м га тенг. Кўтарувчи вант диаметри 64мм, мувозанатни сақловчи вантники 32мм.га тенг. Вантлар ўртасида барабанга маҳкамланган, чеккада пўлатдан қилинган таянч доирага маҳкамланган.

Ўзига хос конструктив ечимга эга бўлган икки белбоғли, сиқилишга ишлайдиган устунчалари билан 1967 йилда Санкт Петербург шаҳрида қурилган спорт сарой “Юбилейный” том конструкциясини келтиришимиз мумкин, диаметри 93м га тенг, ўрта қисмидаги барабан баландлиги 5,5м га тенг.

16.4. Эгарсимон томлар

Эгарсимон томларни ёпишда вантлардан фойдаланилади. Эгарсимон томлар конструкцияларини яратилишида бир – бирига перпендикуляр жойлашган вантлардан фойдаланишади. Уларни бир томонга жойлашгани кўтарувчи иккинчи томонга жойлашгани мувозанатни сақлаб турувчи, ўрта қисми тепага эгилган вантлар бўлиши мумкин.

Бу эгарсимон томли конструкцияларни яратилишида кўтарувчи таянч конструкциясини шакли ҳар хил бўлиши мумкин доира, овал, арка.

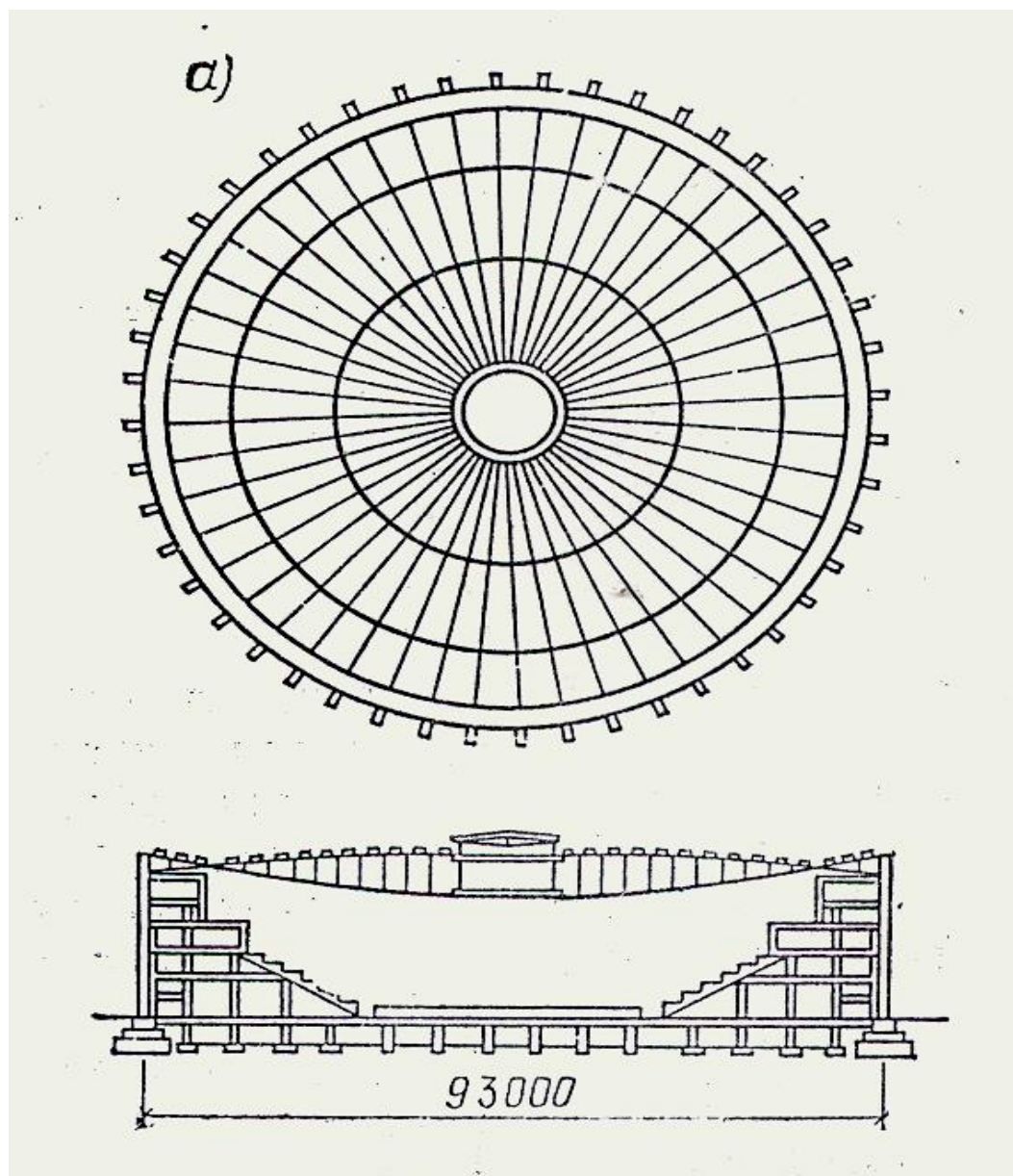
Мисол қилиб, темир бетондан қилинган эгилганроқ аркалардан фойдаланиб Америкадаги Рэлей – арена спорт саройини келтиришимиз мумкин. Бинони баландлиги 25м га тенг, режада доирага ўхшаш Ø97 м. Кўтарувчи элемент сифатида иккита темирбетон аркалардан фойдаланилган, вантларни зўриктириш учун улар ётқизиброқ ўрнатилган. Кўтарувчи вантни диаметри $d=32\text{мм}$ тенг, қадами 1,83м. Мувозанатни сақловчи вантни $d=19\text{мм}$ тенг, буни ҳам қадами 1,83м ни ташкил қилади.

Иккинчи мисолга тарҳида овал шаклига ўхшаш иккита темирбетон аркалардан фойдаланиб қурилган Харьков шаҳридаги киноконцерт заллари биносини келтиришимиз мумкин.

Аркаларни таянч оралиғидаги масофаси 48м га тенг бинони узунлиги 45м га тенг, баландлиги 14,4м га тенг. Кўтарувчи вант 10та юқори мустаҳкамликка эга бўлган $\varnothing 5\text{мм}$ ли симлардан иборатдир. Мувозанатни сақловчи вантларга $\varnothing 9\text{мм}$ трослар ишлатилган.

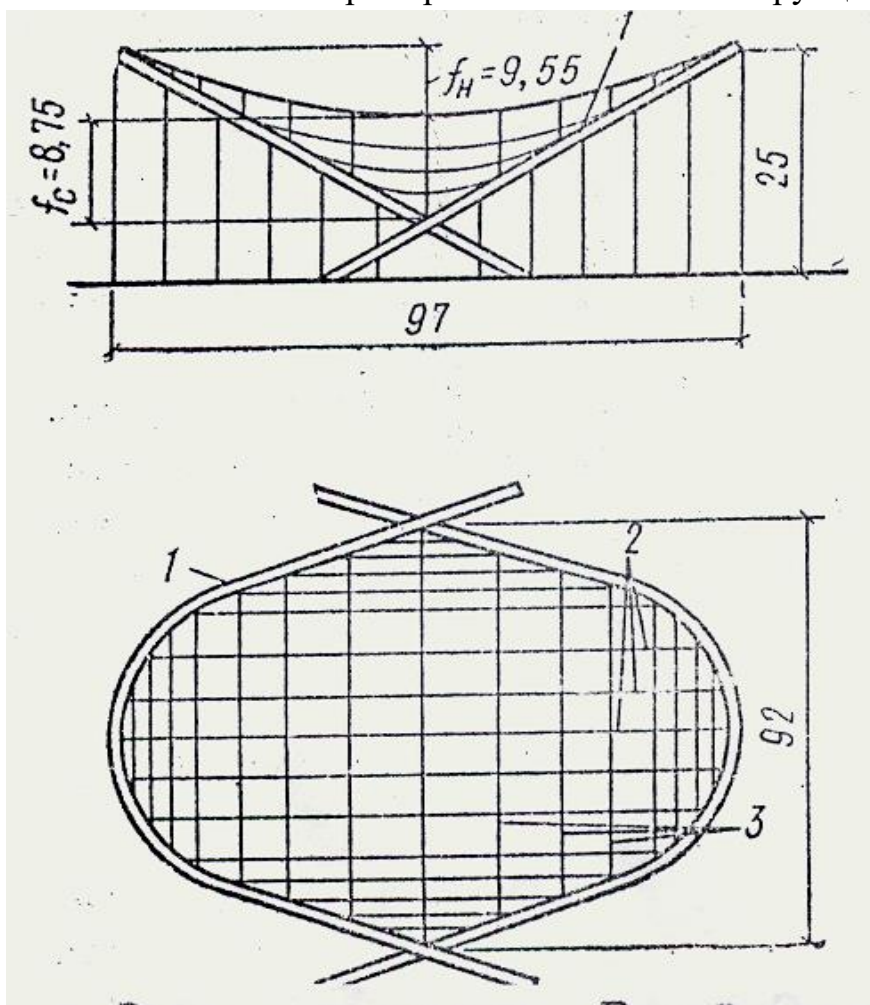
Том армоцемент плиталар билан ёпилган $1 \times 2\text{м}$, $t=30\text{мм}$.

Вантларни олдиндан зўриқтириш домкратлар орқали бажарилган.





16.4 – расм. Икки белбоғли вантли система Санкт – Петербургдаги «Юбилейный» спорт саройни том ёпма конструкцияси.



16.5 – расм. Эгарсимон томлар. Рэлей – арена.
1. темирбетон арка; 2. кўтарувчи вант; 3. мувозанатни сақловчи вант.

16.5. Вантли фермалар

Вантлар иншоотларни қуришда ишлатилади, улардан асосий кўтарувчи фермалар ҳам ясалади. Бу фермаларни унумли ишлаши учун улардаги сиқилишга ишлайдиган элементларни олдиндан зўриктириш керак бўлади. Бу фермалар билан таянч оралиғи катта бўлган биноларни, кўприкларни қурилишида фойдаланилади. Мисол қилиб, Стокгольмда қурилган стадионни келтириш мумкин, вантли ферма билан таянч оралиғи 82,8м ли бўлган бинони том конструкциясини яратилган. Бинони баландлиги 15,8м га тенг. Кўтарувчи вант диаметри $\varnothing 58\text{мм}$ тенг. Мувозанатни сақловчи вант диаметри $\varnothing 48\text{мм}$ тенг.

Икки белбоғли вантларни ҳисоблашда кўтариб турувчи вантда ҳосил бўладиган тортқич кучи қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$H_H = H_{HO} + [M_{(P_H)}^0] / f_H \quad (16.6)$$

ва қолган тортқич кучини мувозанатни сақловчи вант қабул қилади:

$$H_c = H_c^n - [M_{(P_c)}^0] / f_c \quad (16.7)$$

бу ерда:

$$H_{HO} = H_H^n + [M_{(q)}^0] / f_H \quad (16.8)$$

Кўтариб турувчи вантдаги бошланғич тортқич кучи

H_H^n - кўтариб турувчи вантдаги олдиндан зўриктирилган кучдан ҳосил бўлган тортқич кучи.

$M_{(q)}^0$ - том конструкциясини оғирлигидан ҳосил бўладиган тўсинли момент.

$M_{(P_H)}^0$ — вақтинча таъсир этаётган юкни (P_H) бир қисмидан (кўтарувчи вант қабул қиладиган) ҳосил бўладиган тўсинли момент.

$M_{(P_c)}^0$ — вақтинча таъсир этаётган юкни (P_c) қолган қисмидан (мувозанатни сақлаб турадиган вант қабул қиладиган) ҳосил бўладиган тўсинли момент.

$$P_H = P - P_c \quad (16.9)$$

$$P_c = \alpha_1 P / (1 + \alpha_1) \quad (16.10)$$

α_1 — юкни тақсимловчи пропорционал коэффиценти, унинг қиймати қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\alpha_1 = \frac{m_H^2 A_c f_c^2}{m_c^2 A_H f_H^2} \quad (16.11)$$

бу ерда:

$$m_H = \frac{L_H}{l} \quad (16.12)$$

$$m_c = \frac{L_c}{l} \quad (16.13)$$

L_H — кўтарувчи вантни узунлиги

L_c — мувозанатни сақлайдиган вантни узунлиги

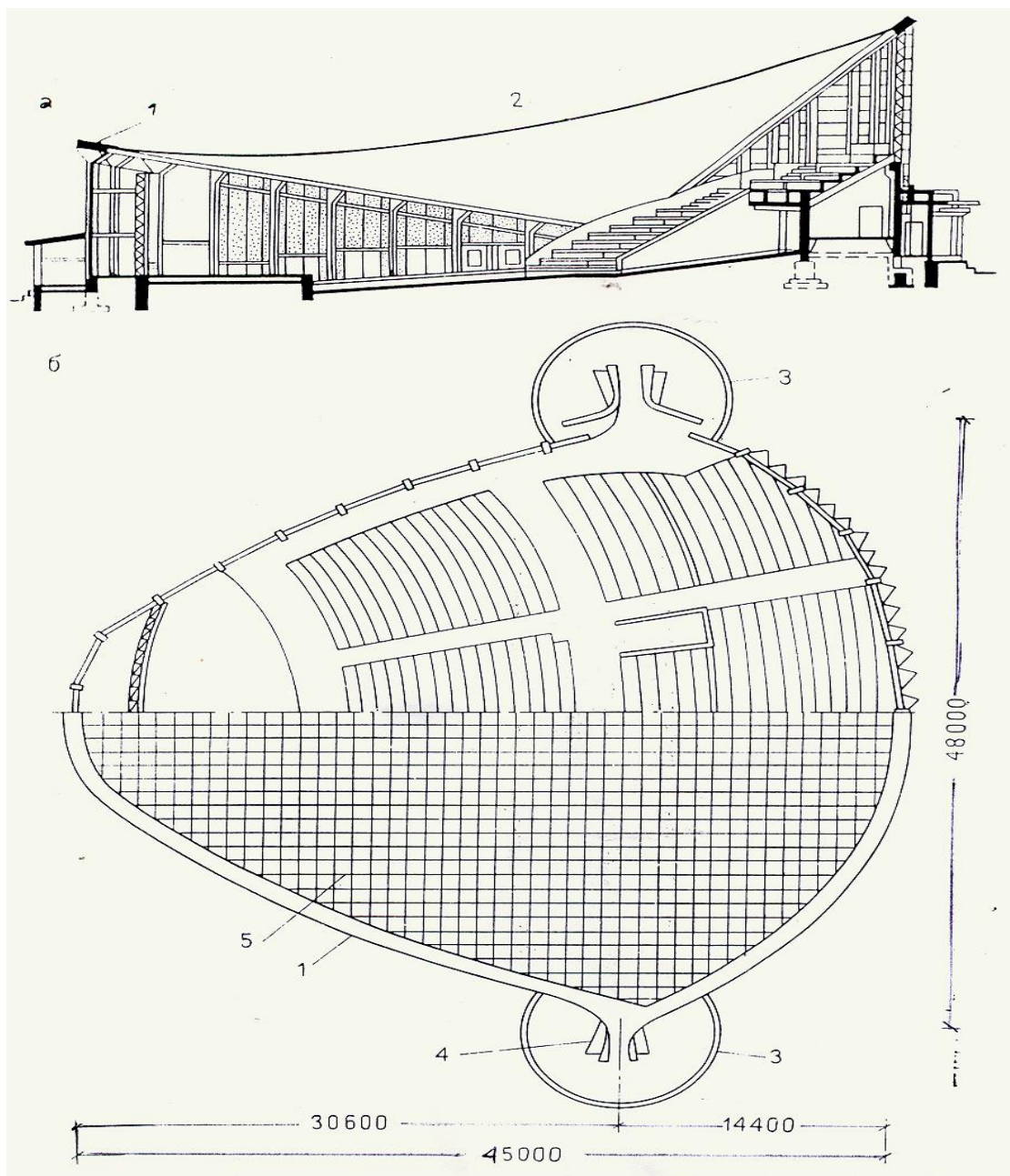
l — бинони таянч оралиғидаги масофаси.

$$H_c^n = H_H^n \left(\frac{f_H}{f_c} \right) - \text{олдиндан зўриктириб қўйган кучдан мувозанатни}$$

сақлаб турувчи вантда ҳосил бўладиган тортқич кучи.

16.6. Пўлат мембраналар

Таянч оралиғи катта бўлган биноларни том конструкцияларни яратилишида чўзилишга ишлайдиган вантлардан ташқари варақсимон пўлатлар ва алюминийлардан тайёрланган мембраналар ҳам бўлиши мумкин.



16.6 – расм. Харьков шаҳридаги киноконцерт зали.

- 1 – арка; 2 – том ёпма армоцемент плиталардан; 3 – сув бассейни;
4 – сув ўтказмайдиган мослама; 5 – вант тури IXI м.



Кўпинча бу мембраналар қалинлиги 5 – 6мм ли бўлган варақсимон пўлат прокатидан тайёрланади ва бир томонда темирбетондан қилинган таянч доирага бириктирилади иккинчи томондан бинони ўрта қисмида жойлашган пўлатдан тайёрланган, таянч доирага бириктирилади.

Бу конструкциялар таянч оралиғи 100м дан ортиқроқ бўлган биноларни том ёппа конструкцияларини яратилишида ишлатилади.

Мембраналар нафақат кўтарувчи ва балки ташқи муҳитдан ажратиб турувчи элемент ҳам бўлиб ишлатилади.

Мисол учун Санкт – Петербург шаҳрида қурилган спорт мажмуа биносини том ёппа конструкциясини келтириш мумкин.

Бино режада доира шаклига эга диаметри 160м га тенг.

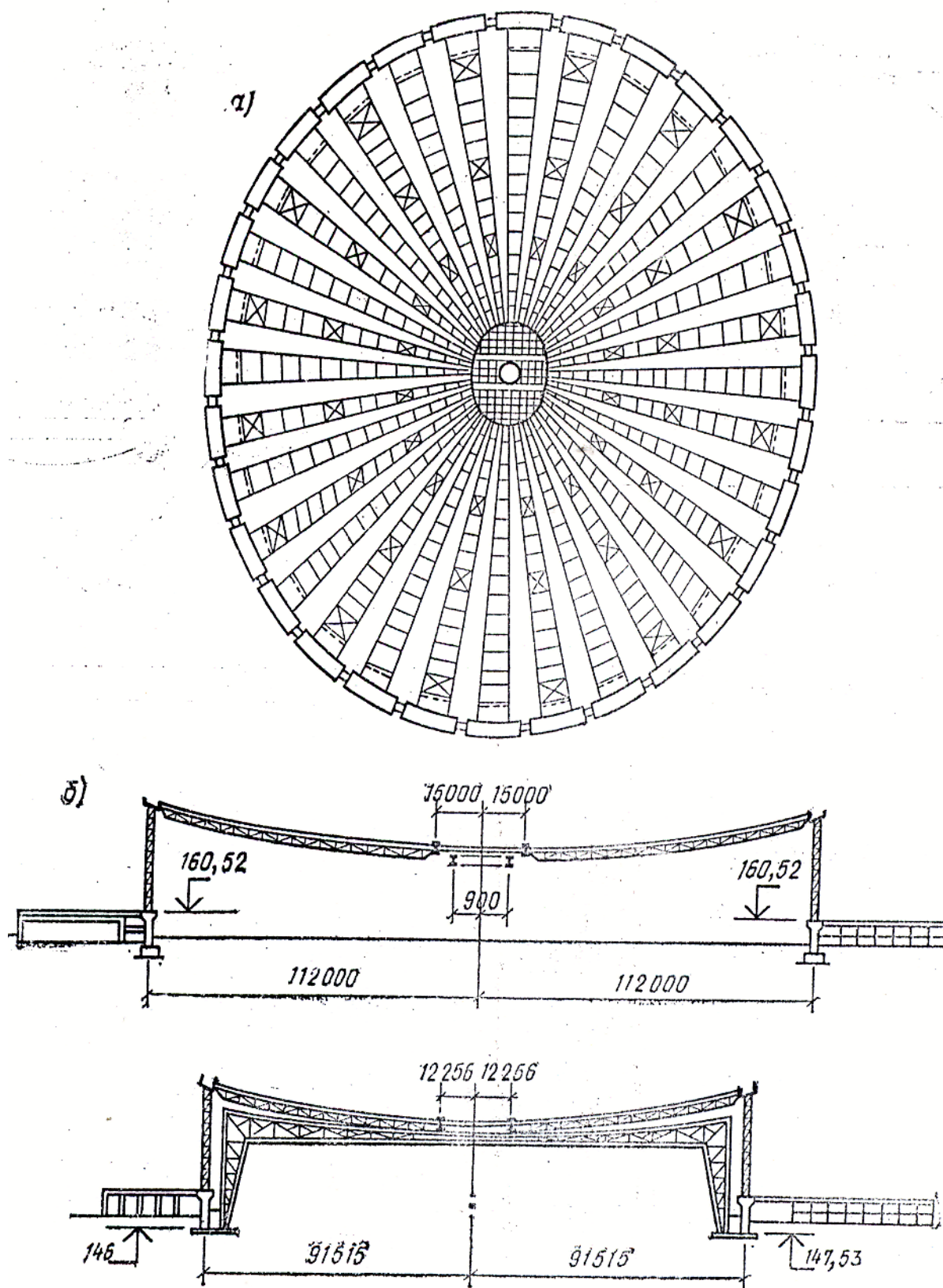
Ташқи таянч доираси темирбетондан қилинган 3х4м кесимли. Кўтарувчи элемент сифатида варақсимон пўлат прокати ишлатилган, қалинлиги $t=5\text{мм}$ дан 12ммгача. Мувозанатни сақлаб турадиган вант сифатида трос $\varnothing 38,5\text{мм}$.ли ишлатилган.

Иккинчи мисолга Москвада қурилган Олимпиада стадион биносининг том ёппа конструкциясини келтиришимиз мумкин.

Бино тархда овал шаклига эга катта диагонали 224м га тенг кичик диагонали 184м га тенг. Ташқи таянч доираси пўлат ва темирбетон конструкциялардан тайёрланган 2х5м. Кўтарувчи элемент сифатида уч томонли фермалар билан варақсимон пўлат прокати ишлатилган қалинлиги 5÷ 6ммга тенг. Кўтарувчи қобикни бир қисмини корхона шароитида, варақлардан тайёрлаб ўрама ҳолатига келтирилган ва қурилиш майдонига транспорт орқали олиб борилган. Монтаж ишлари ташқи доирага қисмларни бириктиришдан бошланган. Уч томонли фермалардан таянч иш майдонни яратиш учун фойдаланилган.



Замонавий том конструкцияси.



16.7 – расм. Мембрана – қобикли том ёпма конструкция.
Москва шаҳридаги ёпиқ стадион: а) тарх; б) қирқимлари.

17 - боб. БАЛАНД БИНОЛАРНИНГ СИНЧИ

Ҳозирги даврда жамоа ва турар биноларни куришда кўтариб турувчи элементларни синчини пўлат конструкциялардан фойдаланиб яратишади.

Агар тарихга мурожаат қилинса, унда пўлат синчидан фойдаланиб баланд биноларни курилишини 19 асрдаёқ бошлаб юборилган.

Биринчи 20 – қаватли пўлат конструкциялардан фойдаланиб ясалган синчли бино 1893 йилда Чикаго шаҳрида қурилган.

1904 йилда Нью – Йорк шаҳрида 30 – қаватли бино қурилган ва 1907 йилда 47 – қаватли Зингер компаниясига тегишли бино қурилган.

55 – қаватли бинони 1910 йилда бошлаб 1918 йилда қуриб бўлишган.

1931 йилда Нью – Йорк шаҳрида 102 қаватли умумий баландлиги 381м ли . “Эмпайр – Стайт Билдинг” баланд бино қурилган. 1974 йили Чикаго шаҳрида 108 қаватли баландлиги 442м тенг бўлган “Сирс – Тауэр” биноси қурилган.

1998 йили Куала – Лумпур шаҳрида Малайзия 88 қаватли баландлиги 452м тенг бўлган иккита Хасан – Хусан “Петронас – Тауэрс” биноси қурилган, ўз ташқи кўриниши билан ва бинолар бир – бирига боғланганлиги ва режасини конструктив шакли билан ажралиб туради.

Ҳозир энг баланд бўлиб 2003 йил Тайвань Тайбэй шаҳрида қурилган 508м ли 101 қаватли бино ҳисобланади бу бино конструктив ечими фаол зилзила бардошлиги билан ажралиб туради. Лекин Араб - Эмиратида Дубай шаҳрида баландлиги 800м дан ортиқ бино қурилмоқда.

МДХ давлатларда биринчилар қаторида қурилган баланд биноларга мисол қилиб Москвадаги Смоленск майдончаси ёнида қурилган баланд бинони ва 1947 йилда қурилган 28 қаватли МДУ биносини синчларини келтиришимиз мумкин. 1960 – 1970 йилларда Москва, Киев, Тошкент, Санкт – Петербург ва бошқа катта шаҳарларда баланд бинолар қурилган, синчлари пўлат конструкциялардан тайёрланган.

2005 йили Москва шаҳрида 54 қаватли баландлиги 264м тенг бўлган “Триумф-Палас” биноси қурилган.

Баланд биноларнинг синчига қўйилган асосий талаблардан бири ташқи ва ички таъсир этаётган юкларни ҳаммасини қабул қилиб олиб уларни пойдеворга ўтказиб юборишдир.

Синчни элементларига, айниқса устунларига, жуда катта куч таъсир этади. Шунинг учун бинонинг синчи етарли даражада мустаҳкамликка ва бикрликка эга бўлиши шарт.

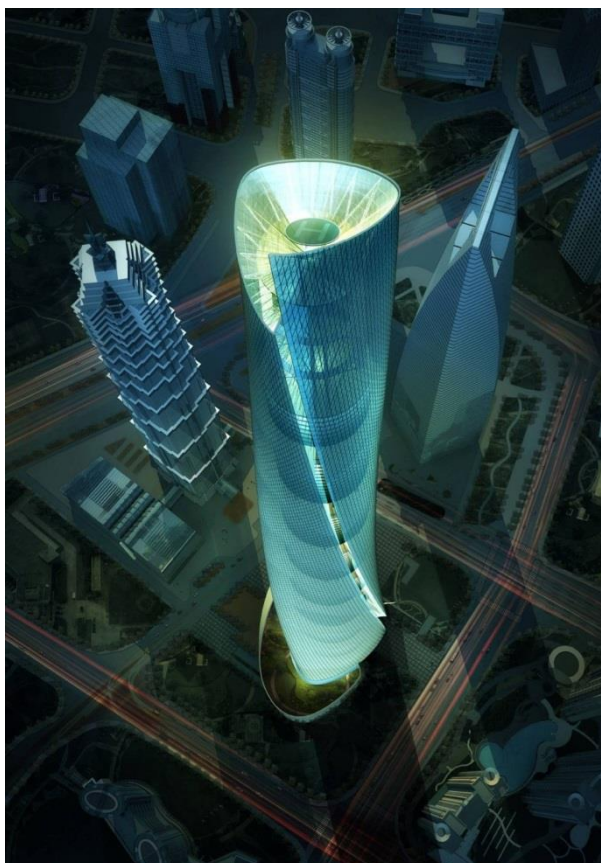
Баланд бинони синчи устунлар, тўсинлар ва боғловчи элементлардан иборатдир. Устунлар ва тўсинлар тик ва ётиқ юкларни қабул қилади, боғловчи элементлар синчини бикирлигини ва фазовий ишлашлигини таъминлайди.



17.1(a) – расм. Баланд бинони синчини яратилиши.



17.2 (б) – расм. Баланд бинони қурилиши.



17.2 (в) – расм. Баланд бинони якуний кўриниши.



17.3 – расм. Дубай шаҳрида
қурилган баланд бино.

Пўлатли синч ҳар – хил системали бўлиши мумкин.

- 1) Рамали;
 - 2) Боғловчи элементлар билан;
 - 3) Рамали ва боғловчи элементлар билан;
 - 4) Синчли бинони ўрта қисмига жойлашган бикирлиги катта бўлган ядроси билан;
 - 5) Қутили ва қувурга ўхшаш;
- Синч системаси ташқи боғловчи фермалар билан

17.1 Рамали система

Рамали система устун ва тўсинлардан иборатдир. Устун ва тўсин бир – бирига тугунда мустаҳкам бириктирилади. Натижада тик ва ётиқ таъсир этаётган юкларни кўтарувчи кўп қаватли рамалар ҳосил бўлади.

Рамали синчли системада ётиқ таъсир этаётган юкларни қабул қилишли енгил бўлиши учун бинони айрим баландликларида 5–6 қаватдан кейин горизонтал бикирли дисклар ўрнатилади. Қаватлараро қўйиладиган йиғма темир бетон плиталарни ўрнига монолит темир бетон плиталар ўрнатилади, у бикир диск бўлиб хизмат қилади.

Рамали системада боғловчи элементлар қўйилмайди, ойна, эшикларни жойлаштиришда қулайликлар мавжуд.

Бинони архитектура – режа ечимлари осонлаштирилади.

Рамали системани камчилигига тугунларни яратилишида қийинчиликлар борлиги киради, чунки тугун жуда мустаҳкам, бикирлиги катта бўлиши шарт.

Бундай системани яратиш учун пўлат кўп сарфланади. Қанчалик бино баланд бўлса, шунчалик тугун мураккаблашиб бораверади. Шунинг учун рамали системани ўрта баландликка эга бўлган биноларни қурилишида қўлланса, фойдалироқ бўлади.

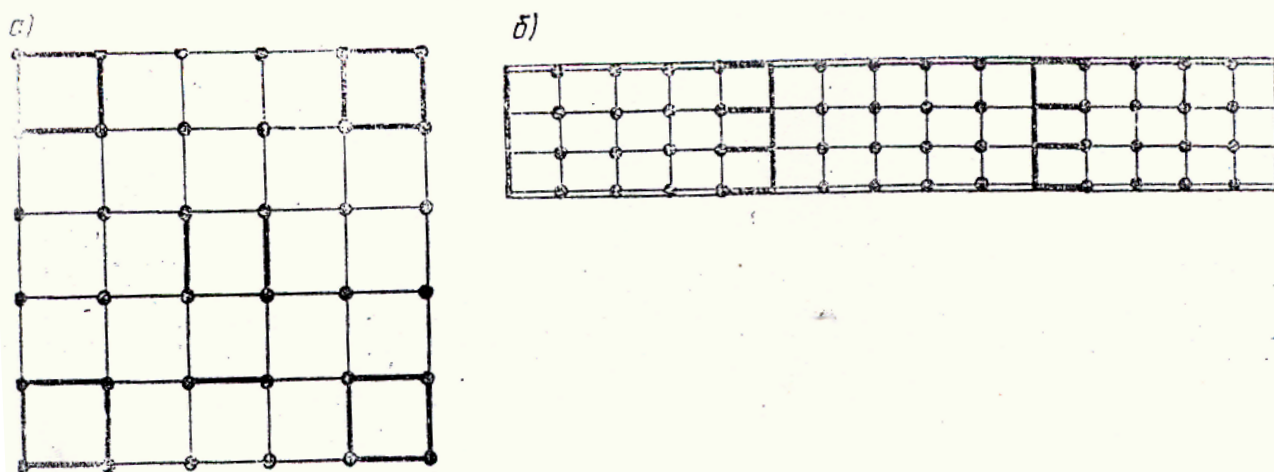
17.2. Боғловчи элементлар билан яратилган бинонинг синчи

Бу системада устунлар аро вертикал боғловчи элементлар қўйилади. Улар тўсинлар ва устунлар билан бирга вертикал бикирлиги катта, горизонтал юкни қабул қила оладиган фермани ташкил этади.

Боғловчи элементлар устун ва тўсинлар билан шарнир орқали бириктирилиши мумкин. бу системани яратишга рамали системага қараганда 20 – 30 % кам миқдорда пўлат сарфланади.

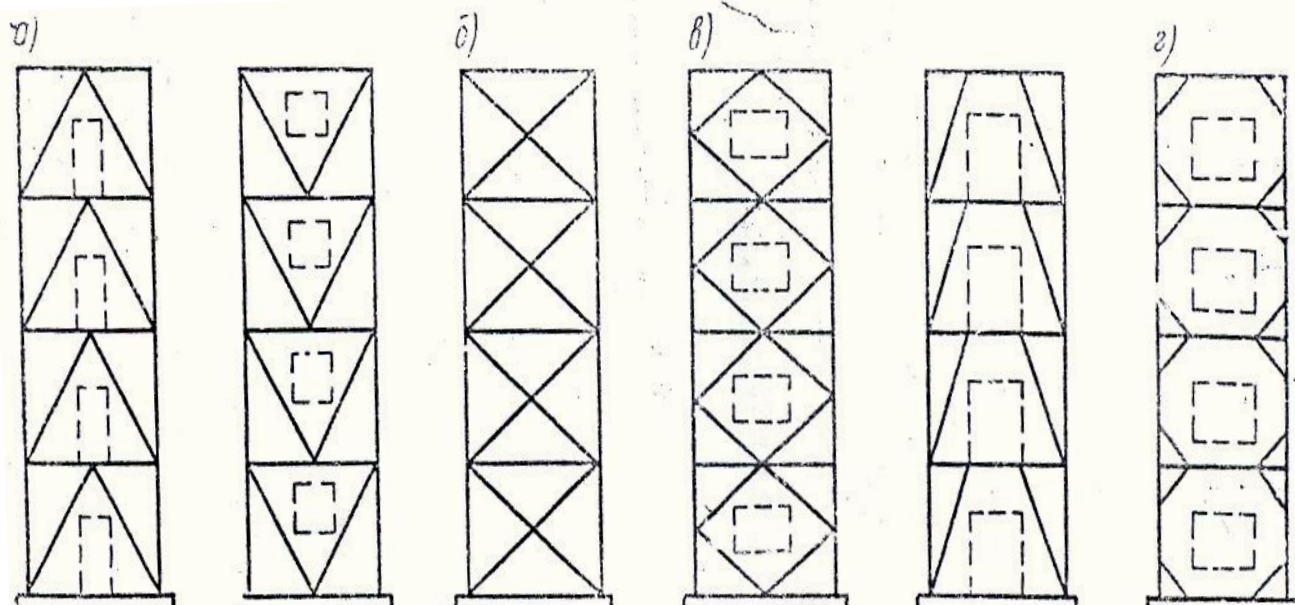
Архитектура режавий ечимда қийинчиликлар бўлиши мумкин. шунинг учун вертикал боғловчи элементларни бинонинг ҳар хил қисмига жойлаштирилади. Боғловчи элементларни тури ҳар хил бўлиши мумкин.

- 1) Хоч ҳолатида;
- 2) Ромб ҳолатида;
- 3) Ярим ромб ҳолатида;



4) Ярим тиргович ҳолатида.

17.5 – расм. Боғловчи элементларни планда жойлаштирилиши.



17.6 – расм. Боғловчи элементлар турлари:

а) тиргович ҳолатида; б) хоч ҳолатида; в) ромб ҳолатида;
г) ярим ромб ҳолатида.

17.3. Рамали ва боғловчи элементлар билан бўлган система

Баланд биноларни синчи бир текисликда рамали ва боғловчи элементлар билан бўлса, иккинчи перпендикуляр бўлган текисликда фақат

рамали системадан иборатдир. Шундай қилиб масалани ҳал қилишга қисман архитектура – режавий ечими мажбур қилади.

Дераза ва эшикларни бемалол жойлаштириш учун гоҳида баланд биноларни синчини ечимиди бир текисликдаги кўтарувчи элементларга фақат рамалардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Иккинчи текисликда рамали ва боғловчи элементлар билан бўлиши мумкин. Бу текислигида асосан яхлит деворлар жойлаштирилади, шунинг учун тўсин билан устунни боғловчи элементлари жойлаштирилса унчалик ҳалақит қилмайди.

Бинони устуворлигини таъминлаш ва умумий бикирлигини ошириш учун вертикал ва горизонтал бикирлик дисклар ўрнатилади. Горизонтал дискларни яратиш учун қаватлараро темир бетон йиғма плиталар ўрнига монолит темир бетон қилинади. Вертикал бикирлик дискларни яратиш учун айрим текислигидаги деворларини монолит темирбетондан тайёрланади ёки устунлар, тўсинлараро қўшимча боғловчи элементлар ўрнатишиб, бикирлиги катта бўлган элемент диск яратишади.

Шундай қилинганда бинони синчи етарли даражада бикирликка эга, мустаҳкам, таъсир этадиган шамол юкини қабул қила оладиган ва зилзилабардошлиги юқори даражада бўлади.

17.4. Бино синчининг ўрта қисмида ядроси бўлган система

Баланд биноларни қурилишида горизонтал ва вертикал юкларни қабул қилувчи, бинони ўрта қисмида жойлашган, бикирлиги катта бўлган, ядро элементи бўлиши мумкин. Ядро элементини монолит темир бетондан ёки пўлат конструкциялардан тайёрланади. Кўпинча бу элементни ичига лифтларни ва зинапояларни жойлаштирилади.

Конструктив ечимлари бўйича бу система 4 хил бўлиши мумкин:

- 1) Ташқи бикирлиги катта бўлган устунлари билан. Бунда ядро элементи ҳамма горизонтал ва қисман вертикал юкларни қабул қилиб пойдеворга узатади. Устунлар вертикал юкларни қабул қилиб пойдеворга узатади.
- 2) Ядрога бириктирилган консолли тўсинлари билан. Бу системада қаватлар аро қўйилган конструкцияларни ядрога бириктирилган консол тўсинларга маҳкамлашади. Ядро элементи ҳам вертикал ҳам горизонтал юкларни қабул қилиб пойдеворга узатади.
- 3) Ядро элементни тепа қисмида жойлашган тўсини билан. Бу системада этажларда қўйилган конструкцияларни, ядрони тепа қисмида жойлашган консолли тўсинга канат ёки тяга орқали осиб қўйишади. Ҳамма таъсир этаётган юкларни ядро элементи қабул қилиб пойдеворга узатади.
- 4) Ядро элементни тепа қисмида жойлашган тўсини ва олдиндан зўриктирилган канатлари билан. Бу системада этажлар аро қўйиладиган конструкцияларни олдиндан зўриктирилган арқонларга осиб қўйилади. Канатни бир учи ядрони тепа қисмига жойлашган тўсинга иккинчисини пойдеворга бириктирилади. Натижада бинонинг зилзилабардошлиги ва

шамол юкига қаршилиги ошади. Арқондаги зўриктириш кучлари ҳисоблаб топилади.

17.5. Қутили системалар

Кейинги вақтларда баланд биноларни (100 қаватдан ортиқроқ бўлган) конструктив шаклини ечимида ўзгаришлар юз беряпти. Бинони янги конструктив шакли ошиб кетаётган баландлиги сабабли (400÷450м) горизонтал ва вертикал юкларни қабул қилиб олиб пойдеворга ўтказиб юбориш қобилиятига эга бўлишлиги муаммолар туғдирмоқда. 70 – чи йилларда Америкада баланд биноларни синчини ечимида бу муаммо қуйидагича ҳал этилган. Таъсир этаётган горизонтал ва вертикал юкларни бинонинг ўрта қисмига жойлашган ядросига эмас, балки ташқи деворларга юклашган. Шундай қилиб, бинони каркаси бикирлиги катта бўлган қувур – қутига ўхшаб ишлайди ва таъсир этаётган ҳамма горизонтал ва вертикал юкларни қабул қилиш имкониятига эга бўлади.

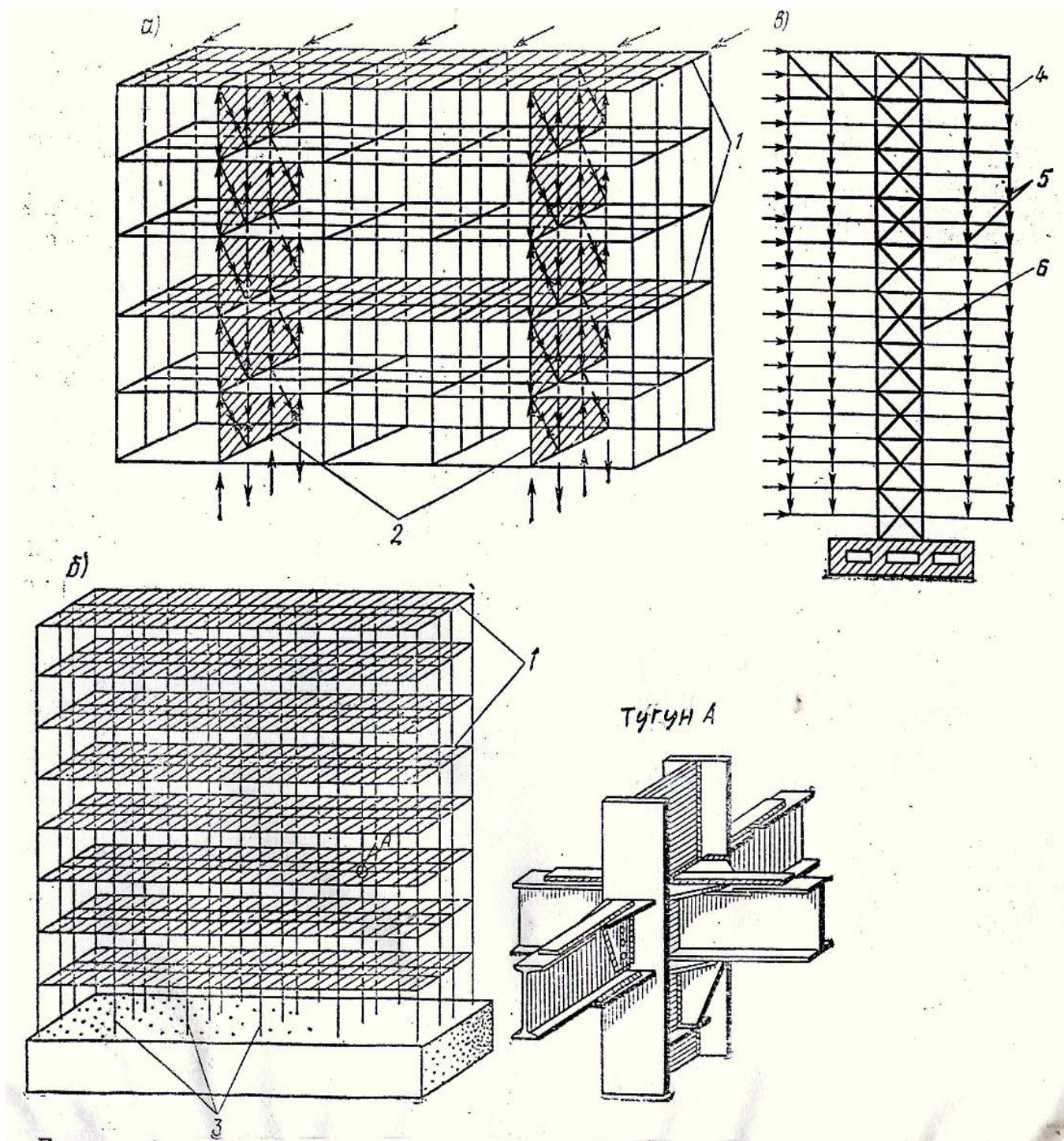
Бинони ўрта қисмига жойлашган ядросига лифтлар ва коммуникациялар жойлаштирилади ва унга фақат вертикал юклар таъсир этади деб ҳисобланади. Шунинг учун уни конструкцияси анча оддийроқ бўлади, яратишга кам миқдорда қурилиш ашёлари сарфланади.

Бинони ташқи деворлари (ташқи ядроси) вертикал ва ҳамма горизонтал юкларни қабул қилиб олиб, пойдеворга узатади.

Қутили системани қулайликларидан бири, қаватларда архитектура режавий ечимларини осонлаштирилганлиги, чунки ташқи ва ички ядроларни оралиғида устунлар йўқ. Қувур – қутини мустаҳкамлигини қаватлар аро қўйиладиган монолит темирбетон плиталар билан (горизонтал дисклар) оширилади.

Ўз – ўзидан маълумки ташқи девор конструкцияси вертикалдан ташқари горизонтал юкни қабул қилиш имкониятига эга бўлиш керак. Шунинг учун ташқи деворга қўйиладиган устунларнинг сони кўпайтирилади, қадами камайтирилади. Устунлараро қўйиладиган тўсинларнинг бикирлиги оширилади.

Шундай конструктив шаклга эга бўлган бинолардан “эгизак” 110 қаватли баландлиги 411м ли Нью – Йорк шаҳрида қурилган Халқаро савдо маркази биноси эди. Пўлат конструкцияларни оловбардошлик хусусияти камлиги учун, бу бинолар 11 сентябрда 2001 йили уюштирилган террор натижасида кулаб тушди. Биноларнинг мустаҳкамлиги ва бикирлиги етарли даражада бўлганлиги учун, келиб урилган самолётлардан сўнг бинонинг синчи сақланиб қолди, бузилиш ва ағдарилиш бўлмади. Бузилишига самолёт урилган қаватда ёнғин чиқиши сабаб, олов таъсирида пўлат конструкциялари ўз кўтариш қобилиятини йўқотади. Бир ёки икки қаватдаги асосий кўтарувчи элементлар ўз кўтариш қобилиятини йўқотгандан сўнг тепа қаватларни оғирлигидан бинонинг синчи бузилди.



17.7 – расм. Баланд биноларни синчини схемаси; а) боғловчи элементлар билан; б) рамали; в) ўрта қисмида ядроси билан.

1) горизонтал дисклар; 2) вертикал дисклар; 3) рамалар; 4) тўсин; 5) тортқич; 6) ядро.

17.6. Ташқи боғловчи фермалар билан синчли система

Бу системада бинони ички синчига фақат вертикал юклар таъсир этади деб ҳисобланади. Шунинг учун устунлар тўсинлар билан мустахкам ёки шарнир орқали бириктирилса ҳам бўлади. Ҳамма горизонтал юкларни ташқи девор текислиги бўйича ўрнатилган фермалар қабул қилиб олиб пойдеворга узатади. Уларни ташқи ядроси деб ҳисобласа ҳам бўлади.

Бинони ташқи кўриниши бузилади. Ойналарни ферма элементлари тўсиб қолишлиги мумкин. Бинонинг ўзи фермалар ичида бўлиб қамоқ ҳолатда бўлади.



17.8 – расм. Баланд бино ташқи боғловчи фермалар билан.

17.7. Асосий элементларни кесим юзаси

Кўп қаватли бинони синчида асосий элементлар бўлиб устунлар ва тўсинлар ҳисобланади. Тўсинлар асосан қаватдаги юкларни кўтариш учун хизмат қилади, шунинг учун уларни прокат кўш таврлардан танлашади ёки иккита швеллердан танлашади. Демак, тўсинларни танлаш қуйидагича амалга оширилади.

Биринчи навбатда таъсир этаётган юклардан тўсинда ҳосил бўладиган энг катта моментни қиймати топилади:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \quad (17.1)$$

ҳисобланаётган тўсин учун талаб қилган қаршилиқ моменти аниқланади:

$$W_{T.K.} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} \quad (17.2)$$

Кўштавр ёки швеллер сортаментида юза танлаб олинади:

$$W_{T.K.} \leq W_x \quad (17.3)$$

Танлаб олинган юзани мустаҳкамлиги текширилади:

$$\sigma = \frac{M}{W_x \gamma_c} \leq R_y \quad (17.4)$$

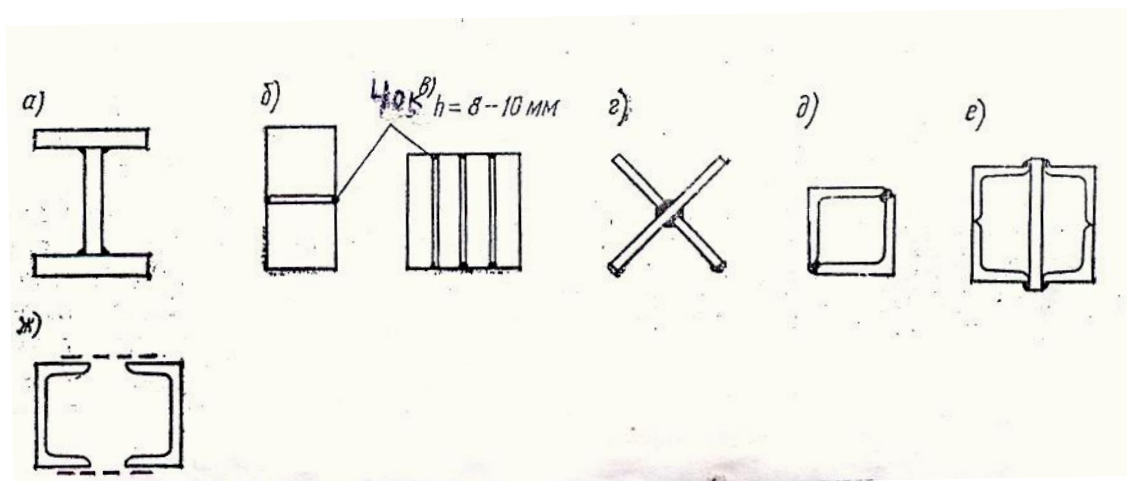
$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \quad (17.5)$$

Устунлар айниқса пастки қаватлардаги катта куч таъсирида ишлайди, шунинг учун уларни кесим юзаси мустаҳкамлик ва устуворлик талабларига жавоб бериши шарт.

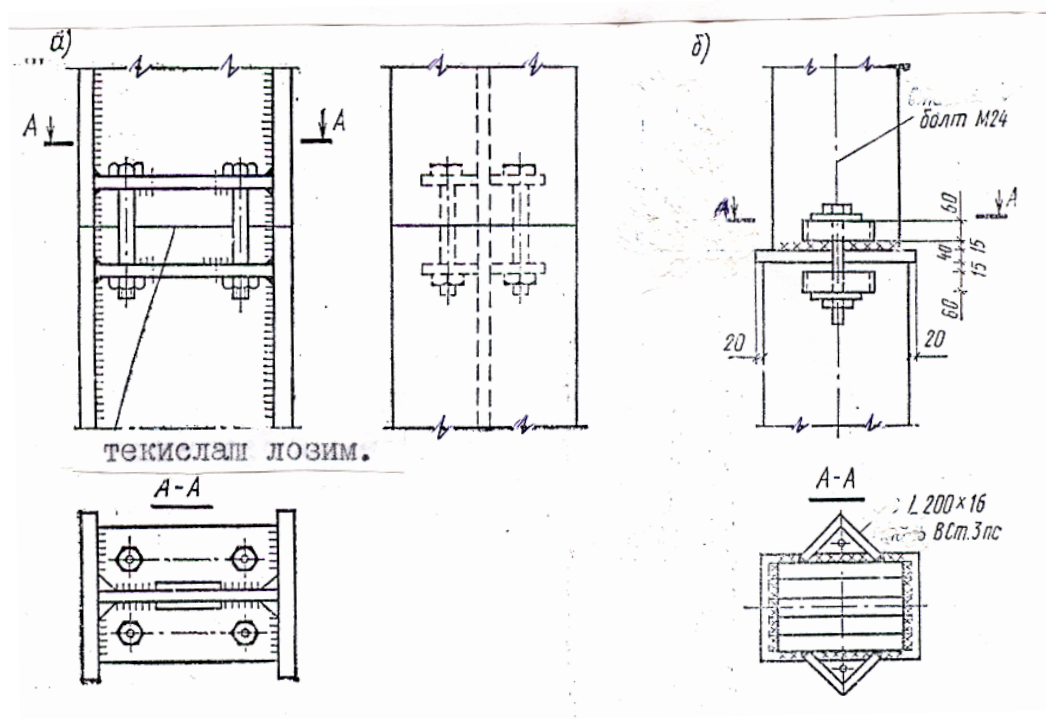
Устунни талаб қилган кесим юзаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

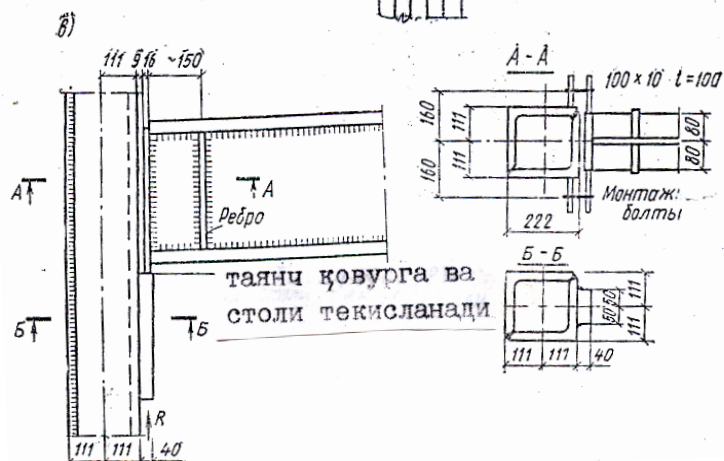
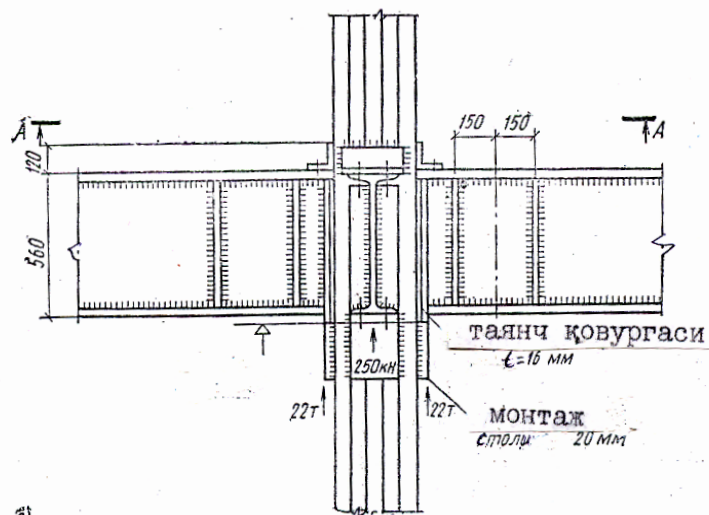
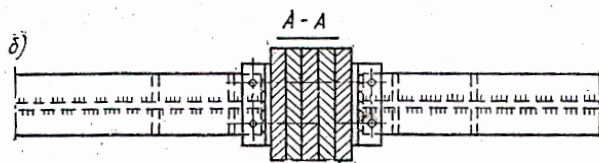
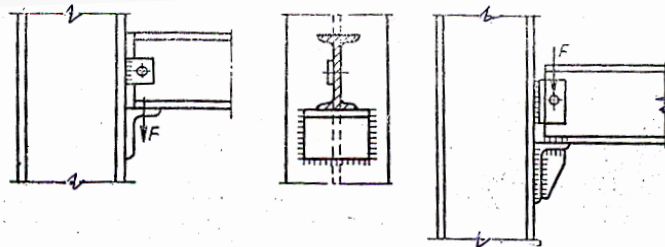
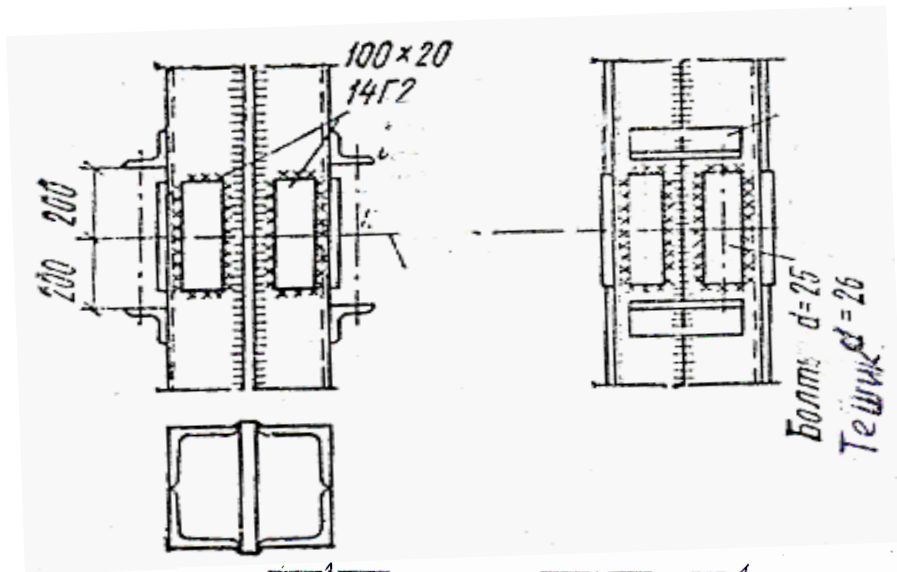
$$A_{T.K.} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} \quad (17.6)$$

бу ерда; φ - бўйлама эгувчи моментни эътиборга оладиган коэффициент.



17.9 – расм. Устунларни кесим юзалари.





17.10 – расм. Устунларни бир – бирига бириктирилиши.

17.11 – расм.Тўсинларни устунларга бириктирилиши.

Кесим юзани талаб қилинган инерция радиусини ва томонларини ўлчамларини аниқлашади:

$$i_{T.K.} = \frac{l_{ef}}{\lambda} \quad (17.7)$$

$$h_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_1} \quad (17.8)$$

$$b_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_2} \quad (17.9)$$

Кўпинча устунни кесим юзасини қўштаврга ўхшаш қилиб учта алоҳида элементлардан фойдаланиб тайёрланади. Баъзан иккита швеллердан ёки иккита швеллердан ва орасида варақсимон пўлат билан қилиб тайёрланади.

Кесим танлангач, устуннинг мустаҳкамлиги ва устуворлиги текширилади.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A \gamma_c} \leq R_s \quad (17.10)$$

Боғловчи элементларни кесим юзаси тенг ва тенгсиз томонли бурчакликлардан иборат бўлиши мумкин. Гоҳида швеллерлардан ҳам бўлиши мумкин. Улар бинони баландлиги бўйича вертикал бикирлиги катта бўлган диск элементни яратишда ишлатилади. Бундай диск элементлар бинони узунлиги бўйича 2 – 4 та гача бўлиши мумкин. Кўндаланг кесим бўйича камида 2та бўлади. Вертикал диск элементларни бинони яхлит девори текислигидаги устунлар, тўсинлар бир – бири билан боғловчи элементлар орқали бириктирилиб, тайёрланади. Агар деворда эшик ва дераза бўлса, унда учбурчак, ромб, ярим ромб шаклидаги боғловчи элементлардан фойдаланилади.

Бу вертикал дисклар бино синчига таъсир этаётган горизонтал юкларни қабул қилиб пойдеворга узатадилар.

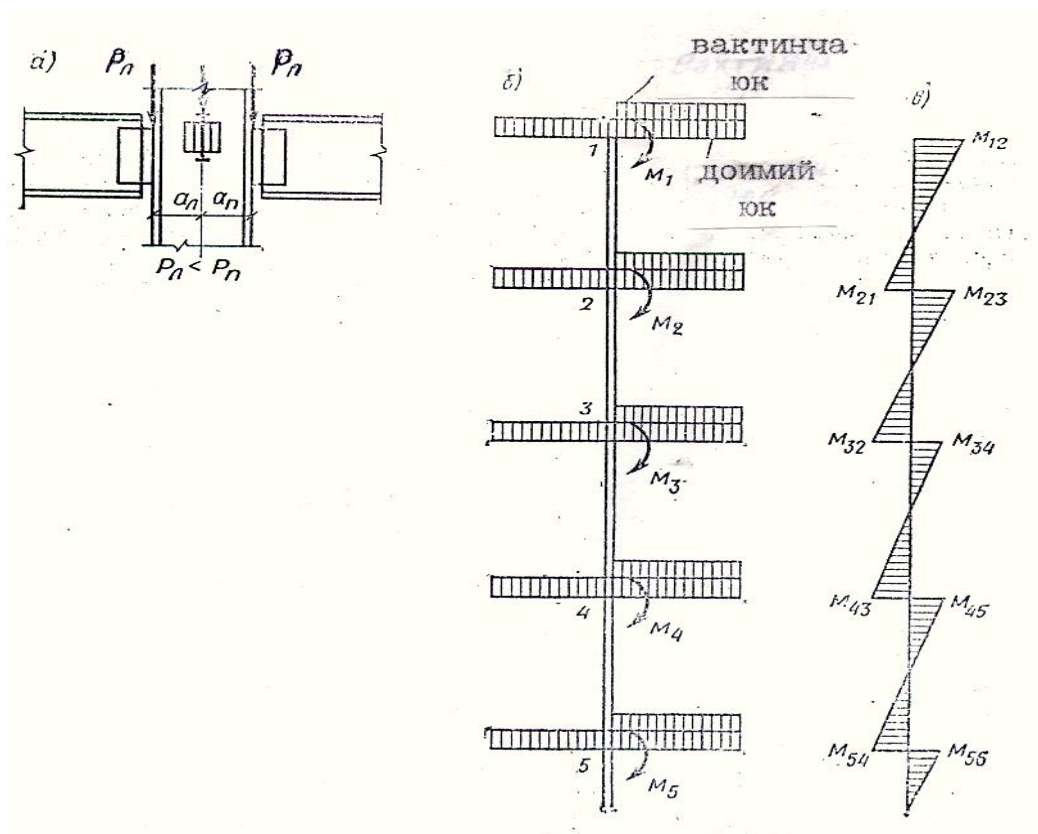
17.8. Баланд биноларнинг синчини ҳисоблаш

Кўп қаватли бинони синчи асосан кўтариш қобилятига ва бикирлиги таъминланиши бўйича ҳисобланади. Бикирлиги бўйича ҳисоблаш бинони тепа қисмини силжишлиги шамол юкидан чекланган ҳолати текширилади. У 1/500 баландлигидан кам бўлиши шарт.

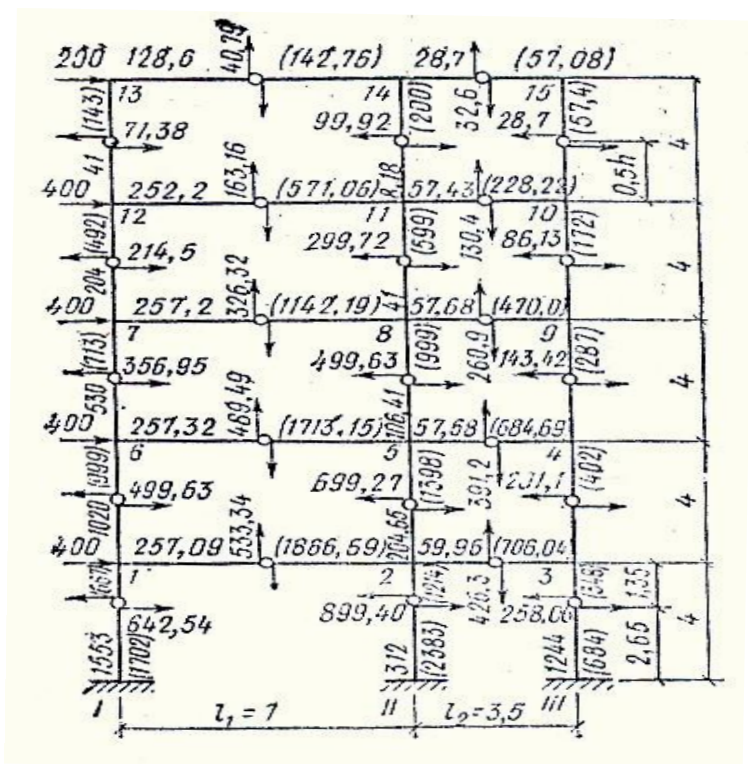
Мустаҳкамлиги бўйича ҳисоблашни ҳамма вертикал ва горизонтал юкларни биргалигидаги энг ноқулай таъсир этишлигини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади.

Рамали системада ҳамма горизонтал ва вертикал юкларни рамалар қабул қилади деб ҳисобланади. Бу система кўп марта статик ноаниқ системадир. Ҳисоблашда махсус дастурлар бўйича компьютерлардан

фойдаланиб ҳисоблашади, ёки ҳар битта рамани алоҳида ажратиб бошқа рамаларни таъсирини эътиборга олиб ҳисоблашади.



17.12 – расм. Рамали системани вертикал юкка ҳисобий схемаси.



17.13 – расм. Рамаларни горизонтал юкка ҳисобий схемаси.

Баланд бинони синчи боғловчи элементлар билан бўлса, тўсинлар устунлар билан шарнир орқали бириктирилган бўлса, унда таъсир этаётган вертикал юк устунни ўқидан ўтиб кетади деб ҳисобланади.

Лекин бу системада вақтинча таъсир этадиган юклардан қўшимча моментлар ҳосил бўлиши мумкин. Сингдаги элементларни бу қўшимча моментларга ҳам ҳисоблашимиз керак.

$$M = P_n \cdot a_n - P_d \cdot a_d \quad (17.11)$$

Горизонтал таъсир этаётган юкни вертикал параллел тоқчали фермалар қабул қилади. Фермаларни бир томони пойдеворга маҳкам бириктирилади, иккинчи томони бўш деб ҳисобланади.

Боғловчи элементлар билан тайёрланган синч биносини статик аниқ система деб ҳисобласак бўлади. Бунинг учун ҳар қаватдаги тўсинларни ва устунларни ўрта кесимида шарнирлар бор деб фараз қилиб олинади.

18 -БОБ. ВАРАҚСИМОН ПЎЛАТДАН ТАЙЁРЛАНГАН КОНСТРУКЦИЯЛАР

18.1. Кириш қисми

Варақсимон пўлатли конструкциялар деб, асосан варақ прокатли пўлатдан тайёрланган конструкциялар айтилади. Улар сув, газ ва тўкиладиган сочиладиган ашёларни сақлаш ва бир жойдан иккинчи жойга ўтказиш учун ишлатилади.

Сув, нефт маҳсулотларини ва бошқа суюқликларни сақловчи идишларини резервуарлар деб айтилади, газ сақловчи ва тақсимлаб берувчи идишларни газгольдерлар дейилади. Тўкиладиган сочиладиган ашёларни сақловчи ва қайта машинага юкловчи идишларни бункер ва силослар деб айтилади. Сув ва газларни бир жойдан иккинчи жойга ўтказиш учун катта диаметрли қувурлардан фойдаланилади.

Махсус конструкциялар металлуносликда, кимё ва бошқа маҳсулот чиқарувчи саноатда пўлат тайёрловчи печларни қопламалари, ҳаво иситкичларни чанг ютқичларни, электрфилтрларни ва бошқа конструкцияларни тайёрлашда варақсимон пўлатдан фойдаланилади.

Юқорида келтирилган варақсимон пўлатларни ишлатиладиган соҳаларидан кўриниб турибди. Халқ хўжалигида аҳамияти ва салмоғи катталиги, Республикамизда ишлатилаётган пўлат ҳажмидан тахминан 30% ни ташкил қилади.

18.2. Варақсимон пўлат конструкцияларни ажратиб турадиган хусусиятлари

Варақсимон пўлат конструкциялар хажмли идиш бўлган конструкциялардир. Яхлит девори қалин бўлмаган қобиқларга ўхшайди.

Варақсимон пўлатли конструкцияларни ишлаш шароити ҳар – хил бўлиши мумкин. Улар ер қатлампидан кўтарилган ҳолатда, ер қатламини устида, ярми ер остида, сув остида, статик ва динамик юкларни таъсири остида, вакуум ичида кичик, ўрта ва катта босим таъсирида, паст, ўрта ва юқори ҳарорат таъсирида ишлаши мумкин.

Варақсимон пўлатдан тайёрланган конструкцияларни бошқа конструкцияларга қараганда ажратиб туришлиги қуйидагилардан иборатдир: улар учун икки йўналишда ишлашлиги одатдир, икки текисликда ҳосил бўладиган кучланишга, баъзи бир жойларда қобиқларни кесишиб ўтган, асосини ва том қисмини деворларга маҳкамланган жойларда маҳаллий кучланишлар ҳосил бўлади, лекин улар тез узоклашган сари камайиб боради.

Варақсимон пўлатли конструкциялар ҳам кўтарувчи ҳам ташқи муҳитдан ажратиб турувчи вазифаларни бажарувчи конструкциялардир.

Уларни тайёрлаш технологиясида ўзига хослиги ҳам бор. Пўлат варақини ўзига хос фасонга келтириб кесилиши; фасон прокатидан тайёрланган деворни вальцовка (жувалаш) қилиш, пўлат варақлар ўрампидан фойдаланиб босим орқали мўлжалланган шаклга келтириш асосда ётган варақсимон пўлатларни чеккасини пайвандлаш учун тайёрлаш.

Оддий пўлат конструкцияларни яратилишига қараганда варақсимон пўлатли конструкцияларни тайёрлашда электр ёйи билан бириктирадиган чок ишлари бир 2 – 3 марта кўпроқдир.

Варақсимон пўлатлардан тайёрланган конструкцияларга алоҳида кўтарилган талаблар қўйилган. Улар нафақат мустаҳкам ва сув ўтказмаслиги учун зич ҳам бўлиши керак.

Чок бирикмаси учма–уч, устма–уст бажарилиши мумкин, кўпинча учма–уч чок бирикмасидан фойдаланилади, чунки бирикма ишончлироқ чиқади ва пўлат камроқ сарфланади.

Биргаликда учма–уч ва устма–уст бажарилган чоклардан камроқ фойдаланилади, чунки чок узунлиги кўпайиб кетади, баъзи жойларида, чоклар кесишиб ўтган жойда, чок пўлат материалида кучланишлар ҳосил бўлади ва натижада ёриқлар пайдо бўлади.

Устма–уст чокдан фойдаланганда ишлар камаяди (элементларни учларини бир–бирига келтириш ишлари бажарилмайди), лекин бу чоклар кучланишлар кам бўлганда қўлланилади. Кучланишлар катта бўлган чокларда, бу кўпроқ учма–уч тайёрланган бирикмаларда ҳосил бўлиши мумкин. чокни ишончли ишлашлигини текширилади.

Варақсимон пўлат конструкцияларни тайёрлашда электр ёйи ёрдамида автоматик, ярим автоматик тарзда пайвандлаш усулларида фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Вараксимон пўлат конструкцияларни тайёрлашда совуқ ҳолатда тайёрланган ўрама, қалинлиги 4мм гача бўлган варақлардан фойдаланишади ва иссиқ ҳолатда тайёрланган ўрамани қалинлиги 4мм дан $\div$ 10мм гача бўлган пулат прокат варақлардан фойдаланишади.

Резервуарларни ва газгольдерларни ташқи юзасини коррозиядан муҳофаза қилишнинг турли хил усуллари қўллаш талаб қилади. Цилиндрга ўхшаш резервуарларни ва газгольдерларни пастки қисмини коррозиядан сақлаш учун кум қатламини устига ўрнатади ва бўялади.

Агар сақловчи суюқликларни тажовузкорлик даражаси юқори бўлса, унда ички текисликлар ҳам коррозиядан асрайдиган перхлорвинил қатлами билан қопланади.

18.3. Резервуарлар

Нефт, нефт маҳсулотларни, суюқ газларни, сув, суюқ аммиакни, техспиртни ва бошқа суюқликларни сақловчи идишларни резервуарлар дейишади.

Фазовий жойлашишга ва геометрик шаклига қараб цилиндрик (вертикал ва горизонтал), шарсимон, томчисимон, ҳандаксимон ва бошқа шаклли бўлиши мумкин.

Резервуарлар ер текислигига нисбатан ер текислигидан кўтарилган холда, ер устида, ярим ер остида, ер қатламини остида, сув қатлами остида жойлашиши мумкин.

Резервуарлар ўзгармас ва ўзгарувчан ҳажмли бўлиши мумкин. резервуар турини танлашда уни ишлатиш тартибига, сақланадиган суюқликни хусусиятига ва қуриладиган ҳудуд иқлимига қаралади.

Тайёрлаш технологияси осонроқ бўлганлиги учун цилиндрик вертикал ва горизонтал резервуарлар қурилишда кенг тарқалган.

Томи ёпиқ резервуарларни кичик босимли идишлар дейишади. Улар кўпинча нефт маҳсулотларни сақлаш учун ишлатилади. Тўлдириш ва бўшатиш бир йил мобайнида 10 – 12 марта бўлади. Тўлдириладиган вақтида босим кўпайиб кетади. (2 кПа гача), бўшатиш вақтида эса вакуум ҳосил бўлиши мумкин, босим эса 0,25 кПа га тенг бўлиб қолади. Кўп марта нефт маҳсулотлар билан тўлдириб бўшатиладиган резервуарларни томини ҳолатини ўзгарувчан қилишади. Бундай идишларда ортиқча босим ҳосил бўлмайди ва вакуум ҳам ҳосил бўлмайди.

Катта босимга (30 кПа гача) мўлжалланган резервуарларни, нефт маҳсулотларни узоқ муддат сақлаш учун ишлатилади.

Катта ҳажмда суюқлик газларни сақлаш учун шарсимон резервуарлардан фойдаланишади ва катта ҳажмда бензин сақлаш учун томчисимон резервуарлардан фойдаланилади.

18.3.1. Вертикал цилиндрик кичик босимли резервуарлар

Нефт ва нефт маҳсулотларни сақлаш учун кўпинча том қисми маҳкамланган вертикал цилиндрик резервуарлардан фойдаланилади. Уларни тайёрлаш ва тиклаш осон. Пўлат сарфи бўйича тежамли бўлади. Уларда бензин сақланса, ҳажми 100 дан – 20000 куб м гача бўлиши мумкин. Мазут сақланса, 50000 куб м гача бўлиши мумкин. Келажакда оловбардошлик чоралари кўриб чиқилса, сақлаш ҳажмини кўпайтириш мумкин. Девор таги, томи вертикал цилиндрик резервуарларнинг асосий элементлари бўлиб ҳисобланади. Улар варақсимон пўлатдан тайёрланади. В.Г.Шухов резервуарларни қурилишига асос солган. Унинг тавсияси бўйича, элементларнинг ўлчамлари кўпроқ резервуарларнинг ҳажмига боғлиқ. В.Г.Шухов томонидан вертикал цилиндрик резервуарлар учун самарали ўлчамлари ўрнатилган. Шу ўлчамлардан фойдаланилса, пўлат энг кам сарф этилади. Девор қалинлиги ўзгармас резервуарлар минимал оғирликка тенг, агар резервуарнинг туби билан том қисми биргаликда оғирлиги девор оғирлигидан катта бўлса, бу ҳолатда резервуарнинг оқилона баландлиги қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$h_{onm} = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi} \left(\frac{\sum t_{gn}}{t_w} \right)^2} \quad (18.1)$$

бу ерда: V – резервуар ҳажми,

$\sum t_{gn}$ – пастки қисми ва том қалинликлар йиғиндиси.

t_w – девор қалинлиги.

Катта ҳажмли резервуарларда девор қалинлиги ўзгарувчан бўлади. Бундай резервуарларда том ва туби оғирлиги йиғиндиси девор оғирлигига тенг бўлса, оптимал ечими ҳосил бўлади. Бу ҳолатда

$$h_{onm} = \sqrt{\gamma R^{cb} \sum t_{gn} / \gamma_f \cdot V_{ж}} \quad (18.2)$$

γ_f – юк бўйича ишонччилик коэффиценти.

$V_{ж}$ – суюқликни ҳажм оғирлиги.

$$\sum t_{gn} = t_g + t_{кр} \quad (18.3)$$

30000 куб м гача бўлган резервуарларни тайёрлашда ўрама варақсимон пўлатдан фойдаланилади. Тайёрлаш дастгоҳини ўлчамларини эътиборга олган ҳолда уни баландлиги 12м деб қабул қилинади. Оқилона баландлиги 14м гача бўлган ҳолда 14м дан кўпроқ бўлса, унда баландлигини 18м деб қабул қилинади. Бу баландликни қабул қилишда варақасимон пўлат эни эътиборга олинади (1400, 1500, 2000мм). Диаметри баландлигига нисбатан қуйидаги ораликда олинади. $10000\text{м}^3 - (h/D = \frac{1}{3} \div \frac{1}{2})$.

1. Цилиндрик резервуарлар тубининг конструктив хусусиятлари

Резервуар туби қум қатламига таянгани учун сақланаётган суюқликдан унда унчалик катта кучланиш ҳосил бўлмайди. Шунинг учун у ҳисобланмайди. Унинг қалинлигини конструктив жиҳатидан олинади. Бунда деворнинг тубига пайванд қилиш қулайлиги эътиборга олинади ва емирилишга қаршилиги ҳам эътиборга олинади. Тубининг асосий қисмини варақсимон улчамлари 1400 х 4200мм тенг ва қалинлиги 4мм ли пўлатдан тайёрланади. Резервуар ясашда диаметри 15м гача ва ҳажми 1000м³ бўлиши мумкин. Агар ҳажми каттароқ бўлса, диаметри 18м - 25м унда қалинлигини 5мм ва ўлчамлари 1500 х 1600 ёки 2000 х 8000 гача бўлган варақсимон пўлатдан тайёрланади. Агар диаметри $D > 25$ м каттароқ бўлса, унда туби қалинлигини 6мм ли варақсимон пўлатдан тайёрлашади.

Пўлат қалинлиги $t = 4\text{мм} \div 5\text{мм}$ тубини варақлари устма – уст қўйилиб 30 – 60мм гача бир – бирини устунга ўтказиб бириктирилади, қалинлиги $t = 6\text{мм}$ варақларини учма – уч ўрнатиб бириктирилади.

Резервуарларни тубини корхона шароитида тайёрлаб, уни ўраб ихчамлаштириб транспорт орқали қурилиш майдонига олиб борилади. Лекин ўралган туби қисми 60т дан ошиб кетмаслиги керак. Туби варақлари чеккаси қайилтириб девор варақларига устма – уст чок орқали бириктирилади.

2. Цилиндрик резервуарлар деворининг конструктив ечимлари

Резервуарнинг девори бир неча белбоғлардан иборатдир, эни варақсимон пўлат прокатига тенг бўлган. Белбоғдаги варақлар бир– бири билан учма–уч бириктирилади. Белбоғларни бир–бирига бирлаштириш учма–уч ва устма–уст чок орқали бириктирилиши мумкин.

Учма–уч чок бирикмаси фақат корхона шароитида бажарилади. Белбоғлар бир–бири билан устма–уст бириктирилса, чок ишлари корхона ёки қурилиш майдони шароитида бажарилиши мумкин.

Резервуарларнинг деворини йиғиш ишлари алохида белбоғлардан қурилиш майдонида бажарилса ташқи горизонтал доира бўйича чок бирикмаларини яратилиши осон бўлади, агар белбоғлар телескопга ўхшаш жойланган бўлса. Вертикал чоклар, варақларни бириктирувчи, айрим–айрим ҳар қаерда жойлашиши керак бўлади.

Резервуарларни қурилишда варақларни ўрам ҳолатга келтириб олиш усули кенг тарқалган. Оддий варақлардан фойдаланиб йиғиш усулига қараганда бу усулни афзалликлари бор: йиғув ишларга меҳнат сарфланишлиги $1,5 \div 2$ марта камаяди. Умумий резервуарни тиклаш учун сарф харажат 30% камаяди, тиклаш учун вақт $1,7 \div 2$ баробар қисқаради, монтаж ишлари тан нархи 15 – 20% гача камаяди. Корхона шароитида автоматик тарзда бажарилган чок бирикмаси сифатли чиқади ва ишончлироқ ишлайди. Натижада резервуарнинг ўзи ишончлироқ ишлайди.

Вертикал чок бир чизикда бўлиши мумкин, шунда бирикма ишларни бажариш қулай бўлади. Деворнинг умумий қалинлиги 17мм дан ошиб кетмаслиги шарт.

Ҳажми 30000м³гача бўлган резервуарларни типли лойиҳалари ишлаб чиқилган ва ўрам варақлардан фойдаланиб, қурилиш технологияси яратилган.

Ҳажми 10000м³гача бўлган резервуарларни девор баландлиги 18м га тенг деб қабул қилишган, ҳажми 5000м³ – 15м. Деворнинг тайёрлашда қуйидаги 1500х6000мм ўлчамли варақсимон пўлат прокатидан фойдаланишади. Уни чеккаларини пайванд чокка тайёрлагандан сўнг 1490х5980мм, шунинг учун девор баландлиги бир неча баробар варақни энига тўғри келиши керак, узунлиги узунлигига тенг бўлиши керак.

Ҳажми катта резервуарларни тайёрлашда, пайванд ишларини камайтириш мақсадида варақларни ўлчамларини кўпайтирилади 2000х8000мм.

Ҳажми 50000м³ли ва ундан ортиқ бўлган резервуарларни қурилишида самарали пўлат варақларни ўрам усулидан фойдаланса ҳам бўлади, бунинг учун юқори мустаҳкамли сим ёки тасма билан ўраб ёки иккинчи қатламини ўрнатиб деворнинг пастки қисмини мустаҳкамлигини оширилади.

3. Деворни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Резервуар девори корпуси кўтарувчи элемент бўлиб, у ҚМҚ 2.03.05– 97 талабларига кўра чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Резервуар деворини мустаҳкамликка моментсиз назариясидан фойдаланиб сув ва ортиқча газлар босимидан фақат чўзувчи кучлар ҳосил бўлаётибди деб ҳисобланади.

Тубидан “х” баландликдаги девор қисмида ҳосил бўлаётган ҳисобий босимнинг қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$P_x = \gamma_{\text{ж}}(h - x)\gamma_{f1} + P_u\gamma_{f2} \quad (18.4)$$

Бу ерда: $\gamma_{\text{ж}}$ – суюқликни ҳажм оғирлиги.

$\gamma_{f1} = 1.1$ юк бўйича ишончлилик коэффиценти.

$\gamma_{f2} = 1.2$ юк бўйича ишончлилик коэффиценти.

P_u – ортиқча газлардан ҳосил бўлаётган босим.

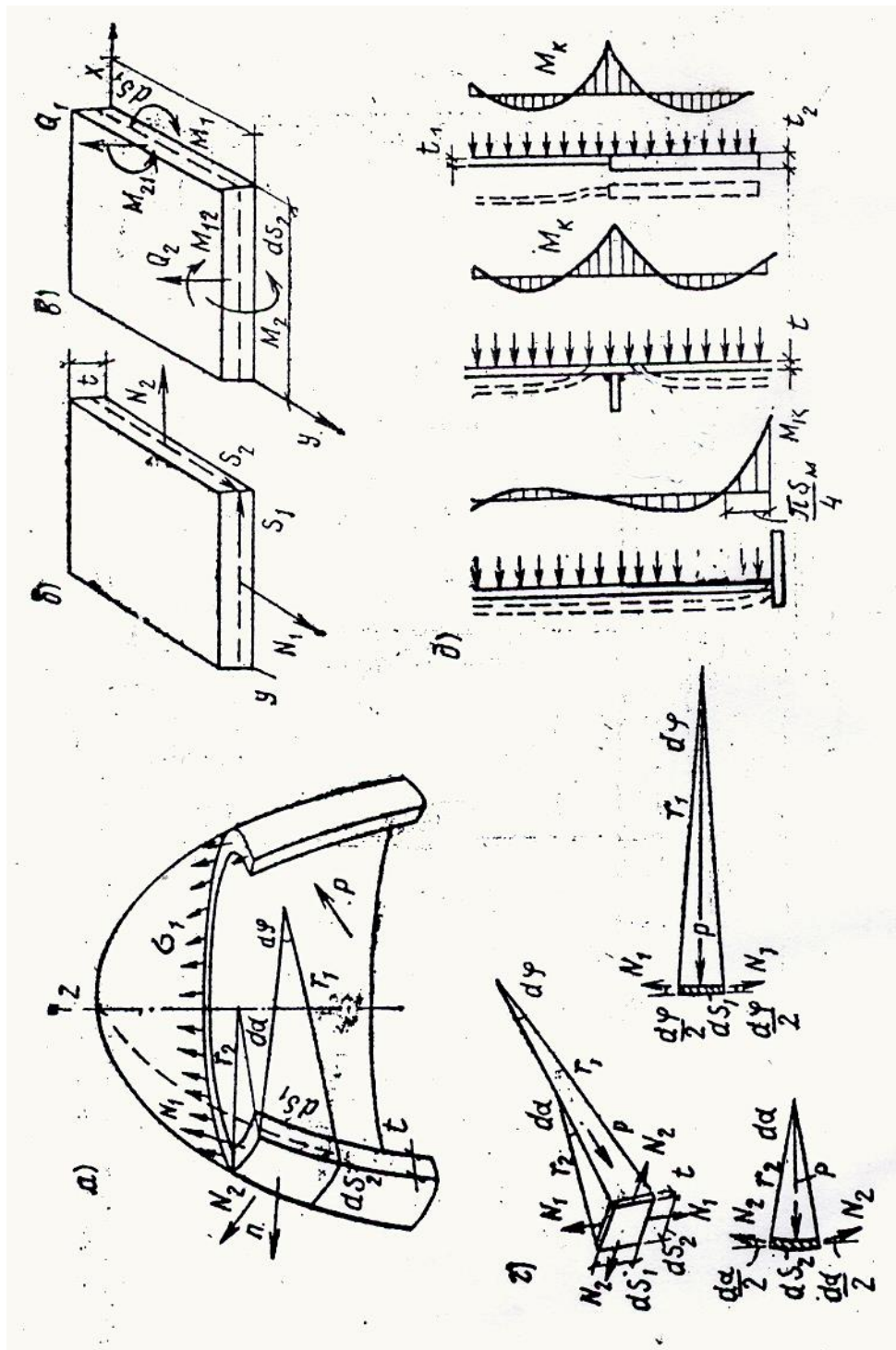
Цилиндрик қобикларни доирасида ҳосил бўлаётган кучланиш 2 марта меридиандагидан каттадир, шунинг учун девор қалинлигини қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$t_u = [\gamma_{f1}\gamma_{\text{ж}}(h - x) + \gamma_{f2}P_u]r_2^2 / \gamma R_s \quad (18.5)$$

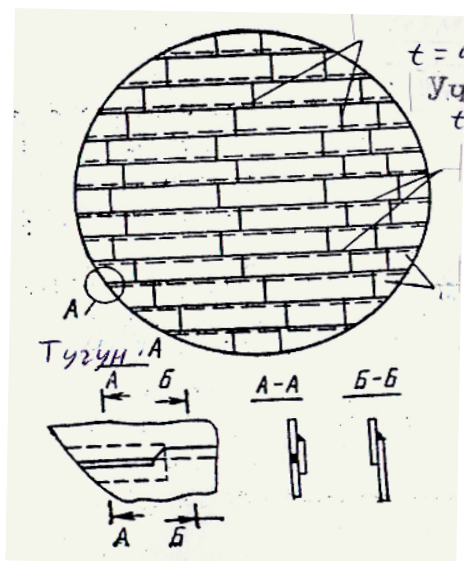
Девор эгилишини нормал юklar таъсиридан қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин.

$$y = \Delta r = [\gamma_{\text{ж}}(h - x) + P_u]r_2^2 / Et_w = P \cdot r_2^2 / Et_w = \frac{P}{K} \quad (18.6)$$

бу ерда; $K = \frac{Et_w}{r_2^2}$ - асос коэффициенти.

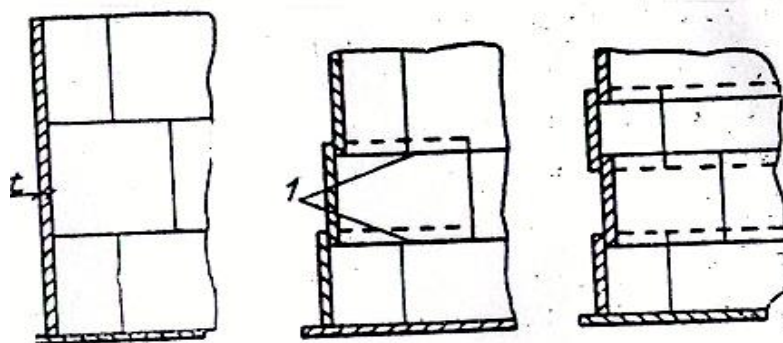


18.1 – расм. Вараксимон пўлатли конструкцияларни ҳисоблаш учун чизма.

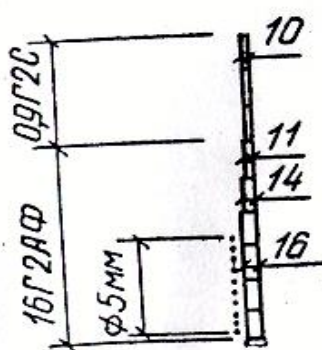


Устма – уст
 $t = 4 - 5 \text{ мм}$
 Учма – уч
 $t > 5 \text{ мм}$
 Устма – уст
 Чекка қисми

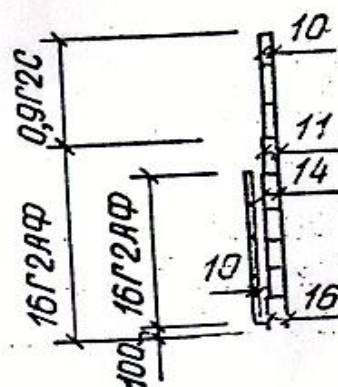
18.2 – расм. Резервуар тубини умумий кўриниши.



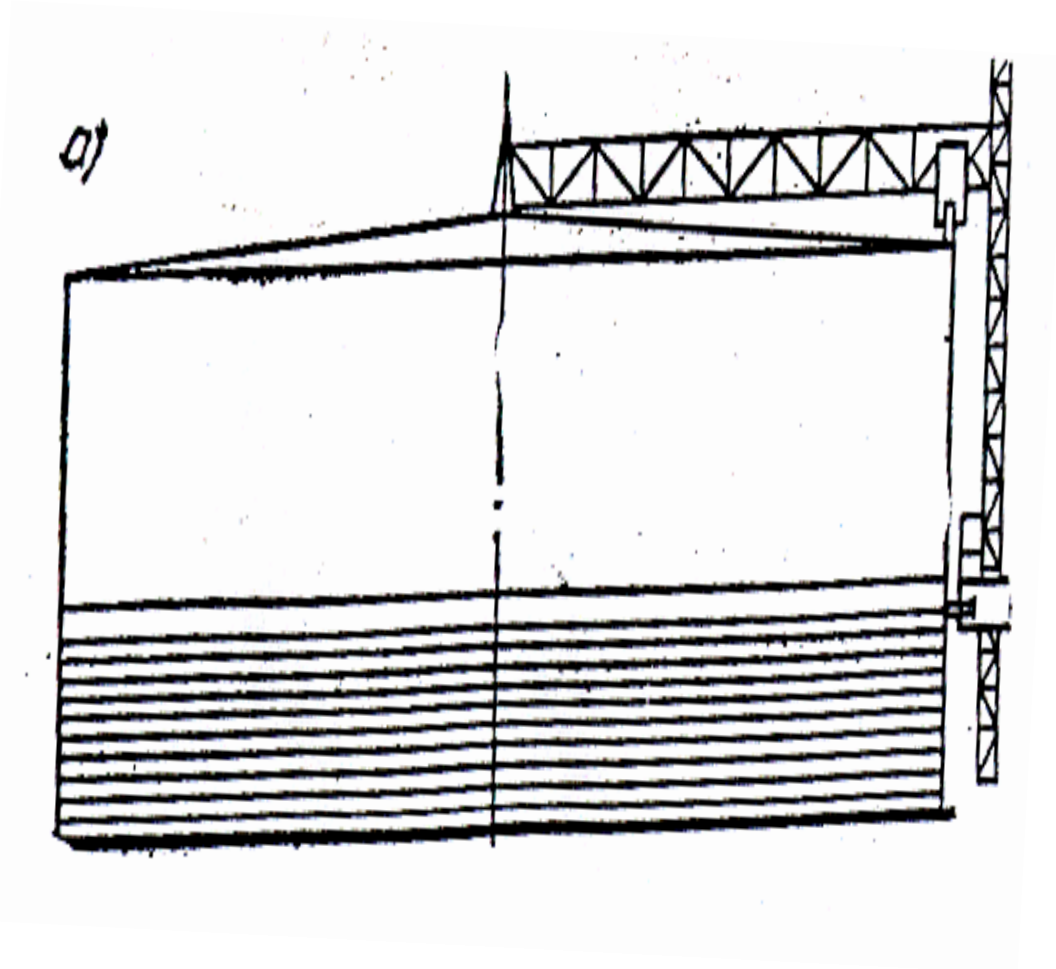
б)



в)



18.3 – расм. Варақларни бир – бирига бириктирилиши.



18.4 – расм. Резервуар деворини мустаҳкамлигини ошириш йўллари.

4. Том конструкцияларини яратилиши ва уларни ҳисоби

Кам босимли цилиндрик вертикал резервуарларни том конструкциялари ҳар хил шаклда бўлиши мумкин. Ҳажми 5000м^3 гача бўлган резервуарларни марказгача эни камайтирилган том шитлари билан фойдаланиб ёпишади. Шитлар синчини прокат тўсинлардан ёки эгма профиллардан ва қалинлиги 2,5-3мм ли варақсимон пўлатлардан фойдаланиб тайёрлашади. Шит бир томони билан резервуар марказига жойлашган устунга таянса иккинчи томони билан деворга таянади.

Қор юки катта бўлмаган ҳудудларда (1500 н/м^2 гача) цилиндрик резервуарлар қурилса том конструкциясини чўзилишга ишлаётган элементлардан фойдаланиб яратилиши мумкин. Бу конструкция ҳам чўзилишга ишлаётган элементни бир томони марказда ўрнатилган устунга бириктирилади, иккинчи томони деворга.

Чўзилишга ишлаётган элементлардан томни яратишга шитлардан тайёрланган том конструкциясига қараганда 10-15% гача камроқ пўлат сарфланади.

Ҳажми 10000-20000м³ бўлган цилиндрик резервуарларнинг том конструкциясини яратилишида гумбазлардан фойдаланилади. Марказига устун ўрнатилмайди. Уларни корхона шароитида тайёрланган щитлардан йиғиб каттароқ монтаж блоклари ҳосил қилинади. Бу блоklar бир томондан марказда жойлашган таянч доирасига бириктирилса, вақтинча устунга ўрнатилган, иккинчи томони периметр бўйлаб девор устунига ўрнатилган ташқи таянч доирага бириктирилади.

Типли лойиҳаларида том конструкциясини яратилишида қовурғали ва доиравий гумбазлардан фойдаланилади. Тўшамасини қалинлиги 2,5-4мм гача бўлган, варақсимон пўлатдан тайёрланади.

Ҳажми 50000м³ гача бўлган резервуарларни томини тўрсимон гумбазлардан фойдаланиб ёпишади.

Кам босимли цилиндрик резервуарларни том конструкциясини ҳисоблашда юклари биргаликда ноқулай таъсири эътиборга олинади:

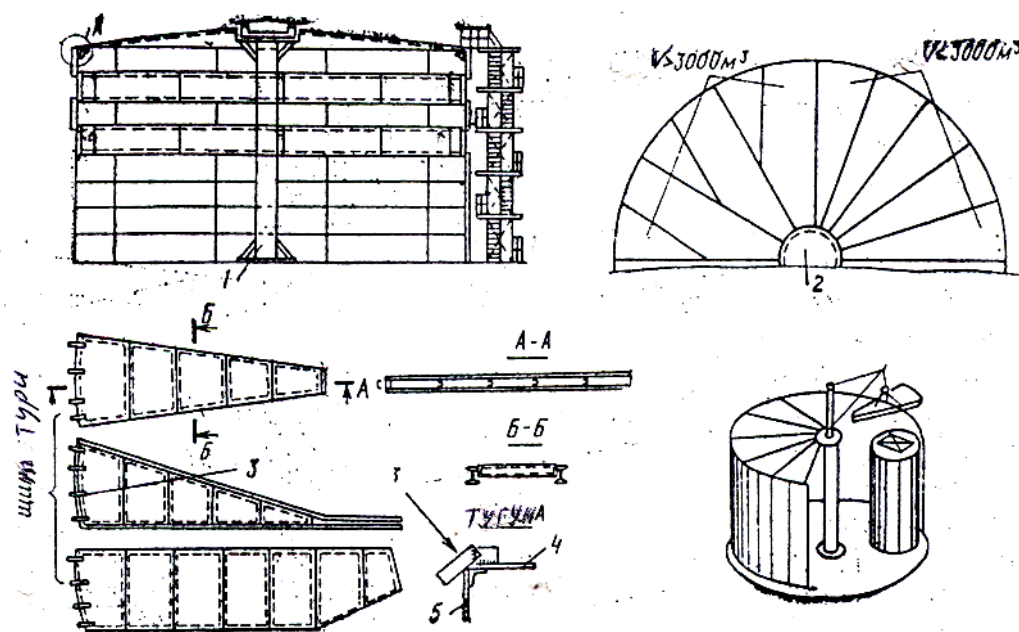
- 1) юк тепадан пастга таъсир этса: том конструкциясини оғирлиги, иссиқликни сақлайдиган қатламни оғирлиги, қор қатламидан ҳосил бўлган оғирлик, вакуумдан ҳосил бўлган юк йиғиндиси эътиборга олинади.

$$P \downarrow = (\gamma_f P_{\text{вак}} + \gamma_f S_0 \cdot \mu) \mu_2 + (\gamma_{a1} q_{\text{кр}} + \gamma_{f2} q_{\text{мен}}) \quad (18.7)$$

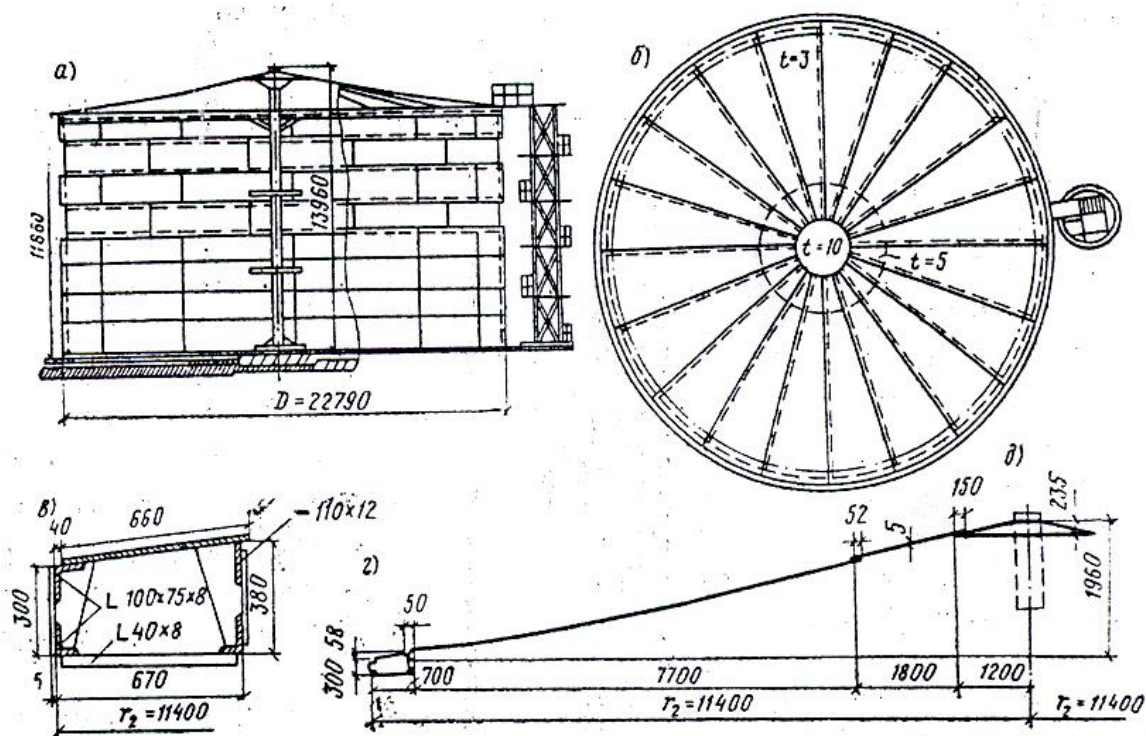
- 2) юк пастдан тепага таъсир этса: ички ортиқча ҳосил бўладиган босим, шамол таъсиридан кўтарувчи куч эътиборга олинади қор ва иссиқлик ўтказмайдиган қатламларни оғирлиги эътиборга олинмайди.

$$P \uparrow = (\gamma_{f2} P_u + \gamma_f W_0 c_2) \mu_2 - \gamma_{f1} q_{\text{кр}} \quad (18.8)$$

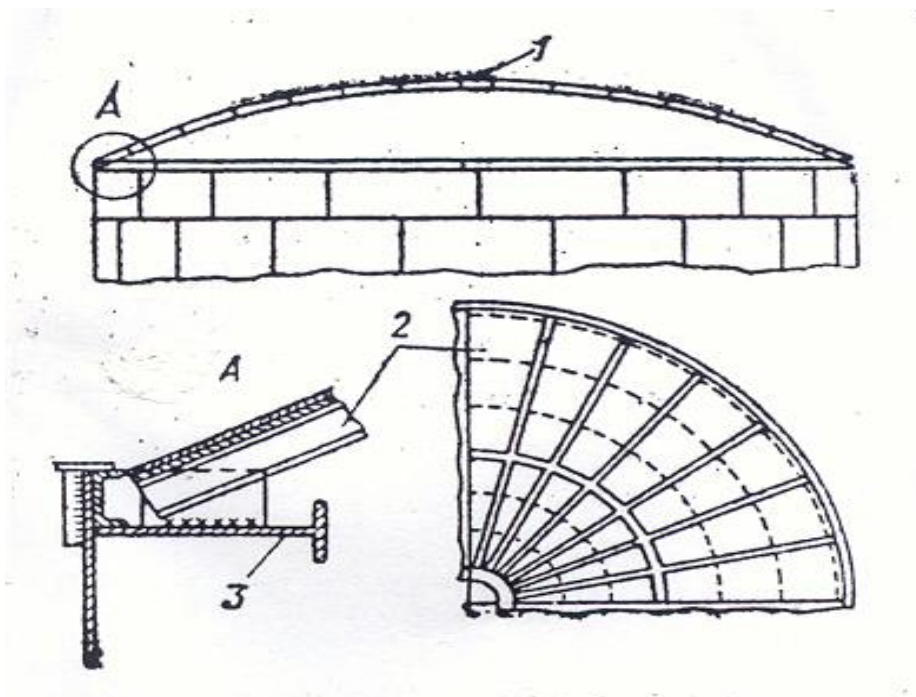
Щитлардан фойдаланиб ёпилган том конструкция элементларини ҳисоблашда оддий икки таянчли тўсинлардек ҳисоблашади.



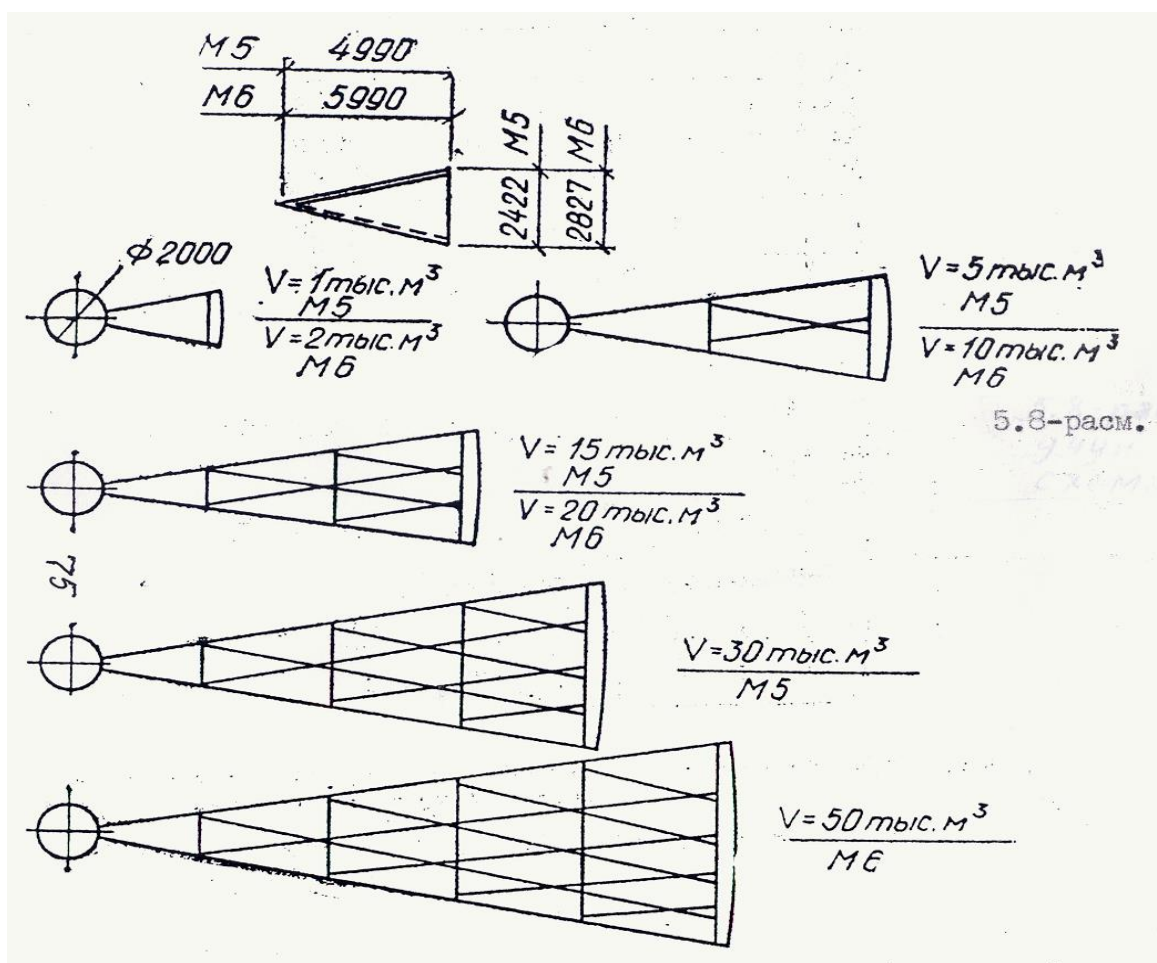
18.5 – расм. Шитли томли цилиндрик вертикал резервуар, хажми 5000м^3 гача.



18.6 – расм. Чўзилишга ишлаётган элементлардан фойдаланиб том конструкцияси яратилган резервуар.



18.7 – расм. Сфера томли резервуарни схемаси:
1) марказий доира; 2) шит; 3) ташқи таянч доира.



18.8 – расм. Сфера томни яратиш учун универсал шитларни схемалари.

Юк учбурчак майдонидан таъсир этишлигини эътиборга олиб, радиал тўсинлар деб ҳисобланади.

Чўзилишга ишлаётган элементлардан тайёрланган том конструкциялари қобикларга ўхшайди ҳисоблашда, ички ва ташқи таянч доиралар олдидаги қисмлардан ташқари, моментсиз назариясидан фойдаланса бўлади.

Меридиан ва доиравий кучлар қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$N_1 = P \cdot r_k^3 / 3xh \quad (18.9)$$

$$N_2 = \left(\frac{r_{2k}}{r_{1k}} \right) N_1 - r_{2k} z \quad (18.10)$$

бу ерда: r_{1k} , r_{2k} - томни ўзгарувчан эгилишлик радиуси меридиан ва доира йўлланишлардаги

$$r_{1k} = x \sqrt{1 + (3ax^2 + b)^2 / 6ax} \quad (18.11)$$

$$r_{2k} = x \sqrt{1 + (3ax^2 + b)^2 / 3ax^2 + b} \quad (18.12)$$

h- цилиндр марказидаги том баландлиги

$$a = -\frac{h^3}{2 \cdot r_2^3}; \quad (18.13)$$

$$b = \frac{3 \cdot h}{2 \cdot r_2} - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2}; \quad (18.14)$$

$$Z = P \cos \varphi = P / \sqrt{1 + (3ax^2 + b)^2}; \quad (18.15)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_x}{d_y} = 3ax^2 + b \quad (18.16)$$

Шитлар, биқирлик қовурғалардан ва доира элементлардан йиғилиб тайёрланган гумбазли том конструкциялари самарали ҳисобланади.

Ҳисоблашда том конструкцияни қовурға тушадиган бир қисми ажратиб олинади ва унга таъсир этаётган ҳисобий юклар аниқланади. У икки шарнирли аркадай ҳисобланади тиргак кучини таянч доираси қабул қилиб олади.

Шартли тортқични кесим юзаси A_3 қуйидаги формула орқали аниқланади

$$A_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot A_k}{n} \quad (18.17)$$

бу ерда A_k – ташқи таянч доирасини кесим юзаси.

n- гумбаздаги қовурғалар сони.

Бу масала бир марта статик ноаниқдир, битта номаълум $X_1 = H$

H- тиргак кучи.

Асосий системани ечимида аркани тортқичи узилган деб фарз қилинади ва уни ўрнига бирлик куч таъсир этади дейилади.

$X_1=1$ бу куч таъсирида аркада эгувчи момент, $M_1=-y$, бўйлама куч, $N_1=-\cos\varphi$ ва қирқувчи куч ҳосил бўлади, $Q_1=\sin\varphi$. Тиргак кучи $H=1$.

Номалум X_1 каноник тенгламани ечимидан аниқланади.

$$X_1 = -\Delta_{1p} / \delta_{11} \quad (18.18)$$

Аркани x кесимидаги ҳисобий эгувчи M_x моментни ва қирқувчи Q_x кучни қуйидаги формулалар орқали аниқланади.

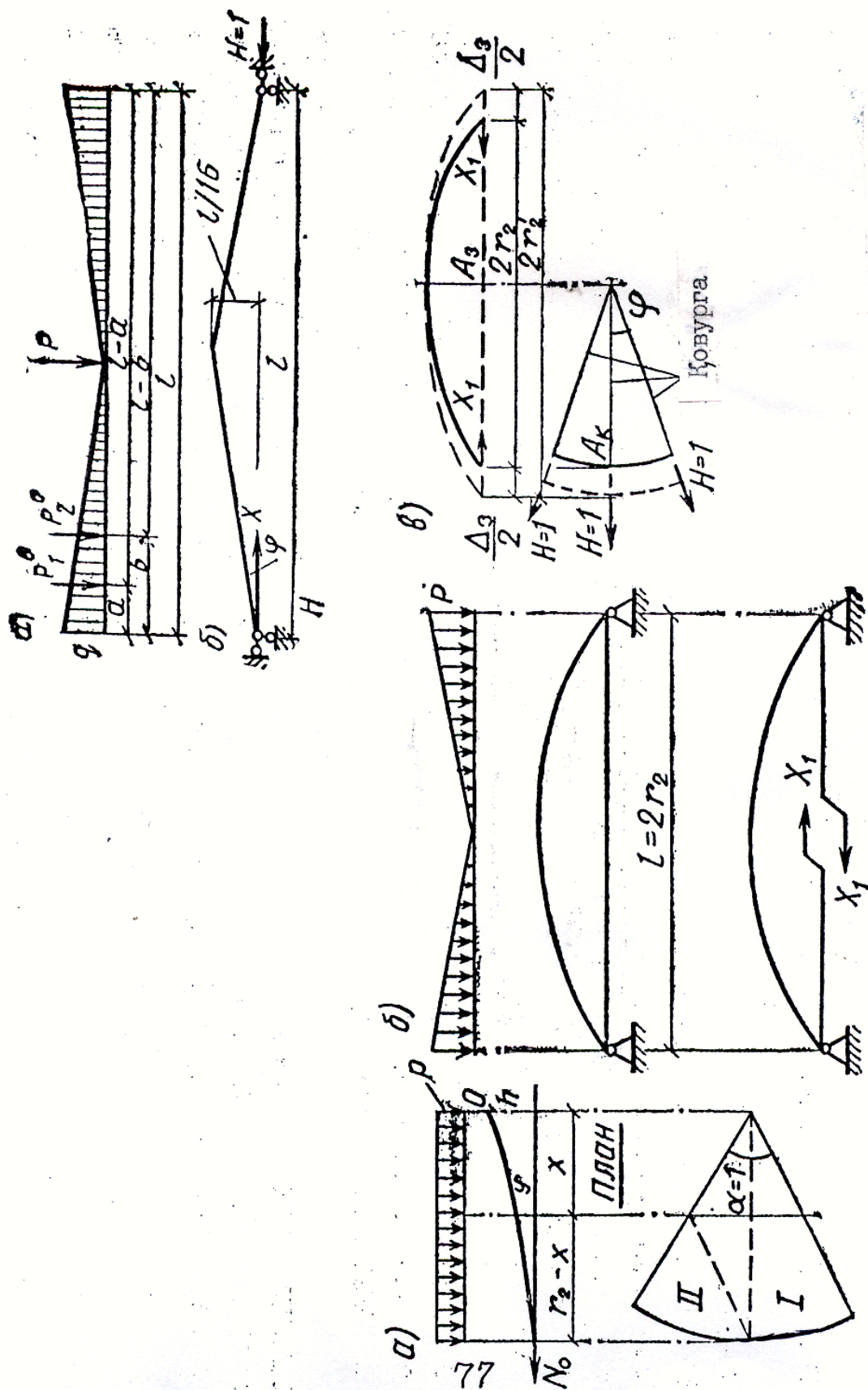
$$M_x = M_x^0 + M_H = \frac{Pl_x}{4} \left(1 - \frac{x}{l} + \frac{4x^2}{3l^2} \right) - yH; \quad (18.19)$$

$$Q_x = Q_x^0 + Q_H = \frac{Pl_x}{4} \left(1 - 2\frac{x}{l} \right)^2 + H\sin\varphi \quad (18.20)$$

бу ерда: l - аркани таянч оралиғидаги масофаси.

M_x^0, Q_x^0 - тўсинда ҳосил бўлаётган эгувчи момент билан қирқувчи куч.

M_H, Q_H - тиргак кучидан ҳосил бўладиган эгувчи момент билан қирқувчи куч.



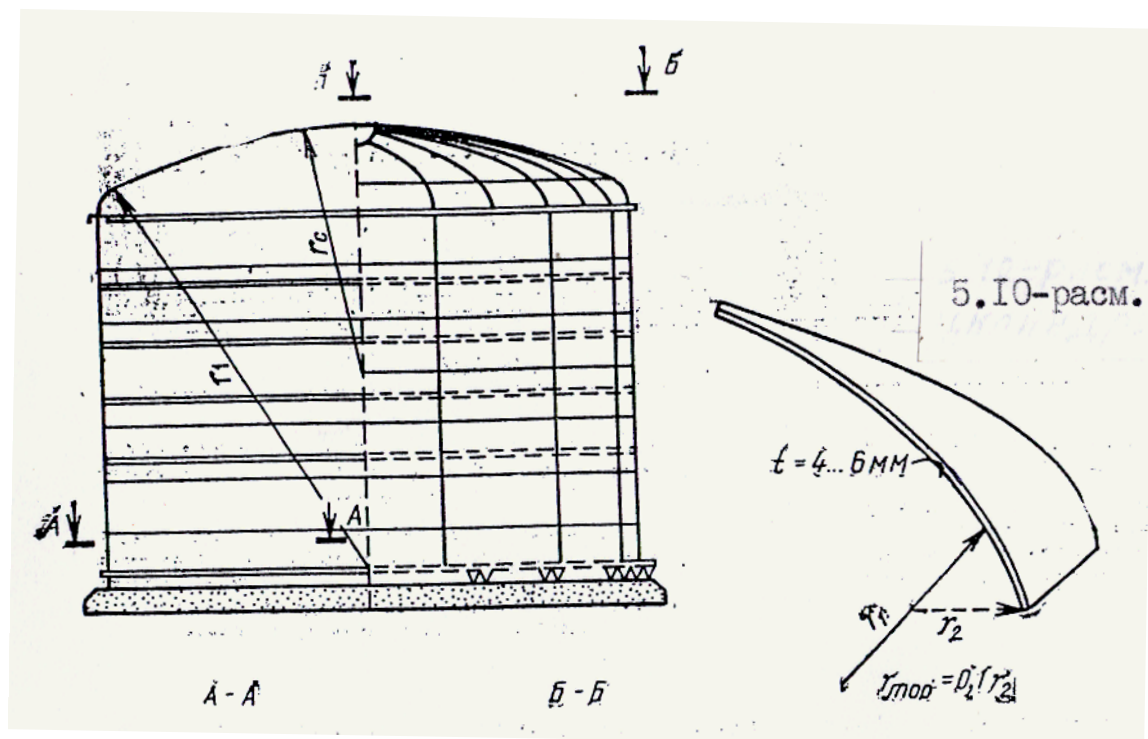
18.9 – расм. Ҳисобий схема.

18.3.2. Катта босимли вертикал цилиндрик резервуарлар

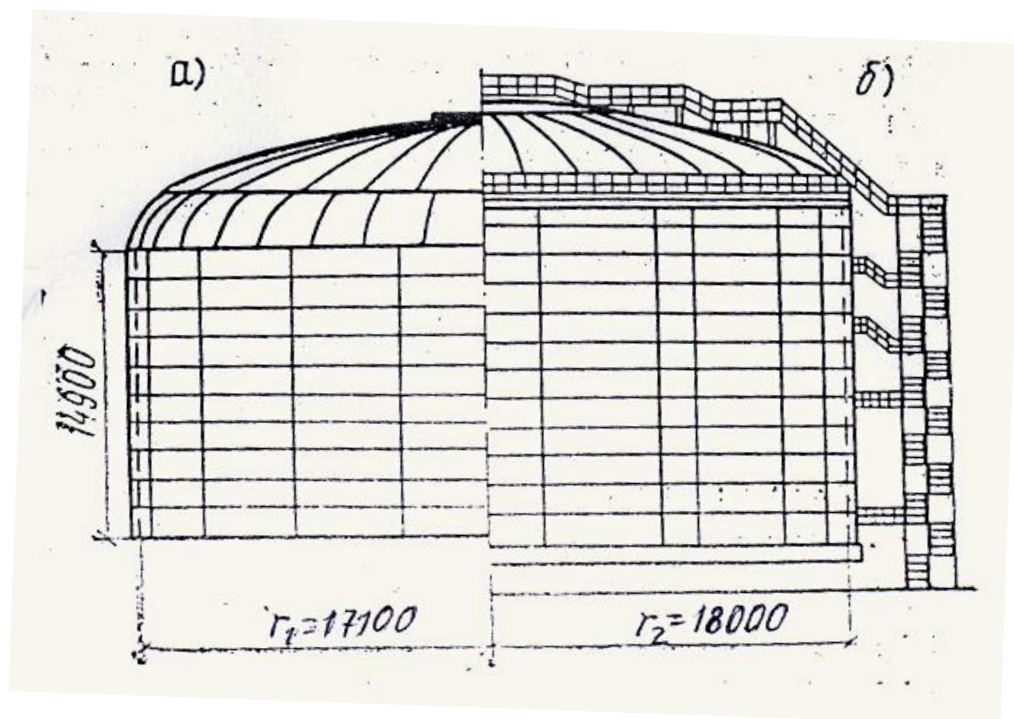
Катта босимга мўлжалланган резервуарлар енгил буғланадиган нефт маҳсулотларни, масалан бензинни сақлаш учун ишлатилади. Бензин буғланиб камайишига қарши самарали курашишдан биттаси, бу сақлайдиган идишни ичида қўшимча катта босим ҳосил қилишдир $10\div 70$ кПа. Бу босимни сақлайдиган резервуарларни конструктив ечимлари ўзига хослиги билан ажралиб туради, айниқса том конструкциясини ечимида торосфера ёки сфера цилиндрга ўхшаш қилиб тайёрланади. Сферацилиндр томларни кўпроқ ишлатишади. Бу том конструкцияларини ўзига хослиги шундан иборатки, улар фақат цилиндр варақлардан йиғилади. Варақлар фақат меридиан йўналишда жўваланади (вальцовка қилинади) ва йиғиндиси доира текислигини ҳосил қилади.

Сферацилиндр текислиги билан девор ўртасига боғловчи элемент ўрнатилади “торо” эгрилик радиуси девор радиусига тенг бўлган. Шундай қилинса масала ечими оддий ва арзон чиқади сфера том конструкциясига нисбатан. У томларни тайёрлашда варақлар икки йўналишда вальцовка қилиниши зарур. Чунки томни пастки қисми режада кўпбурчакни ҳосил қилади, бунда девор билан томни боғловчи бўлиб вальцовка қилинган швеллер бўлиши мумкин. у бир вақтни ўзида тепа бикрлик доираси ҳам бўлиб хизмат қилади. Катта босимли вертикал цилиндрик резервуарларни туби ва деворлари ўрама пўлат варақлардан тайёрланади. Туби билан девори бирга ишлашлиги таъминланиши керак. Бирлаштирувчи чок материали нафақат силжитувчи кучга гоҳида ҳосил бўладиган чўзувчи кучга ҳам ҳисобланиши лозим.

Агар буғланувчи нефт маҳсулоти (бензин) резервуарларда кам микдорда қолган бўлса, у буғланиб том конструкцияси ва деворлар ичидан ташқарига таъсир этувчи босим ҳосил бўлади. Натижада деворни тубидан узувчи катта куч ҳосил бўлади. Бундай юзага келадиган вазиятга резервуар алоҳида ҳисобланади. Агар девор билан тубини бириктирувчи чок юзаси камлик қилса, унда қўшимча конструктив чоралар қилинади. Масалан деворни пойдеворга анкер болтлар орқали маҳкамлаш мумкин.



18.10 – рasm. Катта босимли вертикал цилиндрик резервуар.



18.11 – рasm. Изотермик вертикал цилиндрик резервуар икки қатламли девори билан.



18.3.3. Горизонтал цилиндрик резервуарлар

Горизонтал цилиндрик резервуарлар, катта 1,8 МПа ва ундан ҳам кўп босимда ишлайдиган идишлар бўлиб, уларда нефт маҳсулотларни ва суюқланган газларни сақлаш учун фойдаланилади. Бундай резервуарларда ҳарорат пасайганда вакуум ҳосил бўлиши мумкин. Ҳажми 100м^3 гача нефт маҳсулотларни ва 300м^3 гача суюқ газларни сақловчи резервуарларни девор қалинлиги 3 – 36мм, диаметр 1,4 – 4м, узунлиги 2 - 30м гача бўлиши мумкин.

Горизонтал цилиндрик резервуарларни афзалликлари:

- конструктив шакли оддий;
- кўп микдорда корхона шароитида тайёрлаш ва иш майдонига олиб бориш имконияти борлиги;
- ер устига ва ер остига ўрнатиш имкониятлари борлиги.

Бундай конструкцияларнинг нуқсонлари:

- ўрнатиш учун махсус таянчлар яратилиши кераклиги;
- идишда бор маҳсулотни ҳажмини аниқлаш қийинлиги ва ҳ.к.

Горизонтал резервуарларни корпуси бир неча ёндевор қисмлардан иборатдир. Улар варақли пўлатни вальцовка қилиб, бир – бири билан бириктирилиб цилиндр шаклига келтирилиб ёки ўрама пўлатдан фойдаланиб тайёрланади.

Варақларни эни 1500÷2000мм ташкил қилади. Варақлар бир – бири билан ва ёндевор қисмлари ўзаро учма – уч чок орқали бириктирилади. Агар $r_2/t > 200$ горизонтал резервуарларни транспортга монтажи, вакуум вақтларда бўлади ва уни бикирлиги етарли даражада бўлиши учун ҳар бир ёндевор қисмларида бикирлик доираси ўрнатилади, улар бурчакликлардан иборат

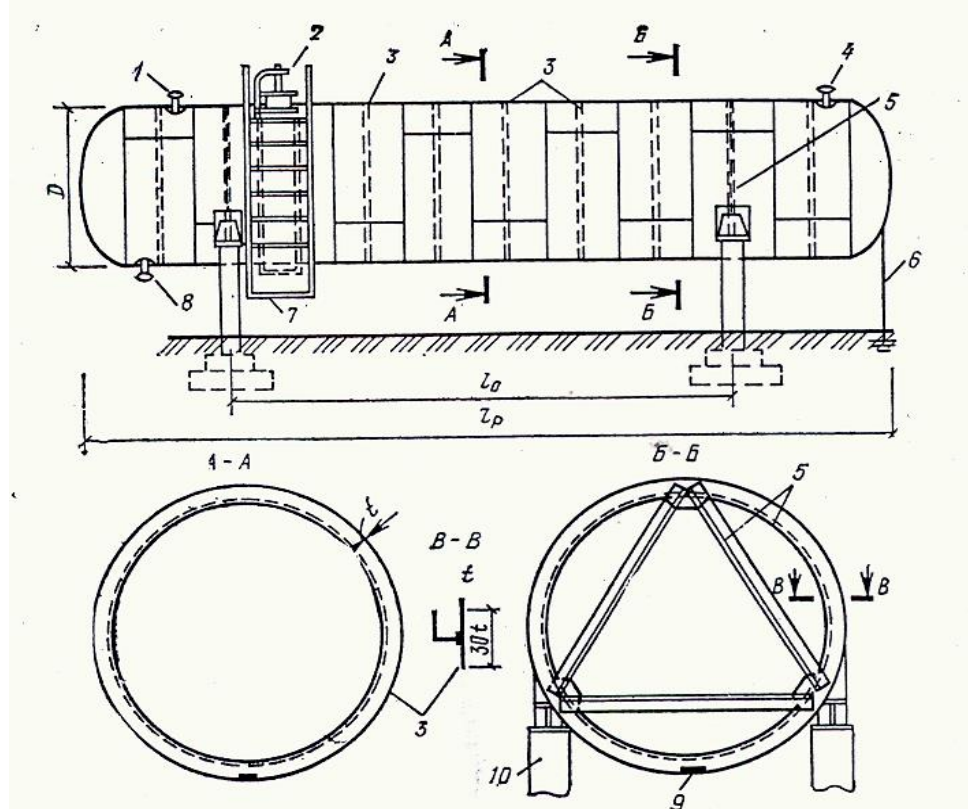
бўлиб деворга бириктирилади. Горизонтал цилиндрик резервуарларни туби сақланадиган суюқликдан ҳосил бўладиган босимга ва резервуарни диаметрига қараб текис, конус, цилиндр, сфера ёки эллипсоидал шаклида бўлиши мумкин.

Текис шаклидаги тубини тайёрлаш осон, лекин улар эгилувчан бўлади, мустаҳкамлигини ошириш учун қовурғалар бириктирилади, шунинг учун улар ҳажми кичик (100м^3 гача) ва ҳосил бўладиган босим 40 кПа гача бўлган резервуарларда конус шаклидаги туби қўлланилади. Ҳажми $75\text{--}150\text{м}^3$ ли ва иш босими $70\text{--}150\text{кПа}$ гача бўлган резервуарларни туби цилиндр шаклида ромб варақларни вальцовка қилиб тайёрланади.

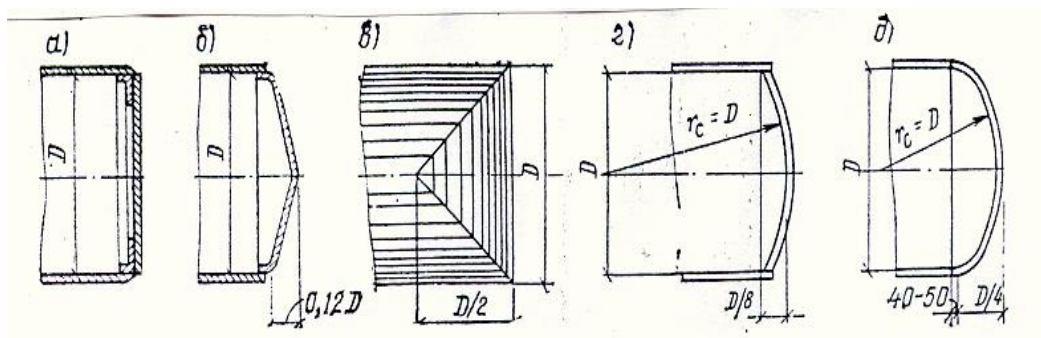
Босими 200кПа гача бўлган резервуарларни туби сфера ёки эллипсоидал шаклида қилиб тайёрланади, махсус пресс машина ёрдамида эллипсоидал тубли резервуарларда тубидан деворга ўтиш қисми равонлик билан ўтади, шунинг учун улар ишончлироқ ишлайди.

Ер усти резервуарлар иккита эгарсимон таянчга ўрнатилади ёки иккита алоҳида ўрнатилган таянчларга.

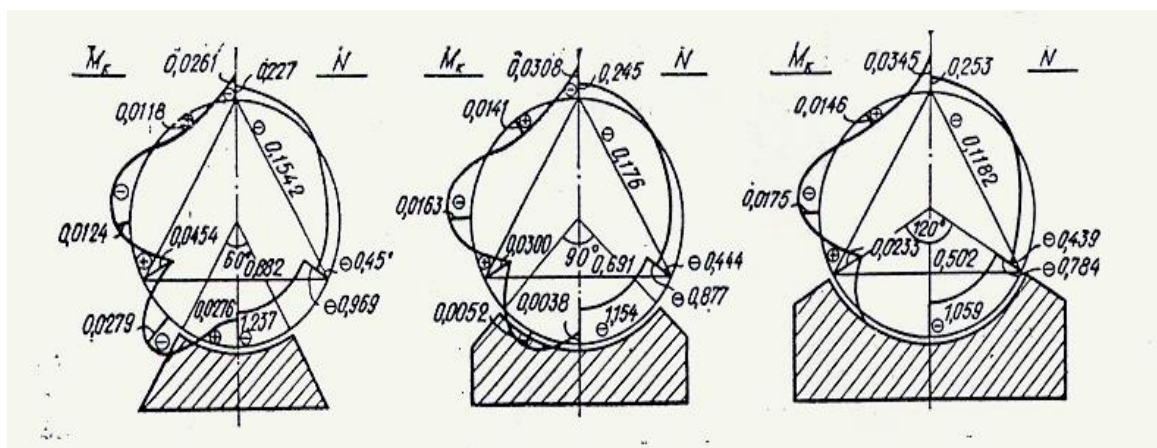
Ер ости резервуарлар узунлиги бўйича эгарсимон таянчга ўрнатилади.



18.12 – расм. Горизонтал цилиндрик резервуар: 1,4,8 – штуцер; 2 – кўриш тешиги; 3 – бикирлик доираси; 5 – таянч диафрагмаси.



18.13 – расм. Горизонтал цилиндрик резервуарлар тублари.



18.14 – расм. М ва N эпюралари.

Корпус ичида таянч кесими текислиги бўйлаб бурчакликлардан тайёрланган доира билан учбурчакдан иборат бўлган бикирлик диафрагма ўрнатилади. Бундан ташқари резервуар корпуси ораликларда ўрнатиладиган бикирлик доиралар билан мустаҳкамланади. Резервуар корпуси штуцер билан жиҳозланади тўлдириш, бўшатиш ва ҳавосини алмаштириш учун хизмат қиладиган. Ундан ички қисмини қараб туриш, тозалаш ва керак бўлса таъмирлаш учун ташқари люк ўрнатилади. Резервуарни ташқарисига нарвон ҳам ўрнатилади.

18.3.4. Горизонтал цилиндрик резервуарларни деворини мустаҳкамликка ҳисоби

Горизонтал цилиндрик резервуарларни ҳисобий схемаси икки консоллик, доира кесимли, тўсинга ўхшайди. Уни кўтариш қобиляти биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҚМҚ 2.03.05 – 97ни тавсияларини эътиборга олиб аниқланади.

Корпусни пастки қисмида доира кучланиш энг катта бўлади. Чунки суюқликдан ҳосил бўладиган босим ва ортиқча газлардан ҳосил бўладиган босим биргаликда таъсир этади.

$$\sigma_2 = (\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \gamma_{ж} 2r_2) r_2 / t \leq \gamma_c R_y \quad (18.21)$$

Меридиан кучланиш σ_1 қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\sigma_1 = \sigma_1' + \sigma_1'' \quad (18.22)$$

бу ерда: σ_1' -тўсиндаги эгувчи моментдан ҳосил бўладиган кучланиш

$$\sigma_1' = \frac{M_{np}}{W} = \frac{\gamma_{f1} \left(\frac{G}{l_p} + \gamma_{ж} \pi \cdot r_2^2 \right) \cdot \left(\frac{l_0^2}{8} - c_1^2 \right)}{\pi \cdot r_2^2 t} \quad (18.23)$$

σ_1'' - резервуар тубида суюқлик ва қўшимча газ босимларидан ҳосил бўладиган кучланиш.

$$\sigma_1'' = \frac{\pi \cdot r_2^2 (\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{ж} r_2)}{2\pi \cdot r_2 \cdot t} = \frac{(\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{ж} r_2) \cdot r_2}{2 \cdot t} \quad (18.24)$$

Бу ерда $\gamma_c = 0,8$ иш шароитини эътиборга олувчи коэффицент.

$W = \pi \cdot r_2^2 t$ корпусни доира кесимини момент қаршилиги.

$l_0 = 0,586 \cdot l$ - таянч оралиғидаги масофа.

L – резервуарни ҳисобий узунлиги.

C – консол узунлиги.

G – корпус оғирлиги.

18.3.5. Сферасимон резервуарлар

Сферасимон резервуарлар суюқ газларни сақлаш учун қўлланилади ички қўшимча босим 250 кПа таъсир этишликка ҳисобланади. Ҳажми 600м³ дан – 4000м³ гача бўлиши мумкин.

Сферасимон резервуарларни яратиш қийинроқ цилиндрик резервуарларга нисбатан меҳнат сарфи сферани алоҳида варақларга бўлинишига боғлиқ (бичишига) параллел меридионал ёки меридионал бўлиши мумкин. Элементларни (варақларни) қалинлиги 36мм гача бўлган, шарсимон вальцовкаларда ишлов берилади ёки иссиқ ҳолатда пресс ёрдамида шар шаклига келтирилади. Олдин варақлар бир – бири билан вақтинча бириктирилиб шар шаклига келтирилади кейин автоматик тарзда пайвандланади. Ҳамма чокларни зичлиги, мустаҳкамлиги ва сифати текширилади.

Сферасимон резервуарлар таянч доирага ёки устунлар тизимига таянади. Устунларни труба ёки қўштаврлардан тайёрлаш мумкин, агар резервуар алоҳида устунчаларга таянса, ҳарорат ўзгаришидаги силжишлар, ишлашига таъсир кўрсатмайди.

Резервуарни девори, газдан ва суюқликдан ҳосил бўладиган босимларни эътиборга олиб, қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\sigma = \sigma_1 = \sigma_2 \equiv \frac{[\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \gamma_{\text{жс}} (1 - \cos \varphi) 2 \cdot r] \cdot r}{\gamma_c 2t} \leq R_y \quad (18.25)$$

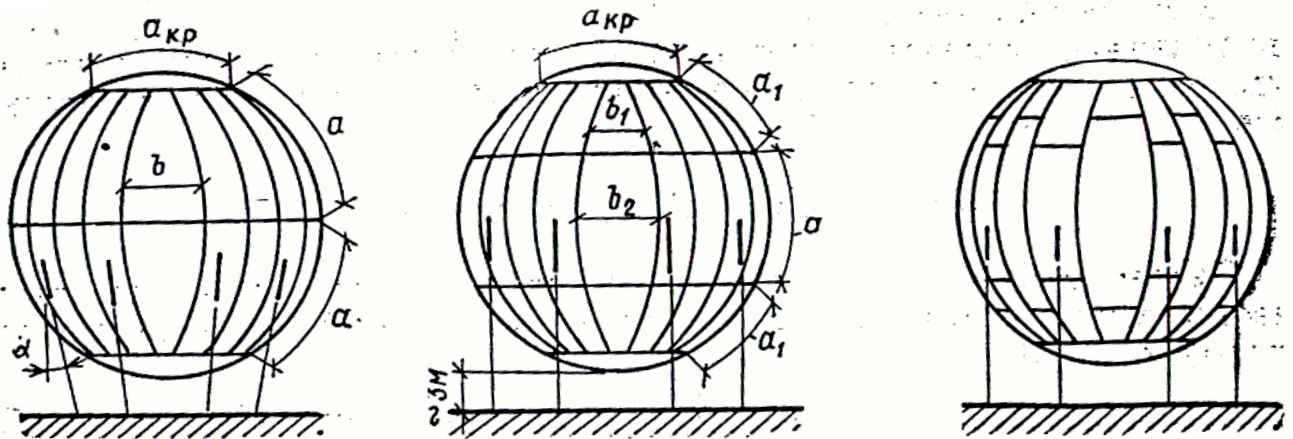
Бу ерда: φ – бурчак, суюклик қайси баландликда тўлдирилганлигини эътиборга олувчи коэффициент.

Талаб қилинган девор қалинлиги қобикнинг энг пастки нуқтасидаги босимга ҳисобланади ва у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$t = \frac{[\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{\text{жс}} (1 - \cos \varphi) \cdot 2r] \cdot r}{2\gamma_c \gamma_n R_{wf}} \quad (18.26)$$

бу ерда: $\gamma_c = 0,7$ резервуарни иш шароитини эътиборга олувчи коэффициент.

γ_n – портлаб кетиши бўйича ишончлилик коэффициенти.



$\gamma_{f2} = 1,1$ $\gamma_{f1} = 1,2$ юк бўйича ишончлилик коэффициенти

Девор қалинлигини 2мм га кўпроқ қабул қилиш керак бўлади, чунки вальцовка ёки штамп вақтида камайиши мумкин.



18.15 – расм. Сферасимон резервуарлар.

18.4. Газгольдерлар

Газгольдерлар газларни сақлаш, аралаштириш учун ишлатилади. Улар газ таъминлаш тизимига уланади. Газ олинадиган манба билан ва уни истеъмолчилари орасида аккумулятор, газ ишлатилишини тартибга солувчи бўлиб хизмат қилади.

Конструкцияси ва характери жиҳатидан газгольдерлар икки гуруҳга бўлинади:

- 1) Ҳажми ўзгарувчан газгольдерлар,
- 2) Ҳажми ўзгармайдиган газгольдерлар.

Ҳажми ўзгарувчан газгольдерларда нормал газ босими 400мм (0,04 кг/см²) дан ошиб кетмайди. Шунинг учун бу газгольдерларни паст босимли газгольдерлар дейишади.

Ҳажми ўзгармайдиган газгольдерларда ички газ босими 2,5 дан 20 кг/см² гача ўзгаради. Бошқа сўз билан айтганда ўрта ва баланд босимли газгольдерлар дейишимиз мумкин.

Газгольдерларни конструктив шакли цилиндрик вертикал ва горизонтал, сферасимон бўлишлиги мумкин.

Уларни ҳисоби ҚМҚ 2.03.05 – 97 ни тавсиялари бўйича биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатларни эътиборга олиб ҳисобланади.

Цилиндрик газгольдерларни корпус қалинлиги қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

Девор қисмини қалинлиги

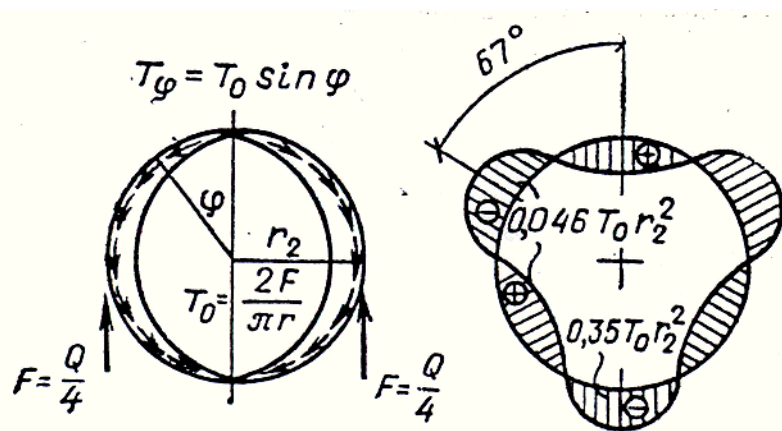
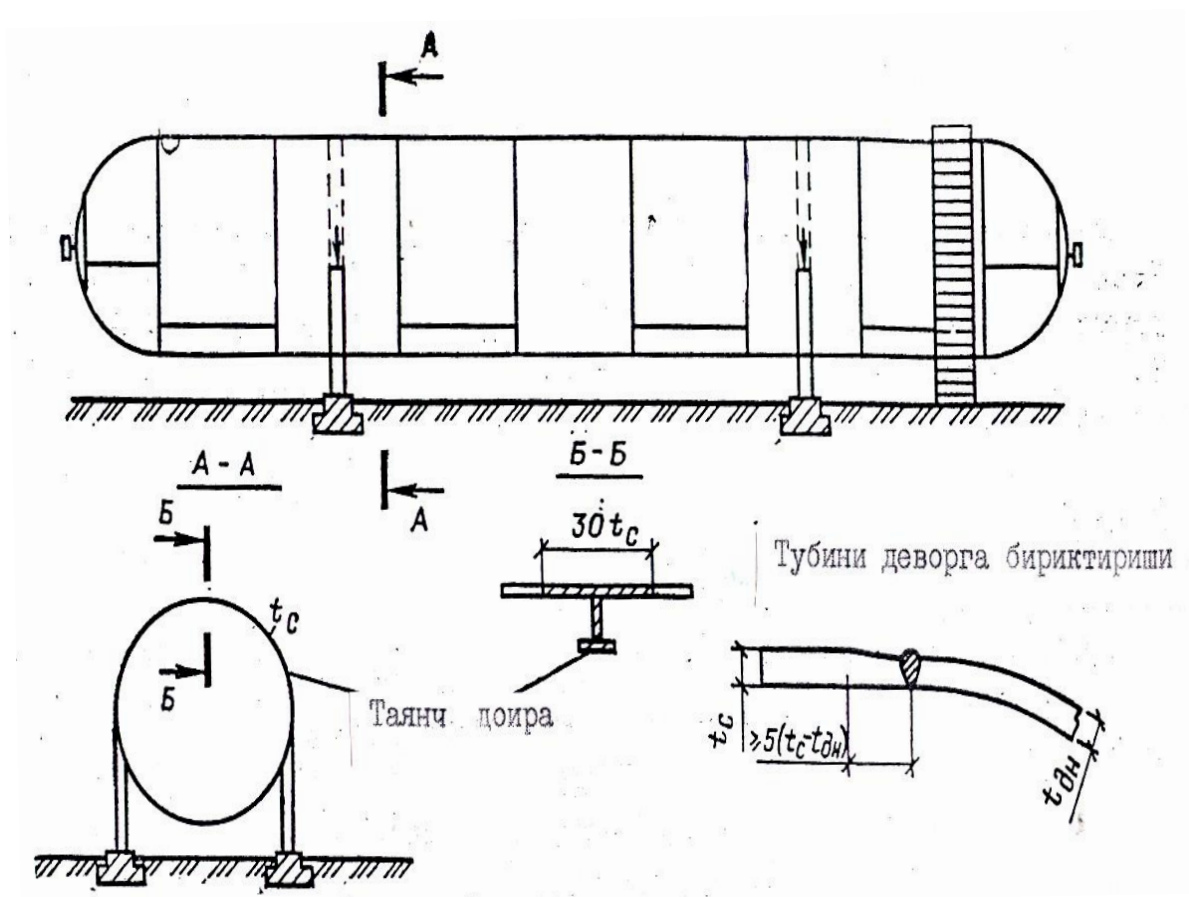
$$t = \gamma_{f2} P_u D / 2 \cdot \gamma_c \cdot R_y \quad (18.27)$$

Сферик туби қисмини қалинлиги

$$t_c = \gamma_{f2} P_u D / 4 \cdot \gamma_c \cdot R_y \quad (18.28)$$

$\gamma_c = 0,7$ иш шароитини эътиборга олувчи коэффициент.





18.16 – расм. Горизонтал цилиндрик газгольдер.

18.5. Бункерлар ва силослар

Тўкилувчан, сочилувчан ашёларни сақлаш учун бункер ва силослардан фойдаланишади. Булар бир – биридан ҳажми билан фарқ қилади. Силоснинг ҳажми бункерга нисбатан каттароқ бўлади. Агар $h \leq 1,5d$ бўлса бункер деб, $h > 1,5d$ бўлса силос деб аталади.

Бункерлар режада кўпинча квадрат ёки тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Бункерлар баъзан ёнма – ён жойлаштирилиб, кўп ячейкали бункерларни ташкил этади.

Бункерларни тўлдириш механик ёки пневма насос ёрдамида тепа қисмидаги тешик орқали бажарилади. Бўшатиш сочилувчи ашёни босимини эътиборга олиб пастки қисмида жойлашган тешик орқали бажарилади. Пастки қисми пирамидага ўхшаш бўлиб бўшатиш тешиги доира, квадрат, тўртбурчак шаклда тугади.

Бўшатиш тешикни ўлчами куйидаги формула орқали аниқланади.

$$a_0(D) = k \cdot (b + 80) \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (18.29)$$

бу ерда a_0 – квадратни томони мм да.

D – доирани диаметри мм да.

K – коэффициент 2,4÷2,6

b – сочилувчи ашёни каттароқ донини бўлагини ўлчами

φ – сочилувчи ашёни ёйилиш бурчаги.

Бўшатиш тешикни ўлчами 300 мм÷1500 мм гача бўлиши мумкин.

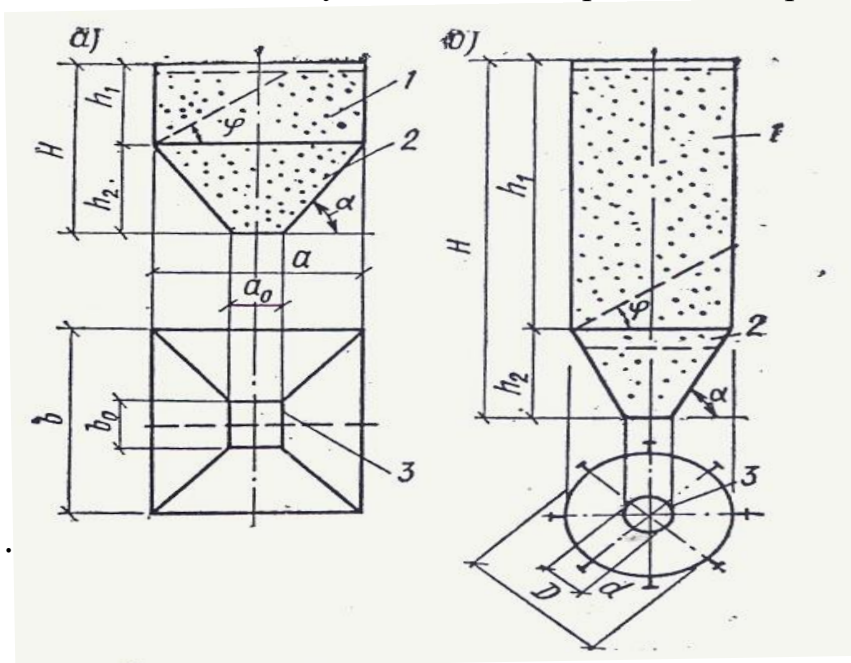
Қаттиқ бўлаклик ашёларни сақловчи бункерларни ички девори сийқаланишдан асраш учун махсус пўлатлар билан қопланади.

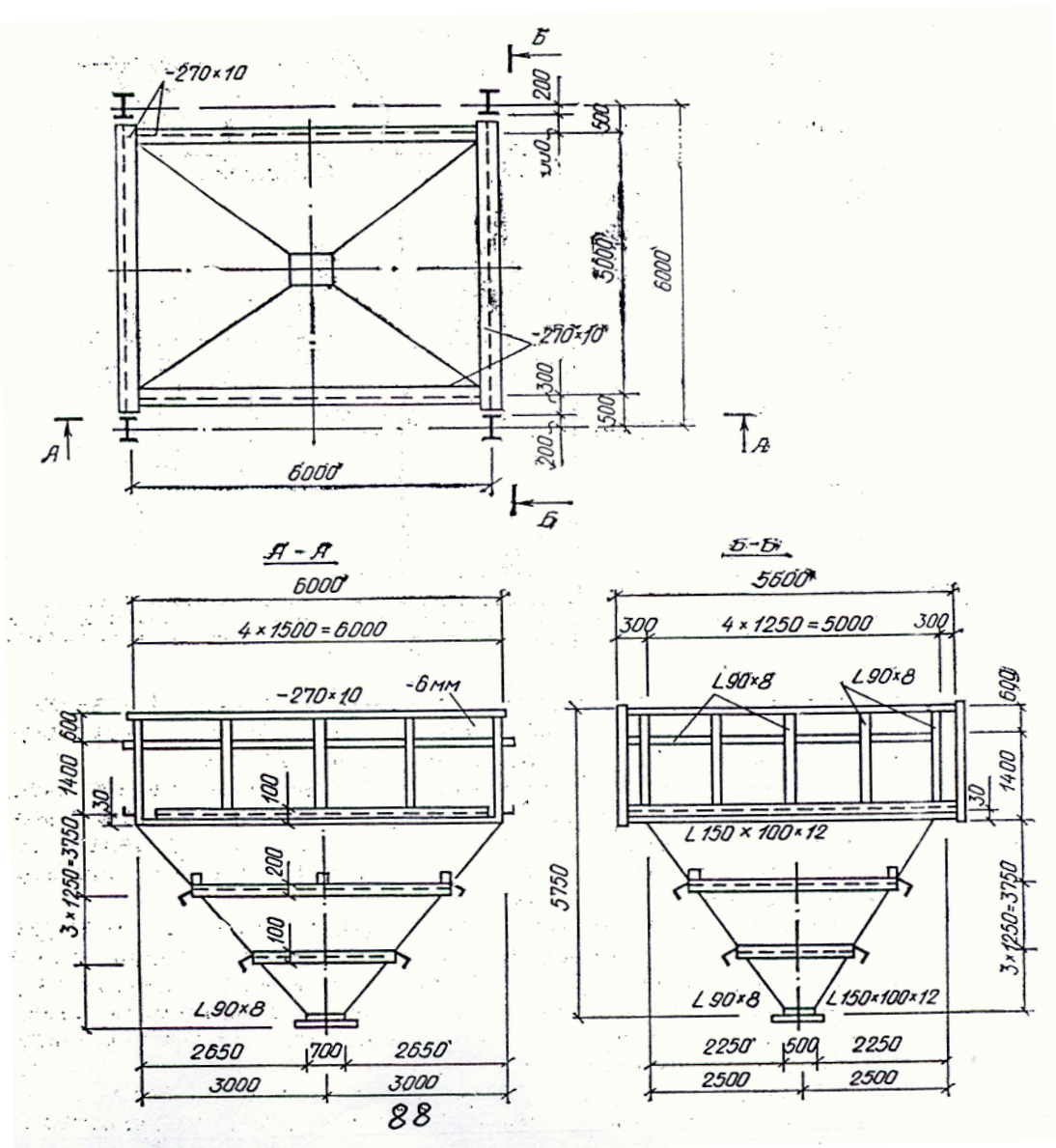
Бункерлар одатда устунларга ўрнатилади. Бункерларнинг кенг тарқалган ўлчамлари: $a=6 \div 8\text{м}$, $h=9 \div 12\text{м}$.

Бункер деворлари мураккаб кучланиш ҳолатларида бўлади: ташқи юклар таъсири ҳолатида, сочилувчи ашёларнинг босими P таъсири ҳолатида. Ўзи ҳар бир девор икки йўналишда чўзилиш ва эгилишга ишлайди. Ҳисоблашда бункер деворларининг хусусий оғирлиги ҳам эътиборга олинади.

Силослар баландлиги билан бункерлардан ажралиб туради. Режада кўпинча доира шаклига эга бўлади. Кичик ҳажмли силослар квадрат шаклида тайёрланиши ҳам мумкин. Доиравий силослар тарҳда бир қатор ёки шахмат шаклида жойлаштирилиши мумкин. Силосларнинг диаметри унда сақланадиган ашёнинг хилига қараб 6м дан 18м гача бўлиши мумкин.

Бункерлар ва силосларни мустаҳкамлигини ва девор биқирлигини ошириш мақсадида ҳам призма қисмида ҳам пирамида қисмида горизонтал биқирли қовурғалар бурчакликлардан тайёрланган бир неча баландликларда ўрнатилади. Шундай қилинса девор эгилиши, сочилувчи ашё юк таъсирида чекланади ва ҚМҚдаги қўйилган талабларга жавоб беради.





18.1 – расм. Бункер ва силослар

19 - боб. БАЛАНД ИНШООТЛАР

Баланд иншоотлар деб баландлиги кўп марта катта бўлган кўндаланг кесимидаги ўлчамларга қараган конструкцияларни айтади. Баланд иншоотларга радио, телевидениялар учун қурилган миноралар, электр симларни кўтариб турувчи ва ёритиш учун ўрнатилган устунлар, бурғилаш ишлар учун қурилган миноралар, сув босими миноралар, тутун чиқадиган қувурлар, ҳаво алмаштириш учун ўрнатилган (вентиляция) қувурлар, радио ва алоқа мачталар, ва бошқа шунга ўхшаш конструкциялар киради. Конструктив схемаси бўйича ҳамма баланд иншоотлар икки турга минора ва мачталарга бўлиниши мумкин.

Минора деб, биқирлиги етарли даражада бўлган, пастки қисми билан махсус пойдеворларга мустаҳкам бириктирилган баланд иншоотларни айтади.

Баланд иншоотни устуворлиги махсус тортқичлар тизими орқали таъминланган конструкцияни мачта деб айтади.

Баланд иншоотлар асосан шамол босимидан ҳосил бўладиган горизонтал таъсир этаётган юкларга ишлайди.

Мачта ва баъзи минораларда, тепа қисмида юк борлиги, масалан сув босими минораларда вертикал юк катта таъсир кўрсатиши мумкин.

Минораларни кўпинча панжарали қилиб фазовий фермаларга ўхшаш уч ёки тўрт томонли, гоҳида кўптомонли қилиб лойиҳалаштирилади. Томонларни сони кўпайган сари пўлатни сарф ҳаражати ошади.

Минорани устуворлигини таъминлаш ва элементларига бир меъёрга юк тақсимланиш учун ва тепа қисмидан пастки қисмигача эгувчи моментни кўпайиб боришлигини эътиборга олиб пастки қисмини кенгайтириб лойиҳалаштирилади.

Томонлардаги кескин бурилишлар конструкцияни мураккаб ечимларга олиб келади, шунинг учун минорани пирамида шаклида тайёрланади. Пастки қисмининг биқирлиги етарли даражада ва тежамли чиқишлигини эътиборга олиб, ўлчамлари қуйидаги ораликда $\left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{6}\right)h$ олиш тавсия этилади. Пастки қисми кенг бўлган сари моментдан ҳосил бўладиган куч камаё бошлайди, пўлат сарфи ҳам камаёди.

Минорани тепа қисми эини иложи борица камроқ қилиш тавсия этилади, бу билан шамол юки таъсири камаёди ва элементларда ҳосил бўладиган ҳисобий куч миқдори ҳам камаёди.

Тепа қисмини кесим юзасини уч бурчаклик қилиб панжарасига тиргаклар тизимидан фойдаланиш тавсия этилади, чунки қирраси кенгрок бўлганда ромб ёки ярим тиргак ва шпренгельлардан фойдаланиб элементни ҳисобий узунлигини камайтириш ва талаб қилган эгилувчанликка келтириш имконияти бор.

Агар боғлович элементлар сифатида ҳоц панжарали, эгилувчан олдиндан зўриктирилган тирговичлардан фойдаланса, пўлат сарфи анча тежамли чиқади.

Агар архитектура ёки бошқа талабларга кўра минорани эни кам бўлишини талаб қилинса, унда стволини яхлит деворли қилиш тавсия этилади. Мисол учун, Москва шаҳридаги марказий стадионни ёритиш учун ўрнатилган устунларни келтиришимиз мумкин.

Мачта марказий пойдеворга таянган устун билан бир неча, анкер пойдеворларга маҳкамланган, тортқичлардан иборатдир. Иншоотни вазифасига ва баландлигига қараб яруслар сони ва оралиғидаги масофаси ўрнатилади, тортқичларни стволга маҳкамладиган жойлари кўрсатилади.

Одатда мачта стволини уч ёки тўрт томонли призма шаклида кўндаланг кесимини ўлчамлари темир йўли транспортига мосладиган қилиб лойиҳалаштирилади.

Асосий элементларни бир – бирига боғлашда, кенг тарқалган хочли панжарадан ташқари, эни катта бўлмаган қиррали стволни маҳкамлашда учбурчак ва тиргакли тизимли панжарадан фойдаланишади. Гоҳида мачта стволини яхлит деворли цилиндр шаклли қувурга ўхшаш қилиб тайёрланади.

Пўлат сарфи бўйича энг тежамли стволи уч томонли яруслардан тортқичлар уч томонга йўлланган, мачта ҳисобланади. Лекин тўрт томонли тортқичи мачталарга қараганда тортқичларни ярусларда маҳкамлаш ва мачта стволини лойиҳавий ҳолатига келтириш анча қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун

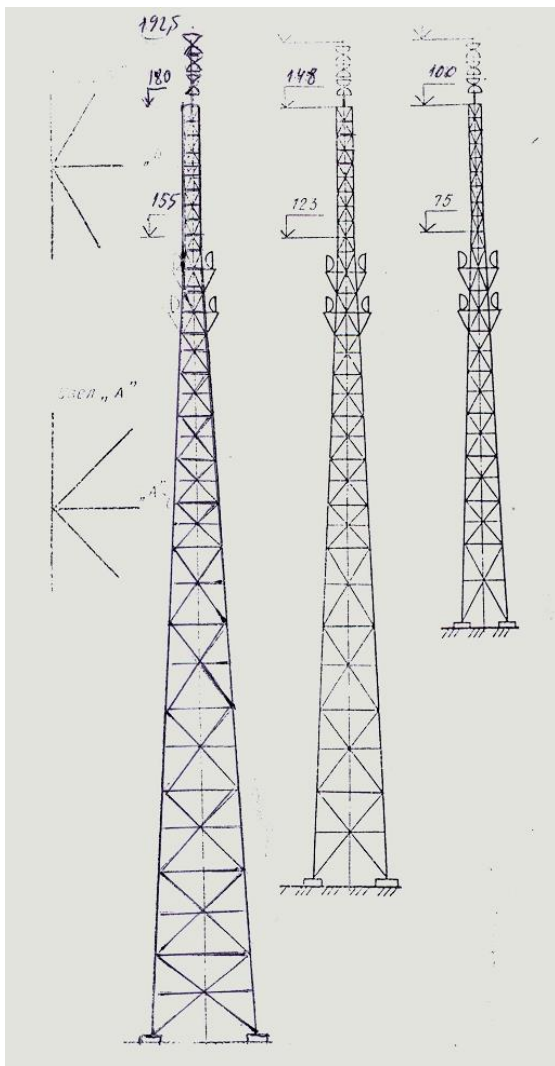
тўрт қиррали мачталардан ҳам фойдаланилади, айниқса кўтарувчи элементлар сифатида бурчакликлар танланган бўлса.

Мачталар минораларга қараганда пўлат сарфи бўйича тежамли ва арзон. 150м гача бўлган баланд иншоотни қурилишига мачталардан фойдаланилса 20 – 30% гача тежамли бўлади минораларга нисбатан. Қанчалик иншоот баланд бўлса, шунчалик минора билан мачтанинг таннарҳини фарқи катта бўлади. Лекин мачта иншоотларни ўзига яраша камчиликлари ҳам бор. Биринчи навбатда тортқичлардаги зўриқиши устидан доимий назорат бўлиши шартлиги. Иккинчидан тортқичлар тизими борлиги туфайли, ажратиладиган қурилиш майдони катта бўлишлигидир. Шунинг учун катта шаҳарларда ва аэродром ёнларида мачталар қурилмайди.

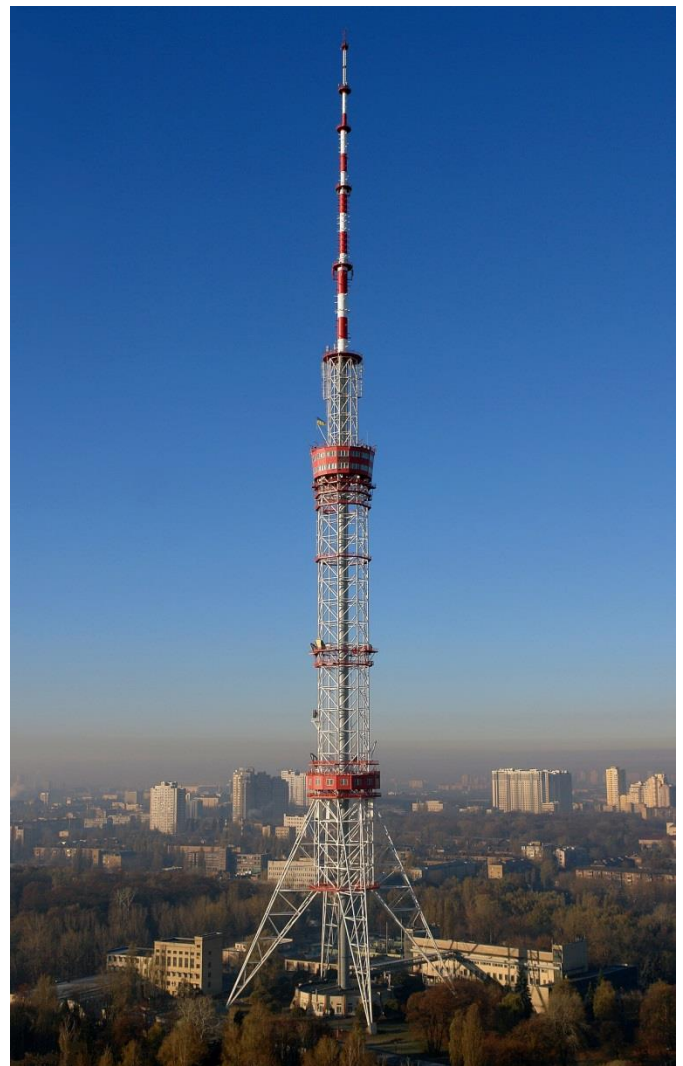
19.1. Миноралар

Биринчилар қаторида баландлиги 160м ли В.Г.Шухов лойиҳаси бўйича Москва шаҳрида қурилган радио минорасини келтиришимиз мумкин. Бу иншоот 1921 йилда қурилган, асосий кўтарувчи элементлар сифатида швеллердан фойдаланилган, доира бўйича ўрнатилган. 1930 йилларда радио миноралар қурилиши авжига олган ва асосий кўтарувчи элемент сифатида бурчакликлардан фойдаланилган, кейинроқ илмий изланишлар натижалари асосий кўтарувчи элементлар сифатида қувурлар ишлатилса, минора қурилишида фойдалироқ бўлишини кўрсатди.

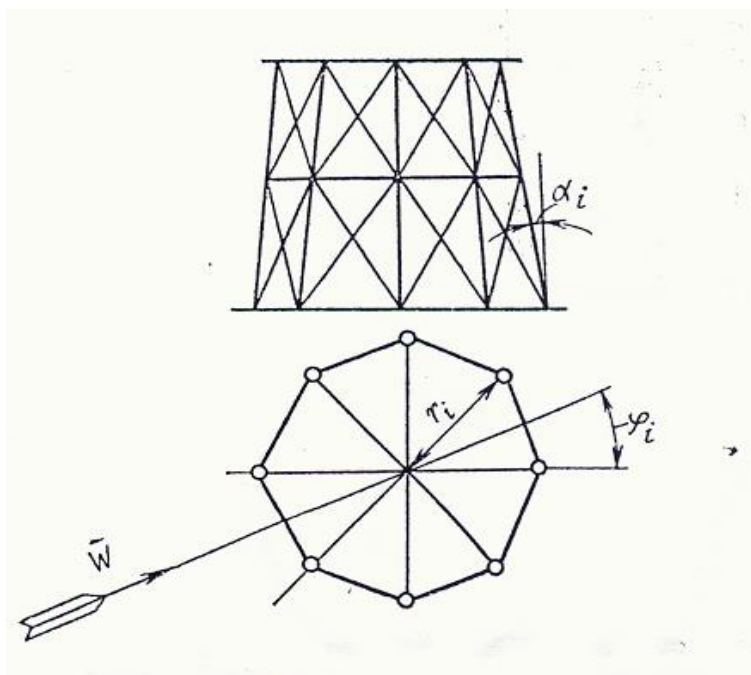
Биринчи қувурлардан фойдаланиб қурилган минора 205м га тенг бўлиб, у 1942 йилда яратилган. Унинг шакли, учи кесилган уч қиррали пирамидага ўхшайди, асосини кенглиги 15,5м ни ташкил қилади. Белбоғ устунлари қувурлардан тайёрланганлиги учун, пўлатни сарф харажати тўрт қиррали бурчакликлардан фойланиб тайёрланган минорага қараганда икки баровар кам. Уч қиррали миноралар пўлат сарфи бўйича энг тежамли бўлишига қарамасдан алоқа антенна иншоотларни қурилишида тўрт қиррали миноралардан фойдаланилади. Чунки бу шакл бўйича тайёрлаш имконияти, айниқса белбоғи бурчакликлардан ишлатилса осон ва қулай бўлади.



19.1 – расм. Тўртқиррали телеминорани типли схемаси.



19.2 – расм. Киев шаҳридаги 392м ли телеминора.



19.3 – расм. Кўпқиррали минорани белбоғида ҳосил бўладиган кучни аниқлаш учун схема.

1954 йилдан бошлаб катта шаҳарларда телеминоралар қурилиши бошланди. Конструктив тузилиши ва шакли асосан тайёрлаш технологияси ва қуриш имкониятлари ундан ташқари архитектура режа ечимларига қараб танланган. Қурилган телеминоралардан қуйидагилари эътиборга сазовардир: 1966 йилда Санкт – Петербург шаҳрида қурилган баландлиги 325м.ли телеминорани тузилиши олти қиррали пирамидага ўхшайди. Ҳамма элементлари қувурлардан тайёрланган $d=133\div 426$ мм. Элементларни бир – бирига бириктирилиши электр ёйи орқали бажарилган. Минорани оғирлиги 1043т ташкил қилади.

Европада пўлат конструкциясидан фойдаланиб қурилган энг баланд телеминора Киев шаҳрида 1973 йилда қурилган. Минорани танаси саккиз қиррали бўлиб уни диаметри 20м га тенг бўлган доира ичида жойлашиб, тўрт таянчли фазовий конструкцияга бириктирилган. Минора юқори мустаҳкамли пўлатлардан $R_y=600$ МПа тайёрланган ва конструкциясини қурилишида қувурлардан фойдаланилган. Ҳамма элементларни бир – бирига бириктирилиши электр ёй орқали бажарилган. Минорани оғирлиги 2600т га тенг.

Яхлит электр ёйи орқали бириктирилиб яратилган телеминорани баландлиги 275м га тенг. У 1975 йили Тбилиси шаҳрида қурилган, вертикал цилиндрик тузилишга эга бўлган стволини диаметри 4м га тенг. Ствол 151м баландликда иккита тирговичлар билан бириктирилиб устуворлиги таъминланган. Минора 8 балли зилзилабардошликка ҳисобланган. Пўлат сарфи 1273т ни ташкил қилган.

Ереванда 1978 йили қурилган 312м ли телеминора ўзини қизиқарли ечими билан ажралиб туради. Пастки 130м гача бўлган қисми уч қиррали пирамидага ўхшаш қилиб тайёрланган учта белбоғлари қувурлардан иборат бўлиб, улар бир – бири билан боғловчи элементлар билан маҳкамланган. Ўрта қисми 173м гача бўлгани олти қиррали пирамидага ўхшаш қилиб тайёрланган. Юқори қисмини яхлит қувурдан юзасини ўзгарувчан қилиб лойиҳалаштирилган. Вертикал ўқи бўйича диаметри 4м га тенг цилиндр тузилишига эга бўлган стволи жойлаштирилган. Қурилишига 1705т пўлат сарфланган.

Алма – Ата шаҳридаги телеминора 1982 йили қурилган, баландлиги 360м га тенг. Стволи бир неча цилиндр тузилишига эга қисмлардан иборат диаметрлари 18,5м дан 9м гача ўзгариб борган.

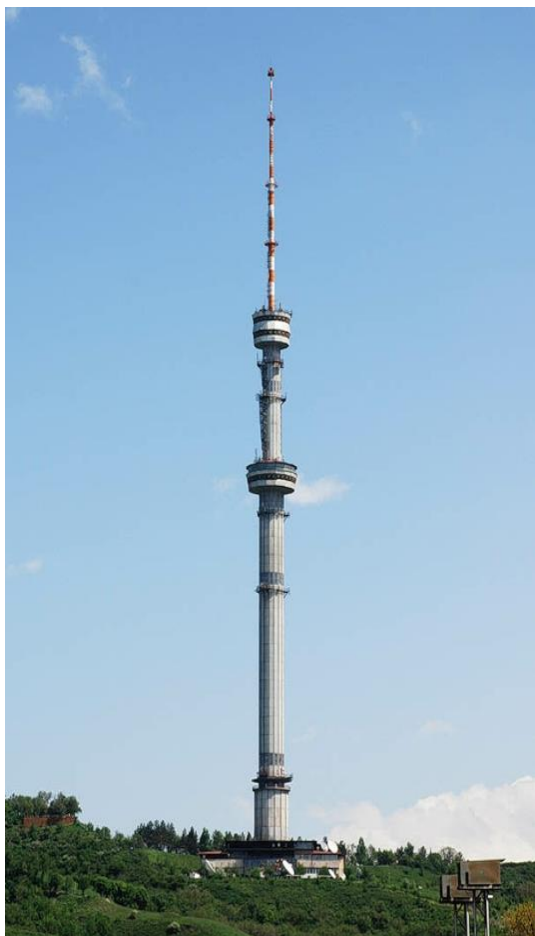
Стволни конструктив ечими панжарали призма шаклида бўлиб асосий кўтарувчи элементлари сифатида электр ёйи орқали бириктирилган қўштаврлардан фойдаланилган. Оқувчанлиги бўйича нормал қаршилиги 440 МПа га тенг бўлган маркали пўлат материали ишлатилган. Аэродинамик таъсирларни камайтириш мақсадида стволни панжарали қирралари алюминий варақлари билан қоплаган. Қурилишига 3700т пўлат сарфланган.



19.4 – расм. Тбилиси шаҳридаги 275м.ли телеминора.



19.5 – расм. Ереван шаҳридаги 312м.ли телеминора.



19.6 – расм. Алма – Ата шаҳридаги 360м.ли телеминора.



19.7 – расм. Тошкент шаҳридаги 350м.ли телеминора.

1983 йилда Тошкент шаҳрида қурилган баландлиги 350м га тенг бўлган телеминора ўзига хос оригинал конструктив ечимига эга. У марказий асосий кўтарувчи элементлари қувурлардан иборат бўлган панжарали стволга эга. Стволи, яхлит деворли ўзгарувчан кесимли, учта тиргак билан устиворлиги таъминланган. Қурилишига 2900т пўлат сарфланган.

19.1.1. Минораларни конструктив ечимлари ва ҳисоблаш асослари

Юқорида кўриб чиқилган мисоллардан кўриниб турибдики, минораларнинг конструктив ечимлари ҳар-хил бўлиши мумкин.

Панжарали тўрт қиррали пирамида тузилишига эга бўлган миноралар қурилишда кенг тарқалган бўлиб ҳисобланади.

Унча баланд бўлмаган ва техникавий жихозлари оғир бўлмаган минораларни қурилишида уч қиррали стволдан фойдаланишади. Баланд иншоот қурилишида ва техникавий жихозлари оғир бўлганда кўп қиррали миноралардан фойдаланиш зарур.

Маълумки минораларни белбоғлари қувурлардан иборат бўлса, унда боғловчи элементлар сифатида хоч панжарали эгилувчан олдиндан зўриқтирилган доира кесимли тирговичлардан фойдаланса пўлат сарфи анча тежамли чиқади. Агар белбоғлари бурчаклик ёки бошқа профил прокатидан иборат бўлса, унда боғловчи элементлар сифатида учбурчак ва ромб панжарали тирговичлардан фойдаланилади.

Хуллас, минорани конструктив ечими ва асосий кўтарувчи элементларини тузилиши шундай танланиш керакки, натижада иншоотни аэродинамик қаршилигини камайтиришга олиб келсин, устуворлиги етарли ва тежамли бўлиб чиқсин.

Минорани яхлит бир фазовий статик аниқ система деб қараб кесимларида ҳосил бўлаётган кучланишларни аниқлашади.

Ички элементларни ҳисоблашда статик ноаниқ система деб хоч панжарали миноралар ҳисобланади. Лекин уларни ҳисоблашда тирговичлардаги олдиндан зўриқтирилган куч эътиборга олинади.

Ҳисобни осонлаштириш мақсадида минорани 10÷20м ли қилиб алоҳида қисмларга бўлишади. Ҳар бир қисмнинг асосида, ташқи юклар энг ноқулай биргаликда таъсир этишлиги натижасида, ҳосил бўлаётган ҳисобий эгивчи моментни, қирқувчи ва бўйлама таъсир этувчи кучлар аниқланади.

Минорани ҳар бир белбоғида (кўтарувчи элементида) ҳосил бўлаётган сиқувчи куч N_c қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N_c = \frac{2 \sum M_i \cos \varphi_i}{n \cdot r_i \cdot \cos \alpha_i} + \frac{\sum P_i}{n \cdot \cos \alpha_i} \quad (19.1)$$

бу ерда: ΣM_i – минорани i кесимидаги ҳамма эгувчи моментларни йиғиндиси

ΣP_i – ҳамма бўйлама таъсир этаётган кучларни йиғиндиси бунга минора стволини тепа қисмини оғирлиги ва техникавий жиҳозларни оғирлиги киради.

n – қирраларнинг сони.

19.2 Мачталар

Алоқа учун антенна сифатида, айниқса баландлиги 150м дан ортиқ бўлган иншоотлар қурилишида мачталардан фойдаланилади. Уларни тайёрлаш учун пўлат ҳажми минораларга нисбатан кам сарфланади ва арзон тушади. Мачта марказий пойдеворга таянган ствол билан бир неча анкер пойдеворларга маҳкамланган тортқичлардан иборатдир. Тортқичлар стволни вертикал ҳолатда ушлаб туриш учун ўрнатилади.

Радио техник аппаратларнинг ишлатилиш талабларига кўра ствол ва тортқичлар ердан изоляция ҳолатида бўлишлиги талаб этилса, унда чинни изоляторлардан фойдаланилади.

Мачта стволни кўпинча панжарали призма тузилишга ўхшаш уч ёки тўрт қиррали бўлади.

Бундай конструктив шакл тайёрлаш учун ҳам монтаж ишларини бажариш учун жуда қулай.

Баъзи бир ҳолатларда радио техник аппаратларининг ишлатилиши талабларига кўра стволни яхлит қувурсимон кесимли қилиб яратилиши талаб қилинади.

Томони эни ёки стволни диаметри шундай қабул қилиниши керакки, асбоб ускуналарни ўрнатиш ва улардан фойдаланиш жараёнида қулайликлар бўлсин.

Стволни бикирлиги етарли даражада бўлишлиги учун яруслар узунлиги ва тортқичлар орасидаги масофа тўрт томонлигида $40b$ дан ва уч томонлигида $30b$ дан ошмаслиги лозим (b - томонни эни).

Уч томонли мачталар ҳар ярусидан уч томонга йўлланган тортқичлар билан маҳкамланади, тортқичлар оралиғидаги бурчак 120° ташкил қилади. Тўрт томонли мачталарда бир- бирига перпендикуляр текислиги бўйича ўрнатилган тортқичлар билан маҳкамланади.

Мачта стволини белбоғлари бурчакликлардан ёки қувурлардан иборатдир. Панжарасини тайёрлашда текис доира ёки квадрат кесимли арматурадан ҳам фойдаланилади.

19.2.1. Мачтани ҳисоблаш асослари

Мачталарни лойиҳалаштирилиши технологик топшириққа асосланиб бажарилади. Унда қандай баландликда мачтани ўзи бўлишлиги қайси баландликда техникавий аппаратлар ўрнатилиши уларни оғирлиги стволни чегаравий силжиши ва бошқа талаблар қўйилади. Ҳисоблашдан олдин мачтани тузилиши, конструктив схемаси ва асосий кўтарувчи элементларни ўлчамлари тайинланиб шамол босимини аниқлаш учун ўрнатилади.

Мачтани ҳисоблашда ствол билан тортқичларни алоҳида ишлаётган элементлардек қараб ҳисоблашади. Тортқичларда ҳосил бўлаётган кучни аниқлаш учун мачтани кўп оралиқ тўсиндек қараб ҳар бир ярусларда шарнир таянчи бор деб шамол юкига ҳисоблашади.

Шамол йўлланишидаги тортқичда ҳосил бўлаётган куч қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N_{Ti} = KR_{oi} / \sin \alpha_i \quad (19.2)$$

бу ерда: R_{oi} – i -таги тугундаги тўсинларни таянч реакцияларини йиғиндиси.

K – тортқичдаги бошланғич кучланишни эътиборга оладиган коэффициент уни 1,2 тенг қилиб олишади.

Тортқич учун арқон диаметрини белгилашда тортқичдаги куч кўтариш қобилятини ярмига тенг деб ҳисобланади. Мачта стволини ўлчамлари қуйидаги момент ва бўйлама куч учун ҳисобланади:

$$M = 0,1 \cdot q \cdot l^2 \quad (19.3)$$

$$N = 0,5 \sum N_{Ti} \cdot \cos \alpha_2 + N_c + N_{об} \quad (19.4)$$

бу ерда: q – ўртача шамол босими.

$\sum N_{Ti} \cos \alpha_2$ – тортқичлардан ҳосил бўлаётган кучларни йиғиндиси вертикал қисми.

N_c – мачтани ўз оғирлигидан ҳосил бўлаётган вертикал куч.

$N_{об}$ – радио аппаратлардан ҳосил бўлаётган вертикал куч.

Мачта стволини ҳисобий схемаси ўзи эластик кўп оралиқли стержен бўлиб, силжимайдиган пойдеворга таянган, тортқичлар тизими ёрдамида вертикал ҳолатда ишлаётган элементдир деб ҳисобланади.

Мачтани ишлашига кўп омиллар ҳисобда эътиборга олмаганлиги таъсир кўрсатади. Мачта тортқичлари билан ўзи кўп марта статик ноаниқ системадир, биринчидан тортқичлардаги зўриқиш кучи ноаниқдир, иккинчидан тортқичларни стволга бириктирилган нуқталарни горизонтал силжишлиги ва ўша бириктирилган кесимларда ҳосил бўладиган моментларни ноаниқлигидир.

Хуллас, буларни аниқлаш учун 2 n статик тенгламалар тузилиши ва ечилиши керак бўлади. $m \cdot n$ бирга силжишлар бўйича тенгламалар тузилиши ва ечилиши керак бўлади.

n – яруслар сони.

m – ҳар бир ярусдаги тортқичларни сони.

Мачтани ҳисоблашда ҳар хил усуллардан фойдаланишади. Масалан тортқичларда бошланғич зўриқишини тайинлаш йўли. Бу усул бўйича биринчи навбатда тортқични хили ва диаметри белгиланади, бошланғич кучланиш ва тортқич кучи аниқланади.

Бирга силжишлиги ва тугунда ҳамма кучларни йиғиндиси бўйича тузилган тенгламаларни ечиб, таянч моментларни ва тугунларни силжишлиги аниқланади.

Тортқичларни кесим юзасини ва тортқич кучини ҳам ўзгартириб оқилона ечимига яқинлашиб бораверади, биринчи навбатда шунга интилиш керакки таянчларда моментлар оралиқдаги моментларга тенглашсин.

Иккинчи усул бўйича мачтани стволидаги эгувчи момент эпюраси олдиндан тайинланади ва шу эпюралар бўйича эгилиши, тугунлардаги таянч реакциялари ва тортқичлардаги ҳосил бўлаётган кучлар аниқланади. Мачта стволига энг ноқулай биргаликда юklar таъсирини эътиборга олиб ва бирга ишлашлиги ва тугунда ҳамма кучларни йиғиндиси бўйича тузилган тенгламаларни ечиб ҳисобий эгувчи момент, бўйлама куч ва қирқувчи куч аниқланади. Ва шу ҳисобий кучлар бўйича мачта стволи мустаҳкамликка ва устуворликка текширилади.

19.3. Юқори қувватли электр узаткич таянчлари

Юқори қувватли 35 кВt дан кўп бўлган симлар орқали электрни ҳаводан узатиш учун пўлат таянчлардан фойдаланилади. Симлар таянчларга чинни ёки бошқа изоляторлар орқали бириктирилади.



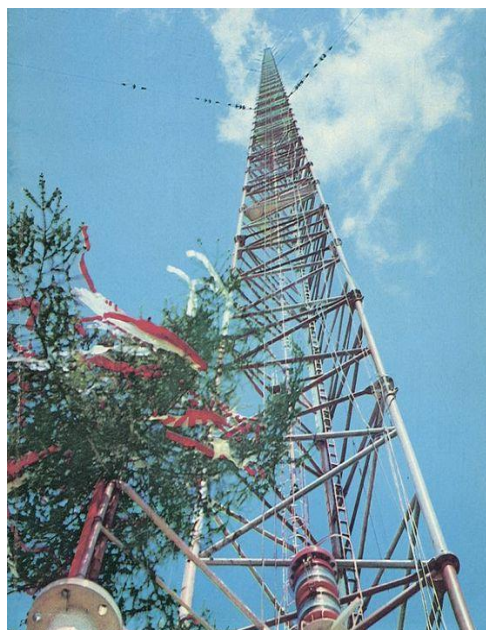
19.8 – расм. Электр узаткич устунлари.

Юқори қувватли электр узаткич таянчларни асосан учта иш тартибини эътиборга олиб ҳисобланади. Нормал (асосий юклар биргаликда таъсирини эътиборга олиб), монтаж вақтида (қўшимча юклар биргаликда таъсирини эътиборга олиб) ва авария (алоҳида юкларни биргаликда таъсирини эътиборга олиб).

Юқори қувватли электр узаткич таянчлари шамол юки, ўз оғирлиги ва симларни музлаши натижасида оғирлиги кўпайишдан ташқари битта ёки бир нечта симларни узилиб кетиши натижасида ҳосил бўладиган кучларни ҳам эътиборга олишимиз лозим бўлади. Конструктив ечими бўйича юқори қувватли электр узаткич таянчлари фазовий ишлаётган стерженли система бўлиб уларни ҳисоблашда ЭХМлардан фойдаланилади. Кўпинча асосий кўтарувчи элементларни тенг томонли бурчакликлардан тайёрланади. Агар баландлиги катта бўлса унда қувурлардан фойланилади. Белбоғларни устуворлигини таъминлаш мақсадида панжарали боғловчи элементлар ўрнатилади.



Дубай шаҳри.



Радио мачтаси.



Баланд бинони қурилиши.



Янги том конструкциясининг шакли.

ИШЛАШ ШАРОИТИ КОЭФФИЦИЕНТИ

1 – илова

Конструкциялар элементлари	Ишлаш шароити коэффициентлари γ_c
1	2
1. Яхлит кесимли тўсинлар ва фермани сиқилишга ишлаётган элементлари том ёпмаларнинг оғирлиги муваққат юкланишга тенг ёки зиёд бўлган вақтда	0,9
2. $\varphi_b < 1,0$ бўлган вақтда яхлит кесимли тўсинларни умумий турғунликка ҳисоблашда умумий мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашдаги яхлит тўсинлар	0,95
3.а) прокатли ва таркибли пайвандланган кесишувли, ҳамда болтлар (юқори пишиқликлардан ташқари)да бажарилган таркибли тўсинлар	1,1
б) биринчи банд бўйича тўсинлар (юқори пишиқликдаги болтлардаги тўсинлардан ташқари) билан пишиқлиги бўйича ҳисоблаш вақтидаги статик юкланишни ташувчи тўсинлар	0,95
4. Сув босими ҳосил қиладиган миноралар таянчларининг устунлари	0,95
5. Пишиқлик бўйича ҳисоблаш вақтида статик юкланишни ташувчи устунлар:	
а) прокатли, пайвандланган ва болтлар (юқори пишиқликдаги болтлардаги уланмалардан ташқари)даги таркибли кесишувли	1,1
б) 4 – банд бўйича устунлар (юқори пишиқликдаги	1,045

болтлардаги устунлардан ташқари)	
6. фермаларнинг мустаҳкамликни ҳисоблаш вақтидаги (букилган қувурсимон кесишувлардан ташқари) сиқилган	0,95
7. ≥ 60 эгилувчанлик вақтида бурчаклардан ташкил топган таркибли Т шаклли кесишувли (таянчлилардан ташқари) пайвандланган фермалар панжарасининг сиқилган асосий элементлари	0,8
8. Қоплама ва беркитишларнинг пайвандланган ўзакли конструкциялардаги тортилган элементлар	0,95
9. фермаларнинг пишиқлигини ҳисоблаш вақтида статик юкланишни ташувчи элементлари: а) биринчи банд бўйича беркитишлар фермаларининг пайвандланган ёки болтли (юқори пишиқликликдаги болтлардаги конструкциялардан ташқари) сиқилган элементлари б) оқувчанлик чегараси 440 МПа гача бўлган пўлатдан тайёрланган болтли фермалар (7 – банд бўйича)даги панжаранинг сиқилган элементлари в) пўлатдан қилинган болтли фермалар чўзилган ва сиқилган элементларининг оқувчанлик чегараси 440 МПа гача г) прокатли ва пайвандланган чўзилувчан элементлар	0,945 0,84 1,05 1,05
10. Прокатли пўлатдан қилинувчи узокқа чўзиладиган, тортиладиган, суриладиган, илгак	0,9
11. Якка тенг токчали ва тенг токчали бўлмаган (катта окча билан бириктириладиган) бурчакларнинг фазоли панжарасимон конструкциялар сиқилган элементларининг панжаралари: а) бевосита бир токчали камарларга бириктириладиган бурчаклар бўйлаб қўйилган пайвандланган чоклар билан ёки иккита ёки ундан ортиқ болтлар билан хоч шаклидаги панжара ҳовонлар, шунингдек учбурчакли ёки ярим ҳовонли панжара кашаклар биргаликдаги ёнма – ён тугун четлари орқали; биргаликда бўлмаган хочли ва учбурчакли панжаралар ҳовонлари, шунингдек ярим ҳовонли биргаликдаги ёнма – ён тугун четлари орқали б) бевосита камарга бир токча, бир болт билан (11,в бандда кўрсатилганлардан ташқари) бириктириладиган, шунингдек фасонка орқали бириктириладиганлар в) мураккаб кўндаланг панжарада болтли боғланмалар билан	0,9 0,8 0,75 0,7
12. Бир токча билан бириктириладиган (тенг токчали	0,75

бўлмаган бурчаклар учун фақат кичик тоқча билан),11 бандда кўрсатилган конструкция элементларидан ташқари якка бурчакли сиқилган элементлар ва якка бурчакли ясси фермалар, шунингдек ҳовонлар учбурчак панжараларининг фазоли конструкциялар биргаликдаги ёнма – ён тугун четлари орқали, бурчак бўйлаб қўйилган пайвандланган чоклар билан ёки иккита ёки ундан ортиқ болтлар билан	
13. Пўлатдан қилинган тутиб турадиган плиталар оқувчанлик чегараси 285 МПа (2900 кгс/см ²)гача бўлган статик юкни кўтариб турувчи қалинлиги: а) 40мм гача б) 40 дан юқори 60мм гача в) 60 дан юқори 80мм гача	1,2 1,15 1,1
Эслатма. Мазкур жадвалда шартлашилмаган ҳолатларда $\gamma_c=1,0$ ни қабул қилиш керак. Иш шароити $\gamma_c<1$ бўлган коэффициентни ҳисобга олинаётган вақтда эътиборга олинмайди.	

2 – илова

Симметриянинг иккита ўқли икки таврли тўсинлари учун ψ коэффициентлар

Ораликдаги сиқик камар мустаҳкамлиги миқдори	Ораликдаги юк тури	Юкланган камар	Ψ учун α қийматлардаги формулалар	
			$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Мустаҳкам-лагичсиз	Тўпланган	Юқори Пастки	$\psi=1,75+0,09 \alpha$ $\psi=5,05+0,09 \alpha$	
	Тенг тақсимланган	Юқори Пастки	$\psi=1,6+0,08 \alpha$ $\psi=3,8+0,08 \alpha$	
Икки ёки ундан ортиқ тенг қисмларга бўлинадиган ораликлар	Ҳар қандай	Ҳар қандай	$\psi=2,25+0,07 \alpha$	$\psi=3,6+0,04\alpha-3,5 \alpha$
Битта ўртада	Ўртада тўпланган	Ҳар қандай	$\psi=1,75 \psi_1$	$\psi=1,75 \psi_1$
	Чорактада тўпланган	Юқори Паст	$\psi=1,14 \psi_1$ $\psi=1,6 \psi_1$	$\psi=1,14 \psi_1$ $\psi=1,6 \psi_1$
	Тенг тақсимланган	Юқори Паст	$\psi=1,14 \psi_1$ $\psi=1,3 \psi_1$	$\psi=1,14 \psi_1$ $\psi=1,3 \psi_1$

3 – илова

Марказий сиқилишга ишлаётган элементларда бўйлама эгувчи моментни эътиборга оладиган φ коэффициентни қиймати.

Эгилувчанлиги Λ	Элементларни тайёрлашда ишлатилган пўлатларни ҳисобий қаршилиги R, МПа					
	200	240	280	320	360	400

10	988	987	985	984	983	982
20	967	962	959	955	952	949
30	939	931	924	917	911	905
40	906	894	883	873	863	854
50	869	852	836	822	809	796
60	827	805	785	766	749	721
70	782	754	724	687	654	623
80	734	686	641	602	566	532
90	665	612	565	522	483	447
100	599	542	493	448	408	369
110	537	478	427	381	338	306
120	479	419	366	321	287	260
130	425	364	313	276	247	223
140	376	315	272	240	215	195
150	328	276	239	211	189	171

Эслатма; ϕ коэффициентни қийматлари жадвалда 1000 баробар кўпайтирилган ҳолатда келтирилган.

4 – илова

Симметрия яссилиги билан тўғри келувчи ёппасига қилинган ўзаклар яссилиги ҳаракати пайтининг марказлашган-сиқилган (сиқилувчи-эгилувчи) бардошлилигини текшириш учун $\phi_{\text{вн}}$ коэффициентлар.

Шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$	Келтирилган нисбий экцентриситет m_{ef} даги ϕ_e коэффициентлар												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	469	417	370	337
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	217
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	106	100	095	091
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093	088	085	082	079
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058	055	054	053	052
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	048	047
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042

Шартли эгилювчанлик $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет m_{ef} даги $\phi_{вн}$ коэффициентлар													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	337	307	280	260	237	222	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	307	283	259	240	225	209	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	283	262	240	223	207	195	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	260	240	222	206	193	182	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	238	220	204	190	178	168	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	217	202	187	175	166	156	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	198	183	172	162	153	145	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	181	168	158	149	140	135	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	165	155	146	137	130	125	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	150	143	135	126	120	117	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	138	132	124	117	112	108	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	128	120	115	109	104	100	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	117	112	106	101	097	094	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	108	102	098	094	091	087	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	091	087	083	081	078	076	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	069	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	060	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	052	051	050	049	048	047	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	047	045	044	043	042	041	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	042	041	040	040	039	039	038	037	036	036	034	032	029	026

Эслатмалар: 1. $\phi_{вн}$ қиймат коэффициентлари жадвалда 1000 марта катталаштирилган. 2. $\phi_{вн}$ қийматини ϕ қийматларидан юқори қабул қилмаслик керак.

5– илова

Симметрия яссилиги билан тўғри келувчи тирқишли ўзақлар яссилиги ҳаракати пайтининг марказлашган-сиқилган (сиқилувчи-эгилювчи) бардошлилигини текшириш учун ϕ_c коэффициентлар.

Келтирилган шартли эгилювчанлик $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет m даги $\phi_{вн}$ коэффициентлар												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333	286	250	222	200
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328	280	243	218	197
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190
2,0	774	673	556	479	423	381	346	318	293	255	228	202	183
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274	238	215	192	175
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255	222	201	182	165
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235	206	187	170	155

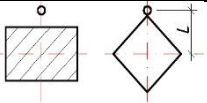
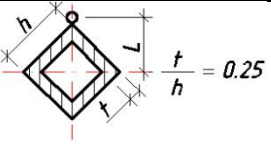
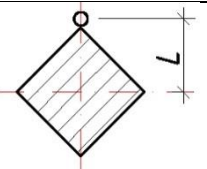
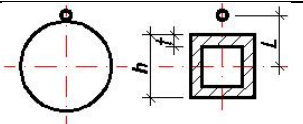
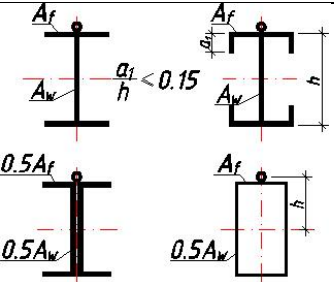
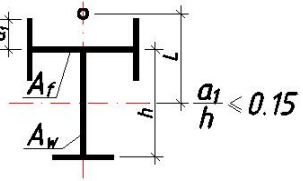
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215	191	173	160	145
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196	176	160	149	136
5,0	350	315	277	250	230	212	201	186	178	161	149	138	127
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149	135	126	119	109
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	108	101	095
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082
9,0	117	114	110	107	102	098	094	090	087	082	079	075	072
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073	070	067	064	062
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	060	058	056	054
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056	054	053	050	049
13,0	060	059	054	053	052	051	050	049	049	048	047	046	045
14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043	043	042	042	041

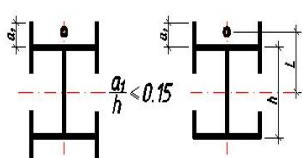
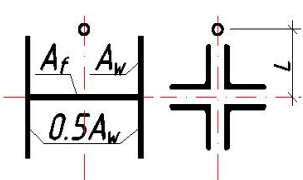
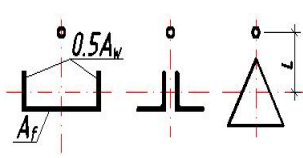
5 – илованинг давоми

Келтирилган шартли эгилувчанлик $\overline{\lambda_{ef}} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y}$ /Е	Келтирилган нисбий эксцентриситет m даги ϕ_{BH} коэффициентлар													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	200	182	167	154	143	133	125	111	100	091	077	067	056	048
1,0	197	180	165	151	142	131	121	109	098	090	077	066	055	046
1,5	190	178	163	149	137	128	119	108	096	088	077	065	053	045
2,0	183	170	156	143	132	125	117	106	095	086	076	064	052	045
2,5	175	162	148	136	127	120	113	103	093	083	074	062	051	044
3,0	165	153	138	130	121	116	110	100	091	081	071	061	051	043
3,5	155	143	130	123	115	110	106	096	088	078	069	059	050	042
4,0	145	133	124	118	110	105	100	093	084	076	067	057	049	041
4,5	136	124	116	110	105	100	096	089	079	073	065	055	048	040
5,0	127	117	108	104	100	095	092	086	076	071	062	054	047	039
5,5	118	110	102	098	095	091	087	081	074	068	059	052	046	039
6,0	109	103	097	093	090	085	083	077	070	065	056	051	045	038
6,5	102	097	092	088	085	080	077	072	066	061	054	050	044	037
7,0	095	091	087	083	079	076	074	068	063	058	051	047	043	036
8,0	082	079	077	073	070	067	065	060	055	052	048	044	041	035
9,0	072	069	067	064	062	059	056	053	050	048	045	042	039	035
10,0	062	060	058	056	054	052	050	047	045	043	041	038	036	033
11,0	054	053	052	050	048	046	044	043	042	041	038	035	032	030
12,0	049	048	047	045	043	042	040	039	038	037	034	032	030	028
13,0	045	044	044	042	041	040	038	037	036	035	032	030	028	026
14,0	041	041	040	039	039	038	037	036	035	034	031	029	027	025

Эслатмалар: 1. ϕ_{BH} қиймат коэффициентлари жадвалда 1000 марта катталаштирилган.

2. ϕ_{BH} қийматларини ϕ қийматларидан юқори бўлмаган ҳолда қабул қилиш керак.

Кесим м тури	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	η бўлгандаги қийматлар			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
1		-	1,0	1,0	1,0	
2		-	0,85	0,85	0,85	
3		-	$0,75 + 0,02\bar{\lambda}$	$0,75 + 0,02\bar{\lambda}$	0,85	
4		-	$(1,35 - 0,05m) - 0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,1	1,1	
5		0,25	$(1,45 - 0,05m) - 0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,2	1,2	
6		-	$\eta_5 \left[1 - 0,3(5-m)\frac{a_1}{h} \right]$	η_5	η_5	

7		-	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$
8		0,25	$(0,75 + 0,05m) + 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		0,5	$(0,5 + 0,1m) + 0,02(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(0,25 + 0,15m) + 0,03(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
9		0,5	$(1,25 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(1,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
10		0,5	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6 - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,6	$1,35 + 0,05 \text{ м}$
		2,0	$1,8 - 0,02(5 - m)\bar{\lambda}$	1,8	$1,3 + 0,1 \text{ м}$
11		0,5	$1,45 + 0,04m$	1,65	$1,45 + 0,04 \text{ м}$
		1,0	$1,8 + 0,12m$	2,4	$1,8 + 0,12 \text{ м}$
		1,5	$2,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-
		2,0	$3,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-

Эслатмалар: 1. 5-7 кесим турлари учун A_f / A_w қийматларини ҳисоблашда токча вертикал элементлар майдонини эътиборга олмаслик керак.

2. 6-7 кесим турлари учун η_5 қийматини A_f / A_w қийматлардаги 5-тур учун η қийматга тенг деб қабул қилиш керак.

α ва β коэффициентлар

7 – илова

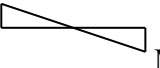
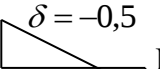
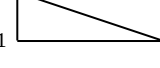
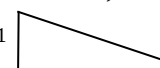
Кесимни шакли	А		В	
	$m_x \leq 1$	$1 < m_x \leq 5$	$\lambda_y \leq \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
Очиқ	0,7	$0,65 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
	$1 - 0,3 \frac{I_2}{I_1}$	$1 - (0,35 - 0,05 m_x) \frac{I_2}{I_1}$	1	$1 - (1 - \sqrt{\varphi_c / \varphi_y}) \cdot \left(2 \cdot \frac{I_2}{I_1} - 1 \right)$ Агар $\frac{I_2}{I_1} < 0,5$ бўлса $\beta = 1$
Ёпиқ	0,6	$0,55 + 0,05 m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$

I_1, I_2 - симметрик $y - y$ ўққа нисбатан катта ва кичик тоқчаларни инерция моментлари.

φ_c – бўйлама эгувчи моментни эътиборга оладиган коэффициент қиймати λ_y учун агар $\lambda_y = \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$;

Шарнирли - таянчли охирлари билан ўзаклари учун келтирилган нисбий m_{ef} эксцентриситетлар.

8 – илова

$\delta = \frac{M_2}{M_1}$	$\bar{\lambda}$	Келтирилган нисбий m_{ef} эксцентриситетлар m_{ef1} бўлганда										
		тенг										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
$\delta = -1,0$ 	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
$\delta = -0,5$ 	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,46	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50
	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,80
$\delta = 0$ 	1	0,10	0,32	0,70	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,28	0,60	0,90	1,28	1,96	2,75	3,72	5,65	8,40	18,50
	3	0,10	0,27	0,55	0,84	1,15	1,75	2,43	3,17	4,80	7,40	17,20
	4	0,10	0,26	0,52	0,78	1,10	1,60	2,20	2,83	4,00	6,30	15,40
	5	0,10	0,25	0,52	0,78	1,10	1,55	2,10	2,78	3,85	5,90	14,50
	6	0,10	0,28	0,52	0,78	1,10	1,55	2,00	2,70	3,80	5,60	13,80
	7	0,10	0,32	0,52	0,78	1,10	1,55	1,90	2,60	3,75	5,50	13,00
$\delta = 0,5$ 	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,40	0,78	1,20	1,60	2,30	3,15	4,10	5,85	8,60	18,50
	3	0,10	0,40	0,77	1,17	1,55	2,30	3,10	3,90	5,55	8,13	18,00
	4	0,10	0,40	0,75	1,13	1,55	2,30	3,05	3,80	5,30	7,60	17,50
	5	0,10	0,40	0,75	1,10	1,55	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	17,00
	6	0,10	0,40	0,75	1,10	1,50	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,50
	7	0,10	0,40	0,75	1,10	1,40	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,00

Бу ерда $m_{ef1} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{A}{W_c}$

Адабиётлар

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1985г.
2. Мельников Н.П. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.
3. Холмуродов Р.И., Аслиев С.А. Металл қурилмалари. Тошкент, “Ўқитувчи” 1994й.
4. Сайдуллаев Қ.А., Ганиева К.Қ. “Пўлат қурилмалари”. Ўқув қўлланма. Тошкент 2002й.
5. Сайдуллаев Қ.А., Ганиева К.Қ. “Махсус металл конструкциялари”. Ўқув қўлланма. Тошкент 2004й.
6. ҚМҚ 2.03.05 – 97. Пўлат қурилмалар лойиҳалаштиришнинг меъёр-лари. Тошкент 1997 й.
7. ҚМҚ 2.01.07 – 96. Юклар ва таъсирлар. Тошкент 1996 й.
8. ҚМҚ 2.03.06 – 97. Алюминий қурилмалар лойиҳалашнинг техник меъёрлари. Тошкент 1997 й.
9. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983г.
10. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции. Москва, Стройиздат, 1981г.
11. Дмитриев Л.Г., Касилов А.В. Вантовые покрытия. Киев, Издательство «Будивельник» 1968г.
12. Лампси Б.Б. Прочность тонкостенных металлических конструкций. Москва, Стройиздат, 1987г.
13. Лопатто А.Э. Пролеты, материалы, конструкции. Москва, Стройиздат, 1982г.

М У Н Д А Р И Ж А

Кириш	4
I-боб. Металл конструкциялари	6
1.1. Металл конструкцияларни қисқача ривожланиш тарихи	6
1.2. Металл конструкциялар ишлатиладиган соҳалар, ўзига хос бўлган хусусиятлари ва уларга қўйилган талаблар.....	10
1.3. Лойиҳалаштиришнинг ташкилий шакли.....	13
2-боб.Металл конструкцияда ишлатиладиган материалларнинг асосий хусусиятлари.....	14
2.1. Материалларнинг асосий хусусиятлари.....	14
2.2. Зарарли аралашмалар.....	15
2.3. Мақсади ва вазифалари	16
2.4. Металл конструкцияларига таъсир этадиган юклар ва таъсирлар.....	18
2.5. Пўлатнинг статик юк остида ишлаши.....	20
3-боб. Металл конструкцияларни ҳисоблаш асослари.....	23
Металл конструкцияларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш.....	23
3.1. Эгилишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш.....	26
3.2. Чўзилишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш.....	27
3.3.2. Марказий сиқилган элементларни ҳисоблаш.....	28
4-боб.Сортамент.....	29
4.1. Пўлат сортаменти.....	29
4.2. Профилли пўлат.....	30
5-боб. Металл конструкциялар бирикмалари.....	31
5.1. Пайвандлаш усуллари ҳақида қисқача маълумот.....	31
5.1.1. Газ алангасида пайвандлаш.....	33
5.1.2. Пайванд бирикмаларни ҳисоблаш.....	34
5.2. Болтли ва парчинмихли бирикмалар.....	38
5.2.1. Болтли бирикмаларни ҳисоби.....	41
5.2.2. Болтлар бирикмаларда жойлаштирилиши.....	43
6-боб. Тўсинлар ва тўсинли конструкциялар.....	46
6.1. Тўшамани ҳисоби.....	48
6.2. Прокат тўсинларни ҳисоблаш тартиби.....	50
6.3. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинларнинг ҳисоби.....	51
6.4. Тўсинларнинг умумий турғунлиги.....	54
6.5. Тўсин элементларининг (токчасини) маҳаллий турғунлиги	57
6.6. Тўсин девор маҳаллий турғунлиги	59
6.7. Тўсин деворчаси билан токчаларини бирга ишлашини таъминлаш	63
7 – боб. Устунлар.....	65
7.1. Устунларни асосий ўрта қисми – стержень	65

7.2. Устунларнинг бош қисми.....	68
7.3. Устунларнинг асослари.....	69
8 – боб. Фермалар.....	72
8.1. Ферма элементларида ҳосил бўладиган ҳисобли кучни аниқлаш.....	74
8.2. Ферма тугунларини ҳисоблаш.....	75
9 – боб. Бир қаватли саноат биноларининг конструкциялари.....	87
9.1. Саноат биноларини лойиҳалаш асослари ва бу лойиҳалашга қўйилган асосий талаблар.....	88
9.2. Синчнинг конструктив схемасини жойлаштириш.....	89
9.3. Устунларни режада жойлаштириш.....	90
10 – боб. Синч рамаларини жиҳозлаш.....	92
10.1. Кўндаланг рамани ҳисоблаш хусусиятлари.....	93
11 – боб. Рамага таъсир қилаётган юклар.....	95
11.1. Ҳар доим таъсир қиладиган юкни аниқлаш.....	97
11.2. Кранлардан ҳосил бўладиган юклар.....	97
11.3. Қордан ҳосил бўладиган юкни аниқлаш.....	98
11.4. Шамол босимидан ҳосил бўладиган юкни аниқлаш.....	100
12 – боб. Рамаларни ҳисоблаш.....	102
12.1. Кўндаланг рамани доимий таъсир этаётган юкка ҳисоби.....	103
12.2. Кўндаланг рамани қор қатламидан ҳосил бўладиган юкка ҳисоби.....	107
12.3. Кранлардан таъсир этаётган юкларга рамани ҳисоби.....	108
12.4. Том конструкциясини биқирлиги катта бўлган саноат биноларни фазовий тизимда ҳисоблаш.....	112
12.5. Горизонтал юк таъсирига рамани ҳисоблаш.....	116
12.6. Шамол юки таъсирига рамани ҳисоби.....	119
13 – боб. Кўндаланг рама элементларни ҳисоби.....	124
13.1. Фермани ҳисоблаш тартиби.....	124
13.2. Ферма тугунларини ҳисоби.....	134
13.3. Кран ости тўсинни ҳисоби.....	138
13.4. Рама устунининг ҳисоби.....	148
13.4.1. Устуннинг тепа қисмини ҳисоби.....	148
13.4.2. Рама устуннинг пастки қисмини ҳисоби.....	152
14 – боб. Таянч оралиғи катта бўлган биноларни том конструкциялари...158	158
14.1. Таянч оралиғи катта бўлган бир текисликда ишлаётган тўсинли конструкциялар.....	158
14.2. Рамали конструкциялар.....	161
14.3. Аркли конструкциялар.....	179
15 – боб. Таянч ораси катта бўлган биноларни фазовий конструкциялар билан ёпиш.....	185
15.1. Гумбазлар.....	185
15.2. Структурали конструкциялар.....	188
15.3. Структурали конструкцияларни ҳисоблаш.....	191
15.4. Қобиклар.....	192
15.5. Икки турли қобиклар.....	193

16 – боб. Чўзилишга ишлайдиган конструкциялар.....	197
16.1. Таянч оралиғи катта бўлган биноларни чўзилишга ишлайдиган конструкциялар билан ёпиш.....	197
16.2. Бир белбоғли чўзилишга ишлайдиган том ёпма конструкциялар.....	198
16.3. Икки белбоғли вантли тизимлар.....	204
16.4. Эгарсимон томлар.....	204
16.5. Вантли фермалар.....	207
16.6. Пўлат мембраналар.....	208
17 – боб. Баланд биноларни синчи.....	212
17.1. Рамали система.....	212
17.2. Боғловчи элементлар билан яратилган бинони синчи.....	215
17.3. Рамали ва боғловчи элементлар билан бўлган система.....	216
17.4. Бино синчининг ўрта қисмида ядроси бўлган система.....	217
17.5. Кутили системалар.....	218
17.6. Ташқи боғловчи фермалар билан синчли система.....	220
17.7. Асосий элементларни кесим юзаси.....	221
17.8. Баланд биноларнинг синчини ҳисоблаш.....	224
18-боб. Варақсимон пўлатдан тайёрланган конструкциялар.....	226
18.1. Кириш қисми.....	226
18.2. Варақсимон пўлат конструкцияларни ажратиб турадиган хусусиятлари.....	227
18.3. Резервуарлар.....	228
18.3.1. Вертикал цилиндрик кичик босимли резервуарлар.....	229
18.3.2. Катта босимли вертикал цилиндрик резервуарлар.....	230
18.3.3. Горизонтал цилиндрик резервуарлар	243
18.3.4. Горизонтал цилиндрик резервуарларни деворини мустаҳкамликка ҳисоби.....	245
18.3.5. Сферасимон резервуарлар.....	246
18.4. Газгольдерлар.....	248
18.5. Бункерлар ва силослар.....	249
19-боб. Баланд иншоотлар.....	251
19.1. Миноралар.....	252
19.1.1. Минораларни конструктив ечимлари ва ҳисоблаш асослари.....	257
19.2. Мачталар.....	258
19.2.1. Мачтани ҳисоблаш асослари.....	259
19.3. Юқори қувватли электр узаткич таянчлари.....	260
Иловалар.....	262
Адабиётлар.....	291
Мундарижа	292

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Металлические конструкции	6
1.1. Краткая история развития металлических конструкций.....	6
1.2. Области применения металлических конструкций, особенности и предъявляемые к ним требования.....	10
1.3. Организация проектирования.....	13
Глава 2. Основные свойства материалов применяемых в металлических конструкциях.....	14
2.1. Основные свойства материалов.....	15
2.2. Вредные примеси.....	16
2.3. Нагрузки и воздействия.....	18
2.4. Работа стали под нагрузкой	20
Глава 3. Основы расчета металлических конструкций.....	23
3.1. Расчет металлических конструкций по предельным состояниям...23	
3.1.1. Расчет изгибаемых элементов	26
3.1.2. Расчет растянутых элементов	27
3.1.3. Расчет стержней, сжатых осевой силой.....	28
Глава 4. Сортамент.....	29
4.1. Листовой сортамент	29
4.2. Профильная сталь	30
Глава 5. Соединения в металлических конструкциях.....	31
5.1. Виды сварки и их характеристики.....	31
5.1.1. Виды сварных соединений	33
5.1.2. Расчет сварных соединений	34
5.2. Болтовые и заклепочные соединения.....	38
5.2.1. Расчет болтовых и заклепочных соединений.....	41
5.2.2. Размещение болтов в соединении.....	43
Глава 6. Балки и балочные конструкции.....	46
6.1. Расчет настила.....	48
6.2. Порядок расчета прокатных балок.....	50
6.3. Расчет составных балок.....	51
6.4. Проверка и обеспечение общей устойчивости балок.....	54
6.5. Проверка и обеспечение местной устойчивости полки составной балки.....	56
6.6. Проверка и обеспечение местной устойчивости стенки составной балки.....	57
6.7. Обеспечение совместной работы полки со стенкой	59
Глава 7. Колонны.....	63
7.1. Подбор сечения и конструктивное оформление стержня колонны...65	
7.2. Оголовки колонн и сопряжение балок с колоннами.....	68
7.3. Базы колонн.....	69
Глава 8. Фермы.....	72
8.1. Определение усилий в стержнях ферм и подбор сечений.....	74
8.2. Конструирование и расчет узлов ферм.....	75

Глава 9. Конструкции одноэтажных производственных зданий.....	87
9.1. Основные вопросы проектирования конструкций каркаса производственных зданий и предъявляемые требования к ним.....	88
9.2. Компоновка конструктивной схемы каркаса.....	89
9.3. Размещение колонн в плане.....	90
Глава 10. Компоновка поперечных рам.....	92
10.1. Особенности расчета поперечных рам.....	93
Глава 11. Нагрузки действующие на поперечную раму.....	95
11.1. Определение постоянно действующей нагрузки.....	97
11.2. Определение временной нагрузки от снегового покрова.....	100
11.3. Определение временной нагрузки от мостовых кранов.....	102
11.4. Определение временной нагрузки от ветрового давления.....	103
Глава 12. Расчет поперечных рам.....	103
12.1. Расчет поперечной рамы на постоянно действующую нагрузку...107	
12.2. Расчет поперечной рамы на снеговую нагрузку.....	108
12.3. Расчет поперечной рамы на крановые нагрузки.....	112
12.4. Пространственная работа каркаса при жесткой кровле.....	116
12.5. Расчет поперечной рамы на горизонтальные нагрузки.....	119
12.6. Расчет поперечной рамы на ветровую нагрузку.....	119
Глава 13. Расчет элементов поперечной рамы.....	124
13.1. Порядок расчета фермы.....	124
13.2. Расчет узлов фермы.....	134
13.3. Расчет и конструирование подкрановой балки.....	138
13.4. Расчет колонны поперечной рамы.....	140
13.4.1. Расчет верхней части ступенчатой колонны.....	148
13.4.2. Расчет нижней части ступенчатой колонны.....	152
Глава 14. Большепролетные покрытия с плоскими несущими конструкциями.....	158
14.1. Балочные конструкции.....	158
14.2. Рамные конструкции.....	161
14.3. Арочные конструкции.....	179
Глава 15. Большепролетные пространственные конструкции покрытий зданий.....	185
15.1. Купольные покрытия.....	185
15.2. Структурные конструкции.....	188
15.3. Расчет структурных конструкций.....	191
15.4. Оболочки (однасетчатые).....	192
15.5. Двухсетчатые оболочки.....	193
Глава 16. Висячие покрытия.....	197
16.1. Конструкции кровли большепролетных зданий из висячих покрытий	197
16.2. Однопоясные системы с гибкими вантами.....	198
16.3. Двухпоясные системы.....	204
16.4. Седловидные напряженные сетки.....	204

16.5. Тросовая ферма.....	207
16.6. Металлически оболочки мембраны.....	208
Глава 17. Стальные каркасы многоэтажных зданий.....	212
17.1. Рамная система.....	212
17.2. Связовая система.....	215
17.3. Рамно – связевая система.....	216
17.4. Каркас высотного здания с внутренним ядром жесткости.....	217
17.5. Коробчатая система.....	218
17.6. Каркас высотного здания с наружным ядром жесткости выполненного из ферм.....	220
17.7. Распространенные сечения несущих элементов каркаса.....	222
17.8. Расчет каркаса высотных зданий.....	224
Глава 18. Листовые конструкции.....	226
18.1. Общие сведения.....	226
18.2. Особенности листовых конструкций.....	227
18.3. Резервуары.....	228
18.3.1. Вертикальные цилиндрические резервуары низкого давления...230	
18.3.2. Вертикальные цилиндрические резервуары повышенного давления.....	241
18.3.3. Горизонтальные цилиндрические резервуары.....	243
18.3.4. Расчет стенки корпуса на прочность.....	245
18.3.5. Сферические резервуары.....	246
18.4. Газгольдеры.....	248
18.5. Бункера и силосы.....	249
Глава 19. Высотные сооружения.....	251
19.1. Башни.....	252
19.1.1. Основы конструирования и расчет башен.....	257
19.2. Мачты.....	258
19.2.1. Основы расчета мачт.....	259
19.3. Опоры воздушных линий электропередачи.....	260
Приложения.....	262
Список литературы.....	291

Contents

Introduction	p-4
Part 1.	
Metal construction.....	p-6
1.1. Short history progress of metal construction.....	p-6
1.2. Sphere of application metal construction, feature and make demands to them.....	p-10
1.3. Organization projection	p-13
Part 2.	
The main property materials used in metal constructions	p-14
2.1. The main property of materials.....	p-14
2.2. Injurions	p-15
2.3. Work steel under load.....	p-16
Part 3.	
Base estimate metal constructions.....	p-18
3.1. Calculation metal constructions maximum conditions.....	p-19
3.2. Load and influence.....	p-20
3.3. Work under the load and calculation construction elements.....	p-23
3.3.1. Calculation stretch elements.....	p-23
3.3.2. Calculation compressed axis force.....	p-26
3.3.3. Calculation bend elements.....	p-27
Part 4.	
Assortment.....	p-28
4.1. Construction sheet assortment.....	p-28
4.2. Section steel.....	p-29
Part 5.	
Connecting in metal constructions.....	p-31
5.1. Types of weld.....	p-31
5.1.1. Types of welding junction.....	p-33
5.1.2. Calculation welding junction.....	p-34
5.2. Bolt and seal (stick) connection.....	p-38
5.2.1. Calculation bolt and seal connection.....	p-41
5.2.2. Loan bolt's to junctions.....	p-43
Part 6.	
Beams and beam constructions.....	p-46
6.1. Calculation lay (spread).....	p-46
6.2. Property calculation rolled beams.....	p-50
6.3. Calculation structural beams.....	p-51
6.4. General stability of beams	p-54
6.5. Controle and securing local stability berth shelf structural beam.....	p-52
6.6. Controle and securing local stability side wall structural beam.....	p-57
6.7. Securing combined work berth shelf and side wall.....	p-59
Part 7.	

Columns.....	p-63
7.1. Selection sections and construction staging pivot, rod column.....	p-65
7.2. Contents column and conjugate beams with columns.....	p-68
7.3. Base of a column.....	p-69
Part 8.	
Girders.....	p-72
8.1. Definite strengthening in rod girder and selection section.....	p-74
8.2. Construction and calculation bend girder.....	p-75
Part 9.	
Construction one storeyed industrial buildings.....	p-87
9.1. The main questions of projecting constructions of frame industrial buildings and demands to them.....	p-88
9.2. Companion construction scheme of frame.....	p-89
9.3. Load columns in the plan.....	p-90
Part 10.	
Compilation crossed frame.....	p-92
10.1. Securing calculation of crossed frame.....	p-93
Part 11.	
Loads acting on crossed frames.....	p-95
11.1. Define constantly acting frame.....	p-95
11.2. Define temporary load from snow cover.....	p-96
11.3. Define temporary load from bridge crane.....	p-97
11.4. Define temporary load from wind force crushed.....	p-100
Part 12.	
Calculation crossed frame.....	p-102
12.1. Calculation crossed frame to temporary acting load.....	p-103
12.2. Calculation crossed frame to snow load.....	p-107
12.3. Calculation crossed frame to bridge crane.....	p-108
12.4. Spatial work frame in hard roof	p-112
12.5. Calculation crossed frame in horizontal load.....	p-116
12.6. Calculation crossed frame on wind load	p-119
Part 13.	
Calculation elements crossed frame.....	p-124
13.1. Property calculation girder.....	p-124
13.2. Calculation bend girder.....	p-134
13.3. Calculation and construction under crane beam.....	p-138
13.4. Calculation column crossed frame	p-139
13.4.1. Calculation upper part of stepped column.....	p-148
13.4.2. Calculation under part of stepped column	p-152
Part 14.	
More span cover with plane carrying constructions	p-158
14.1. Beam constructions.....	p-158
14.2. Frame constructions.....	p-161
14.3. Arch constructions.....	p-179
Part 15.	

More span spatial constructions covering.....	p-185
15.1. Cupola covering	p-185
15.2. Structural covering.....	p-188
15.3. Culculation structural constructions.....	p-191
15.4. Covering (one retina).....	p-192
15.5. Two retina covering.....	p-193
Part 16.	
Hanging (shrouds) covering.....	p-197
16.1. Construction of roof more span buildings from hang covering	p-197
16.2. One girdle systems with supple shrouds.....	p-198
16.3. Two girdle systems.....	p-204
16.4. Saddle strained retina.....	p-204
16.5. Girdle girder.....	p-207
16.6. Metal cover membrane.....	p-208
Part 17.	
Steel frame more storeyed buildings.....	p-212
17.1. Frame system.....	p-212
17.2. Connected system.....	p-215
17.3. Frame connected system.....	p-216
17.4. Frame high storeyed building with inner (inward) kernel hardness...p-217	
17.5. Box shaped system.....	p-218
17.6. Frame of high – rise building with outside kernel hard made of girder.....	p-220
17.7. Extended section carring elements of frame	p-222
17.8. Calculation of frame high – rise buildings.....	p-224
Part 18. Sheet constructions.....	p-226
18.1. General (common) information.....	p-226
18.2. Feature of sheet constructions.....	p-227
18.3. Reservoirs.....	p-228
18.3.1. Vertical cylindrical reservoirs law pressure.....	p-229
18.3.2. Vertical cylindrical reservoirs high pressure.....	p-230
18.3.3. Horizontal cylindrical reservoirs.....	p-243
18.3.4. Calculation wall of frame for strength.....	p-245
18.3.5. Spherical reservoirs.....	p-246
18.4. Gazeller.....	p-248
18.5. Bunkers and silos.....	p-249
Part 19. High altitude buildings.....	p-250
19.1. Towers.....	p-256
19.1.1. Bases of construction and calculation.....	p-257
19.2. Mast timber.....	p-258
19.2.1. Bases of calculation mast timbers.....	p-259
19.3. Bearing air line transmission.....	p-260
Appendix.....	p-262
List of literature	p-291

Аннотация

Шукурова К.Қ. томонидан тайёрланган “Металл конструкциялар” дарслиги уч қисмдан иборат. Дарсликнинг биринчи қисмида металл конструкциялар ишлатиладиган соҳалари, ўзига хос бўлган хусусиятлари ва уларга қўйилган талаблар ҳақида ёритилган.

Ҳисоблаш асослари, кўп учрайдиган элементларни ҳисоблаш тартиби, бирикмалар ҳақида ҳам маълумотлар берилган. Тўсинлар ва тўсинли конструкциялар ҳақида батафсил баён этилган. Алоҳида элементлардан тайёрланган тўсинни лойиҳалаш ва умумий ва маҳаллий устиворлигини таъмирлаш йўллари кўрсатилган.

Иккинчи қисми бир қаватли саноат биноларининг синчини яратиш, таъсир этаётган юкларни аниқлаш, шу юкларга асосий юк кўтарувчи элементларни ҳисоблаш тартиби кўрсатилган.

Учинчи қисмида таянч оралиғи катта бўлган биноларнинг том ёпма конструкцияларини яратилишида тўсинлар, рамалар, аркалар, гумбазлар, қобиклар, структурали конструкциялар ва чўзилишга ишлайдиган вантлардан фойдаланиш йўллари кўрсатилган.

Баланд биноларнинг синчини яратилиши ҳақида ҳам маълумотлар берилган. Кўп қаватли бинолар синч хилларини танлаш таъсир этаётган юклар қийматига ва қаватлар сонига боғлиқлиги кўрсатилиб, ҳисоблаш тартиби келтирилган.

Алоҳида варақсимон пўлатдан тайёрланган конструкциялар ҳақида маълумотлар келтирилган. Уларни ажратиб турадиган шакллари, ўзига хос хусусиятлари, ишлаш шароитлари, сақланадиган суюқликлардан ҳосил бўладиган босимлар инобатга олиниб, ҳисоблаш тартиби ёритилган.

Баланд иншоотларни (минора ва мачталарни) лойиҳалаш, тайёрлаш ва тиклаш йўллари кўрсатилган.

Аннотация

Учебник «Металлические конструкции» подготовленный Шукуровой К.К. состоит из трех частей.

В первой части учебника изложены области применения, отличительные особенности, свойства используемых материалов, основы расчета, особенно последовательность расчета распространенных несущих элементов. Отдельно рассмотрен расчет и конструирование балочной клетки. Подбор сечений составной балки, проверка балок на общую и местную устойчивость.

Во второй части учебника изложены расчет и конструирование каркаса одноэтажного производственного здания выполненного из металлических конструкций. Определение нагрузок действующих на поперечную раму и расчет их на эти нагрузки. Приведены последовательность расчета основных несущих элементов каркаса промздания.

В третьей части учебника приводятся расчет и конструирование несущих элементов конструкций кровли большепролетных зданий, выполненных из балок, арок, рам, куполов, оболочек, структурных конструкций и висячих вант, мембран. А также отражены вопросы проектирования стальных каркасов многоэтажных зданий и небоскребов.

Рассмотрены особенности листовых конструкций, вопросы их проектирования и изготовления. Приведены наиболее распространенные конструктивные формы резервуаров, газгольдеров и бункеров.

В учебнике также рассмотрены вопросы проектирования, изготовления и монтажа высотных сооружений (мачт, башен и опор линий электропередачи).

Annotation

“Metal – construction” book is written by Shukurova K.K. consists of three parts.

In the first part of book accounted sphere of application especially property used materials bases of calculation, separately consider estimate constructive beam, proved beam for common and local stability.

In the second part of book accounted calculation and construction one storied industrial buildings realizing of metal construction. Definite load acting on thoroughly frame and calculation them to these loads adducing succession estimate bases caring elements frame of industrial buildings.

In the third part of the book given calculation and construction caring elements, construction of roof, more span building, practicable of beam, arch, frame, cupola, cover, structure constructions and hanging shrouds membrane feature.

Consider [questions] sheet constructions, questions of their project and making. There is written about more extended construction forms of reservoirs, bunters.

Consider questions of projects, designs installing sky scrapes.