

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY TA’LIM, FAN VA
INNOVASIYALAR VAZIRLIGI

Metall konstruksiyalari

maxsus kurs

(DARSLIK)

Metall konstruksiyalari (maxsus kurs)

Taqrizchilar:

1. Shipachyova Y. V. – Toshkent davlat transport universiteti professori, texnika fanlari doktori.

2. Yusufxo‘jayev S. A. – Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, “Qurilish konstruksiyalari” kafedrası dotsenti, PhD.

Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) bino va inshootlar qurilishi bakalavr ta’lim yo‘nalishi talabalariga o‘qitiladigan metall konstruksiyalari fani umumiy kursining davomi bo‘lib, asosan “Qurilish konstruksiyalari, maxsus jixozlar va muxandislik tizimlari montaji”, “Unikal binolarni loyihalashtirish va qurish”, “Bino va inshootlarni konstruktiv loyihalash”, “Bino va inshootlar zilzilabardoshligi” magistratura mutaxassisliklari uchun mo‘ljallangan.

Ushbu maxsus kursda magistrlar uchun kurs loyihalarini va dissertasiyalarini bajarish uchun kerakli ma’lumotlar jamlangan.

Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) darsligi soha bo‘yicha faoliyat olib borayotgan professor-o‘qituvchilar, doktorantlar, muhandis loyihachilar va quruvchilar uchun xizmat qilishga mo‘ljallangan.

Maxsus kurs darsligi mavjud me‘yoriy hujjatlar va yangi zamonaviy o‘quv dasturlari asosida yozildi.

O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovasiyalar vazirligining turdosh o‘quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etiladi.

MUNDARIJA

ANNOTASIYA.....	9
KIRISH	13
I bob. Metall konstruksiyalarning qo‘llanish sohasi va ularning turlari	23
I.1. Metall konstruksiyalarning asosiy xususiyatlari va ularga qo‘yilgan talablar	29
I.2. Metall konstruksiyalar uchun ishlatiladigan materiallar va ularning xususiyatlari	32
I.3. Po‘latlar va alyuminiy qotishmalari	38
I.4. Po‘latning xossasiga ta’sir etuvchi omillar.....	48
I.5. Po‘latning yuk ta’sirida ishlashi	50
II bob. Ravog‘i katta bo‘lgan binolarning tom yopma konstruksiyalari	54
II.1. Qo‘llanish sohasi va asosiy xususiyatlari.....	54
II.2. To‘sinli bir tekislikda ishlaydigan katta ravoqli konstruksiyalar.....	58
II.3. Ramali konstruksiyalar.....	70
III bob. Arkali konstruksiyalar	76
III.1. Arka turlari va sxemalari.....	76
III.2. Arkalarning konstruktiv xususiyatlari.	78
III.3. Arkalarni hisoblash asoslari.	81
IV bob. Katta ravog‘li binolarni fazoviy konstruksiyalar bilan yopish ..	86
IV.1. Fazoviy konstruksiyalarning umumiy tasnifi	86
IV.2. Tekis to‘rsimon fazoviy konstruksiyalar. (Strukturalar)	87
IV.3. Strukturalarni hisoblash asoslari.....	91
V bob. Qobiqli konstruksiyalar	101
V.1. Bir to‘rli qobiqlar	101
V.2. Ikki to‘rli qobiqlar	102
VI bob. Gumbazli konstruksiyalar.....	106
VI.1. Qovurg‘ali gumbazlar	107
VI.2. Aylana qovurg‘ali gumbazlar.	111
VI.3. To‘rsimon gumbazlar.....	122
VII bob. Cho‘zilishga ishlaydigan osma trosli (vantli) tom yopma konstruksiyalari	126
VII.1. Umumiy ma’lumotlar.	126
VII.2. Bir kamarli egiluvchi vantli tom yopma konstruksiyalari.	127
VII.3. Ikki kamarli vantli sistemalar	138
VII.4. Egarsimon zo‘riqtirilgan to‘rli sistemalar	140
VII.5. Po‘lat membranali qobiqlar	142
VIII bob. Ko‘p qavatli binolarning po‘lat sinchlari.....	146
VIII.1. Asosiy xususiyatlari	146

VIII.2. Sinch turlari va uning tarxda (planda) joylashishi	147
VIII.3. Ustunlarni tarxda (planda) va bino balandligi bo'yicha joylashtirish.....	150
VIII.4. Bog'lovchilarni joylashtirish va ularning konstruktiv sxemalari .	152
VIII.5. Ustunlar	153
VIII.6. Sinch to'sinlari	156
VIII.7. Panjarali bog'lovchi konstruksiyalar	158
VIII.8. Ko'p qavatli binoning po'lat sinchlarini hisoblash asoslari	158
IX bob. Varaqli po'lat konstruksiyalar	169
IX.1. Umumiy ma'lumotlar	169
IX.2. Varaqli po'lat konstruksiyalarning asosiy xususiyatlari	169
IX.3. Rezervuarlar. Umumiy ma'lumotlar, turlari va qo'llanish sohasi...	171
IX.4. Vertikal silindrik, past bosimli rezervuarlar.....	172
IX.5. Yuqori bosimli vertikal silindrik rezervuarlar.....	185
IX.6. Gorizontal silindrik rezervuarlar	187
IX.7. Sfera(shar)simon ko'rinishdagi rezervuarlar.....	192
IX.8. Gazgolderlar. Gazgolder turlari va qo'llanish sohasi.....	201
X bob. Bunker va siloslar	209
X.1. Tekis devorli bunkerlar	211
X.2. Hisoblash asoslari	213
X.3. Devori egiluvchan bunkerlar.....	215
X.4. Bunkerni hisoblash asoslari	216
XI bob. Baland inshootlar	222
XI.1. Minoralar	227
XI.2. Minoralarni loyihalash va hisoblash.....	228
XI.4. Machtalar	239
XI.5. Machtalarni hisoblash asoslari.....	240
XII bob. Unikal metall konstruksiyali bino va inshootlar	245
XII.1. Dunyodagi eng unikal bino va inshootlar.....	245
XII.2. Unikal bino va inshootlarni loyihalash.....	262
ILOVALAR.....	265
GLOSSARIY	286
ADABIYOTLAR VA ME'YORIY XUJJATLAR.....	293

ОГЛАВЛЕНИЕ

Аннотация	9
Введение.....	13
Глава 1. Область применения и типы металлических конструкций.....	23
1.1. Основные характеристики металлических конструкций и предъявляемые к ним требования	29
1.2. Материалы для металлических конструкций и их свойства.....	32
1.3. Стали и алюминиевые сплавы	38
1.4. Влияние различных факторов на свойства стали.....	48
1.5. Работа стали под нагрузкой	50
Глава 2. Большепролетные конструкции покрытия.....	54
2.1. Область применение и их основные свойства.....	54
2.2. Балочные большепролётные конструкции.....	58
2.3. Рамные конструкции	70
Глава 3. Арочные конструкции.....	76
3.1. Типы арок и их схемы	76
3.2. Конструктивные особенности арок	78
3.3. Основы расчета арок.....	81
Глава 4. Пространственные большепролётные конструкции	86
4.1. Общие характеристики пространственных конструкций.....	86
4.2. Плоские пространственные сетчатые конструкции(структуры).....	87
4.3. Основы расчета структурных конструкций	91
Глава 5. Оболочки	101
5.1. Односетчатые оболочки	101
5.2. Двухсетчатые оболочки	102
Глава 6. Купольные конструкции.....	106
6.1. Ребристые купола.....	107
6.2. Ребристо-кольцевые купола	111
6.3. Сетчатые купола	122
Глава 7. Висячие вантовые (троссовые) конструкции покрытия работающие на растяжение	126
7.1. Общие сведения	126
7.2. Однопоясные висячие вантовые конструкции	127
7.3. Двухпоясные висячие вантовые конструкции.....	138
7.4. Седловидные преднапряжённые системы.....	140

7.5. Стальные оболочки – мембраны.....	142
Глава 8. Стальные каркасы многоэтажных зданий	146
8.1. Основные характеристики.....	146
8.2. Типы каркасов и компоновка их в плане и по вертикали	147
8.3. Компоновка колонн в плане	150
8.4. Виды и конструктивные схемы связей.....	152
8.5. Колонны.....	153
8.6. Ригели каркаса	156
8.7. Решетчатые конструкции связей	158
8.8. Основы расчета каркаса многоэтажных зданий.....	158
Глава 9. Листовые стальные конструкции.....	169
9.1. Основные сведения	169
9.2. Основные характеристики листовых конструкций	169
9.3. Резервуары. Область применения и их виды	171
9.4. Вертикальные резервуары низкого давления.....	172
9.5. Вертикальные резервуары высокого давления	185
9.6. Горизонтальные резервуары	187
9.7. Сферические резервуары	192
9.8. Газгольдеры. Область применения и их виды	201
Глава 10. Бункера и силосы	210
10.1. Бункера с плоской стенкой.....	212
10.2. Основы расчета.....	214
10.3. Бункера с гибкой стенкой.....	216
10.4. Основы расчета бункера	217
Глава 11. Высотные сооружения.....	223
11.1. Башни.....	228
11.2. Проектирование и расчет башен.....	229
11.3. Мачты.....	240
11.4. Основы расчета мачт.....	241
Глава 12. Уникальные металлические здания и сооружения	246
12.1. Уникальные здания и сооружения возведенные в мире	246
12.2. Проектирование и расчет уникальных зданий и сооружений.....	263
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	266
ГЛОССАРИЙ	287
ЛИТЕРАТУРЫ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	294

TABLE OF CONTENTS

Annotation	9
Introduction.....	13
Chapter 1. Scope and types of Metal Structures	23
1.1. The main characteristics of Metal Structures and the requirements imposed on them	29
1.2. Materials for Metal Structures and their properties	32
1.3. Steels and aluminum alloys	38
1.4. The influence of various factors on the properties of steel	48
1.5. Steel work under load	50
Chapter 2. Large-span coating structures	54
2.1. Scope of application and their main properties	54
2.2. Large-span beam structures	58
2.3. Frame structures	70
Chapter 3. Arched structures	76
3.1. Types of arches and their schemes	76
3.2. Design features of arches	78
3.3. Basics of arch calculation	81
Chapter 4. Spatial large-span structures	86
4.1. General characteristics of spatial structures	86
4.2. Flat spatial mesh structures (structures)	87
4.3. Fundamentals of structural design calculation	91
Chapter 5. Shells	101
5.1. Single-mesh shells	101
5.2. Double-mesh shells	102
Chapter 6. Dome structures	106
6.1. Ribbed domes	107
6.2. Ribbed-ring domes	111
6.3. Mesh domes	122
Chapter 7. Hanging cable-stayed (cable-stayed) structures of the coating working on tension	126
7.1. General information	126
7.2. Single-belt hanging cable-stayed structures	127
7.3. Two-belt hanging cable-stayed structures	138
7.4. Saddle-shaped prestressed systems	140
7.5. Steel shells – membranes	142

Chapter 8. Steel frames of multi-storey buildings	146
8.1. Main features	146
8.2. Types of frames and their layout in plan and vertically	147
8.3. Layout of columns in the plan	150
8.4. Types and constructive schemes of connections	152
8.5. Columns	153
8.6. Frame crossbars	156
8.7. Lattice structures of connections	158
8.8. Basics of calculating the frame of multi-storey buildings	158
Chapter 9. Sheet steel structures	169
9.1. Basic information	169
9.2. Main characteristics of Sheet Structures	169
9.3. Reservoirs. Scope of application and their types	171
9.4. Vertical low-pressure reservoirs	172
9.5. Vertical high-pressure reservoirs	185
9.6. Horizontal reservoirs	187
9.7. Spherical reservoirs	192
9.8. Gas reservoirs. Scope of application and their types	201
Chapter 10. Bunkers and silos	210
10.1. Bunkers with a flat wall	212
10.2. Calculation basics	214
10.3. Bunkers with a flexible wall	216
10.4. Bunker calculation basics	217
Chapter 11. High - rise buildings	223
11.1. Towers	228
11.2. Design and calculation of towers	229
11.3. Masts	240
11.4. Basics of mast calculation	241
Chapter 12. Unique metal buildings and structures	246
12.1. Unique buildings and structures erected in the world	246
12.2. Design and calculation of unique buildings and structures	263
ANNEXES	266
GLOSSARY	287
REFERENCES AND REGULATORY DOCUMENTS	294

ANNOTASIYA

Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) darsligi OTM magistratura mutaxassisligi va boshqa qurilish sohasiga tegishli talabalar uchun tayyorlangan darslik, mutaxassislikning Davlat ta'lim standarti, malaka talablariga va fan dasturlariga mos ravishda ishlab chiqilgan. Maxsus kurs darsligi Oliy va o'rta maxsus kasb hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha o'quv uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashida ma'qullangan va tasdiqlangan. Metall konstruksiyalar (maxsus kurs) fani asoslaridan o'zbek tilida (lotin alifbosida) darslik yo'qligini e'tiborga olib, muallif o'zining ko'p yillik tajribasiga asoslanib ushbu darslikni tayyorladi.

Darslikni yozishda shu fan asoschilari hisoblangan akademik N.P.Melnikov, texnika fanlari doktorlari N.S.Streletskiy, Ye.I.Belenya, N.N.Streletskiy, Yu.I.Kudishin va boshqa olimlarning chop etilgan darsliklar va Ilmiy ishlardan keng foydalangan. Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) darsligini tayyorlashda R.I.Xolmurodov va S.Asliyev mualliflikda o'zbek tilida (kirill alifbosida) chop etilgan "Metall qurilmalari" o'quv qo'llanmasidan asosiy tushunchalar va ma'lumotlar olingan.

Shuningdek metall konstruksiyalar fanidan chop etilgan o'quv adabiyotlardan ham foydalanilgan.

Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) darslikning mazmuni ushbu fanning namunaviy dasturiga to'liq mos keladi, unda metall konstruksiyalarni haqida ma'lumotlar, hisoblash va loyihalashga doir nazariy bilimlar va yetarli misollar keltirilgan.

Darslikning ilova qismida hisoblash va loyihalash uchun kerakli me'yoriy hujjatlar glossariy va adabiyotlar ro'yxati jamlangan. Metall konstruksiyalar (maxsus kurs) darslikning kirish qismida metall konstruksiyalarining MDH va xorijda qo'llanilishining qisqacha tarixi yoritilgan bo'lib, unda shu soha bo'yicha ijod qilgan taniqli olimlarning nomlari keltirilgan. Metall konstruksiyalari (maxsus kurs) darsligi 12 bobdan iborat:

1-bob metall konstruksiyalarning qo'llanish sohasi va ularning turlari;

2-bob ravog'i katta bo'lgan binolarning tom yopma konstruksiyalari;

3-bob arkali konstruksiyalar;

4-bob katta ravog'li binolarni fazoviy konstruksiyalar bilan yopish;

5-bob qobiqli konstruksiyalar;

6-bob gumbazli konstruksiyalar;

7-bob cho'zilishga ishlaydigan osma trosli (vantli) tom yopma konstruksiyalari;

8-bob ko'p qavatli binolarning po'lat sinchlari;

9-bob varaqli po'lat konstruksiyalar;

10-bob bunker va siloslar;

11-bob baland inshootlar;

12-bob unikal metall konstruksiyali bino va inshootlar.

Darslikning boblardagi mavzular bo'yicha misollar keltirilgan. Darslikda bilimlarni mustahkamlash uchun nazorat savollari ham berilgan. Metall konstruksiyalar (maxsus kurs) darsligida yangi O'zbekistonning 2022-2026 yillarga mo'ljallangan taraqqiyot strategiyasining qurilish sohasini rivojlantirishga qaratilgan vazifalarini bajarish maqsadida darslikda metall konstruksiyalarni yangi me'yoriy hujjatlar asosida hisoblash va loyihalash masalalari o'z aksini topgan.

АННОТАЦИЯ

Учебник металлические конструкции (специальный курс) является продолжением и развитием общего курса читаемого студентам направления «Строительство зданий и сооружений».

Материалы книги предназначены для глубокого изучения металлических конструкций для магистров по специализации «Строительные конструкции, специальные оборудования и монтаж инженерных конструкций», Конструктивное проектирования зданий и сооружений», «Сейсмостойкость зданий и сооружений» и «Проектирование уникальных зданий и сооружений». В учебнике обобщены материалы для курсового проектирования, а также выполнения диссертационной работы магистров.

Данный учебник может служить преподавателям, докторантам, инженерам проектировщикам и строителям как пособие по металлическим конструкциям.

Учебник составлен согласно учебной программы и требованиям нормативных документов. Учебник состоит из введения и 12 разделов.

В введении приведена краткая история развития металлических конструкций, рассказано о вкладе ученых в области исследований, обращены внимания на особенности металлических конструкций и их применение.

В первой главе магистры знакомятся с металлическими конструкциями их применением, а также материалы для металлических конструкций их свойство.

Во второй главе рассматриваются большепролётные конструкции покрытия и их применения. Балочные и рамные большепролётные конструкции.

В третьей главе даны сведения об арочных конструкциях.

В четвертой, пятой и шестой главе рассматриваются пространственные конструкции покрытия (структуры, оболочки, купола).

В седмой главе освещены висячие конструкции работающие на растяжение.

В восьмой главе даются материалы по высотным многоэтажным зданиям.

В девятой и десятой главе магистры изучают вопросы по листовым металлическим конструкциям.

В одиннадцатой главе рассматриваются высотные металлические сооружения (башни и мачты).

В двенадцатой главе магистры знакомятся с уникальными металлическими конструкциями зданий и сооружений.

Учебник «Металлические конструкции (Спец. курс)» рекомендован министерством Республики Узбекистан «Высшее образование, наука и инновации» для высших учебных заведений.

ANNOTATION

The Textbook of Metal Constructions (special course) is developed in accordance with the State Educational Standard of the specialty, Qualification Requirements and Study Programs, prepared for students of the Master Program of the Higher Education Institutions and other construction fields.

The textbook of the special course was agreed and approved by the Coordinating Council of Educational Methodological Associations for Higher and Secondary Special Professional Education. Taking into account that there is no textbook on the Basics of Metal Structures (special course) in the Uzbek language (Latin alphabet), the author prepared this Textbook based on his many years of experience.

This textbook can be useful for academicians, doctoral students, designing engineers and builders as a Manual on metal structures.

The textbook is compiled according to the curriculum and the requirements of regulatory documents. The textbook consists of an introduction and 12 chapters.

The textbook provides a brief history of the development of metal structures, tells about the contribution of students to the field of research, pays attention to the features of metal structures and their application.

In the chapter 1, the master students get acquainted with metal structures and their application, as well as materials for metal structures and their properties.

The chapter 2 discusses large-span structures and their applications. Beam and frame large-span structures.

The chapter 3 provides information about arched structures.

In the chapters 4, 5 and 6, spatial structures of the coating (structures, shells, domes) are considered.

In the chapter 7, hanging structures working on tension are highlighted.

In the chapter 8, materials on multi-storey structures are given.

In the chapters 9 and 10, the master students study questions on sheet metal structures.

In the chapter 11, high-rise metal structures (towers and masts) are considered.

In the chapter 12, the master students get acquainted with the unique metal structures of buildings and structures.

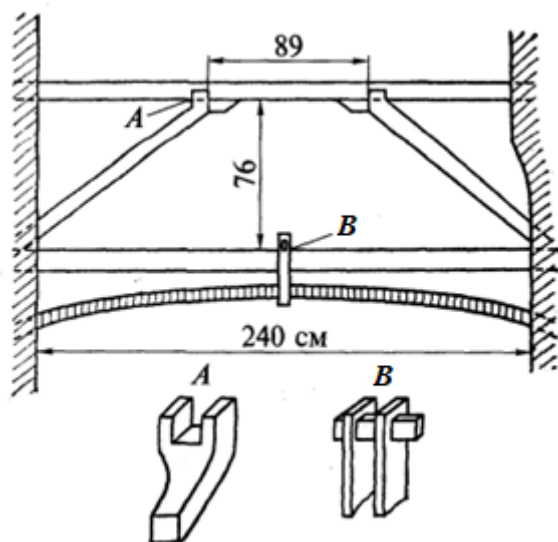
The textbook "Metal Structures (Special course)" is recommended by the Ministry of Higher Education, Science and innovation of the Republic of Uzbekistan for higher educational institutions.

KIRISH

Metall konstruksiyalarning MDH va xorijda rivojlanishi-ning qisqacha tarixi. Metall konstruksiyalar tushunchasiga ularning konstruktiv formasi (shakli), tayyorlash texnologiyasi va montaj qilish uslublari kiradi. Metall konstruksiyalarning rivojlanishiga bir tomondan unga bo'lgan ehtiyoji, ikkinchi tomondan texnik bazaning imkoniyati (metallurgiya, metallarga ishlov berish), qurilish fani va texnikaning rivojlanishi ta'sir ko'rsatadi. Shu nuqtai nazardan, metall konstruksiyalarning rivojlanish tarixini 5 davrga bo'lish mumkin.

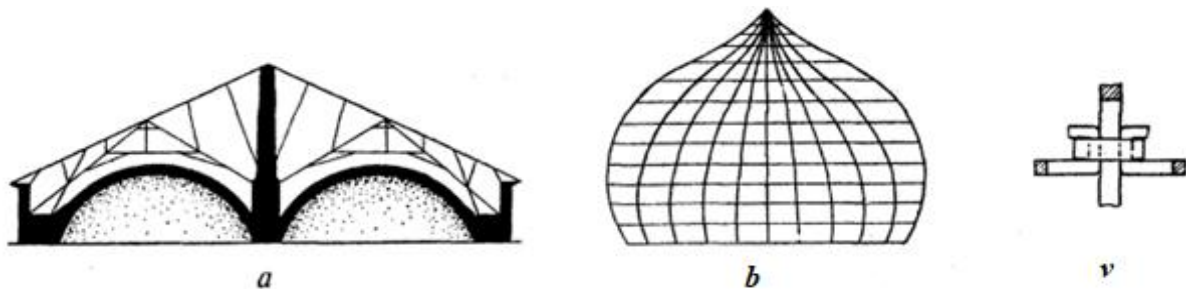
Birinchi davr (XII asrdan va XVII asr boshlanishigacha). Metall o'sha davr nodir, muhtasham bino va inshootlarning (muhtasham saroy, cherkov va h.k.) g'ishtli devorlarida tortqi ko'rinishda ishlatilgan. Bunday metall tortqilar temirni toblash yo'li bilan tayyorlanib, devorlarga maxsus o'rnatilgan halqalarga biriktirilgan. Masalan, tortqilar Vladimir shahridagi Uspenskiy cherkovida qo'llanilgan (1158-yil).

Sterjenlari cho'zilishga, egilishga va siqilishga ishlaydigan birinchi metall konstruksiya (1-rasm) Moskvadagi Pokrovskiy cherkovida qo'llanilgan (1560-yil). Bu konstruksiyaning sterjenlari cho'zilishga, egilishga va siqilishga ishlagan.

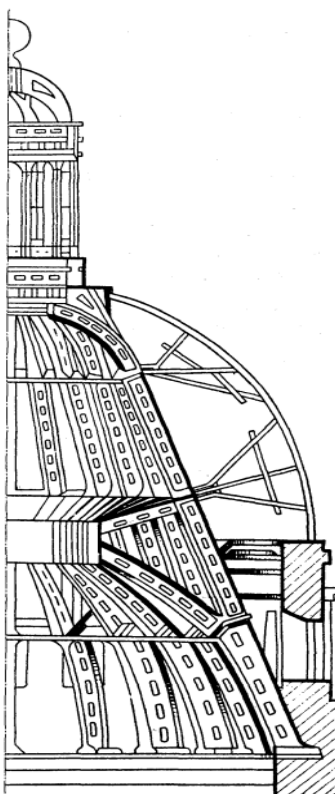


1-rasm. Pokrovskiy cherkovining orayopma konstruksiyasi.

Ikkinchi davr (XVII asr boshlanishi XVIII asr oxiri). Bu davrda rus cherkovlarining bosh qismlarida (gumbazlarida) metall stropila va fazoviy gumbazlar sifatida ishlatilganligi bilan ajralib turgan (2-rasm). Bu xil konstruksiyalar hozirgacha saqlanib kelingan. Masalan, Moskvadagi eski katta Kreml saroyining orayopma to'shamasi (1640-yil) ravog'i 15 metrga teng bo'lgan, Peterburgdagi Qozon cherkov gumbazining sinchi (1805) va h.k. (3-rasm).



2-rasm. Metall konstruksiyalar XVII asr:
a – qiya stropilalar; b – gumbaz sinchi; v –sinch tuguni.



3-rasm.
Peterburgdagi
Isaakiyevskiy
cherkov gumbazi.

Uchinchi davr (XVIII asr boshidan XIX asr o'rtalarigacha). Bu davr chugunli sterjen va detallarni tayyorlash jarayonini o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan davr. Ko'prik, jamoa va ishlab chiqarish binolarning tom yopma konstruksiyalari cho'yan sterjenlardan tayyorlangan. Bunda cho'yan konstruksiyaning elementlari o'zaro qulfli yoki boltli qilib biriktirilgan.

Birinci cho'yanli konstruksiya Uralda Nevyanskiy minorasining kirish qismida qo'llanilgan (1725-yil). 1784-yilda Peterburgda birinchi cho'yanli ko'prik qurilgan. O'ziga xos bo'lgan antiqa cho'yanli konstruksiya (1940-yillar) Peterburgdagi Isaakiyevskiy cherkov gumbazida qo'llanilgan (3-rasm).

XIX asrning 50-yillarida Peterburgda sakkiz arkali, ravog'lari 33 metrdan 47 metrgacha bo'lgan dunyoning eng yirik chugunli ko'prigi barpo

etilgan. Bu davrda nishabli stropilalar temir-cho‘yanli uchburchakli fermalarga almasha boshlangan. Bunda fermalarning siqilgan elementlari cho‘yandan, cho‘zilgan elementlari po‘latdan tayyorlangan.

To‘rtinchi davr (XIX asrning 30-yillaridan XX asrning 20-yillarigacha). Bu davr texnikaning, xususan metallurgiya va metallga ishlov berish jarayonining jo‘shqin rivojlanishi bilan bog‘lanadi. XIX asr 80-yillari oxirida cho‘yandan po‘lat ajratib olish maxsus martenov va konvertor pechlarida amalga oshira boshlangan.

XIX asrning 40-yillarida profilli va yoyma varaqli (listlar) po‘lat olish jarayoni o‘zlashtirilgan. Oxirgi 100 yil ichida deyarli barcha po‘lat konstruksiyalarda parchin mixli birikma qo‘llanilgan. Metall konstruksiyada po‘lat o‘zining xususiyatlari va unga mexanik ishlov berish afzalliklari bilan cho‘yanni to‘la o‘rnini egallab oladi.

XIX asr oxirida Rossiyada sanoat va fuqaro binolari ravog‘i-uncha katta bo‘lmagan asosan g‘ishtli devorlardan iborat qilib qurilgan. Ularni tom yopma konstruksiyalari uchburchakli metall fermalardan tayyorlangan.

Shu yillar davomida binolarda ramali va arkali metall konstruksiyalar qo‘llanila boshlangan. Bunga Moskvadagi Kiyev vokzali binosining tom yopma konstruksiyasi misol bo‘la oladi. Bu inshootning konstruksiyasi tugunlari parchin mixli birikmalardan iborat bo‘lib, u akademik V.G.Shuxov tomonidan oqilona loyihalangan va qurilgan.

XIX asrning ikkinchi yarmida temir yo‘l tarmoqlari ko‘payishi sababli metall ko‘priklar qurilishi rivojlanib borgan. Ko‘priklarni qurish jarayonida metall konstruksiyalarning konstruktiv shakllari, ularni turlari, hisoblash nazariyasi, ishlab chiqarish va montaji ham rivojlanib borgan. Bu o‘zgarishlar keyinchalik sanoat va jamoa binolariga ham qo‘llanilgan. Ko‘priksozlikka muhandis S.V.Kerbedzi (1810-1899) professorlardan N.A.Belelyubskiy va L.D.Proskuryakov o‘z hissalarini qo‘shganlar.

S.V.Kerbedzi Rossiyadagi birinchi panjarali fermalardan tashkil topgan temir yo‘l ko‘prigini loyihalab qurgan. Shuningdek u Peterburgdagi eng yirik cho‘yanli ko‘prik muallifidir.

Professor N.A.Belelyubskiy (1848-1922-y.) yirik olim, ko‘priksoz, Rossiyada birinchi bo‘lib yoyma profillarning sortamentini ishlab chiqqan, qurilish materiallarini sinash metodikasini (uslubini) takomillashtirgan va birinchi bo‘lib tizimli qurilish mexanikasi kursini yozgan. U Yenisey daryosidagi ko‘prik loyihasi uchun 1900-yilda Parijda tashkil etilgan ko‘rgazmada oltin medalga sazovor bo‘lgan.

XIX asr oxiri va XX asr boshlarida metall qurilmalarining rivojlanishi, ularni sanoat va fuqaro binolarida qo‘llanishiga olimlardan F.S.Yasinskiy, V.G.Shuxov va I.P.Prokofyevlarning hissaları katta bo‘lgan. O‘sha davrda metallurgiya, mashinasozlik va sanoatning boshqa sohalarining rivojlanishi, ishlab chiqarish texnologiyalarning sifatli o‘zgarishiga olib keldi. Bu esa binolarda ko‘prikli kranlar bo‘lishini taqozo etdi.

Bunday katta ravoqli va baland binolarni qurishda asosan metall qurilmalarni qo‘llash, ya‘ni metall sinchli qilib barpo etish maqsadga muvofiq hisoblanar edi. Bu sinchlarda ko‘ndalang rama asosiy yuk ko‘taruvchi element bo‘lib xizmat qilgan. Rama rigel (stropila ferma) va ustundan tashkil topgan.

Faxriy akademik V.G.Shuxovning faoliyat (1853-1939-y.) juda ham serqirra va mazmunli bo‘lgan. U birinchi bo‘lib dunyo amaliyotida turli maqsadli fazoviy panjarali metall konstruksiyali yopmalarni va minoralarni qurdi. Unda u to‘g‘ri chiziqli sirtlardan keng foydalandi (4-rasm). U qurgan inshootlarda qurilmalarni oldindan zo‘riqtirish va metallni cho‘zilishga ishlashidan samarali foydalanish g‘oyalari qo‘llanilgan. Shuningdek V.G.Shuxov rezervuarlar va boshqa varaqli po‘lat konstruksiyalarni hisoblash, loyihalash va amalda qo‘llash bo‘yicha katta ishlarni amalga oshirgan.

Beshinchi davr (revolyusiyadan keyingi). XX asrning 20-yillari, ya‘ni mamlakatni birinchi besh yillikda industrilizasiyalash davriga to‘g‘ri keladi.

XX asrning 40-yillarida nisbatan yengil, texnologik va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lgan payvand birikmali konstruksiyalar, og'ir parchin mixli konstruksiyalarni to'la almashtirdi.

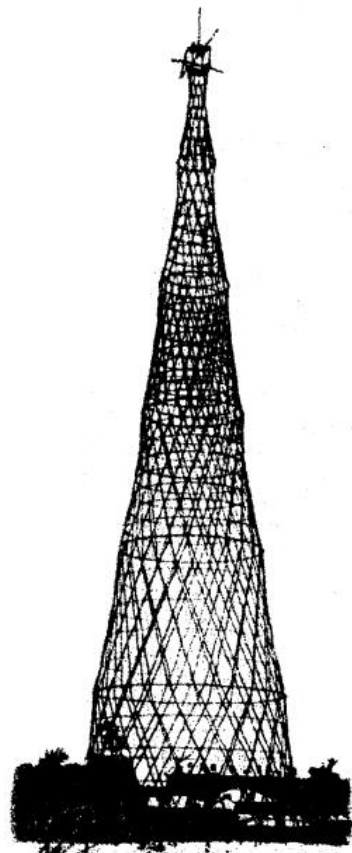
XX asr o'rtalarida qurilishda legirlangan va yuqori mustahkamli po'latlarning qo'llanilishi metall qurilmalarining massasining kamayishiga va katta o'lchamli bino va inshootlarni qurilishiga olib keldi. Shuningdek po'lat bilan bir qatorda og'irligi deyarli 3 marta kam bo'lgan alyuminiy qotishmalari qo'llanila boshlandi.

Metall konstruksiyalarni qo'llash orqali katta hajmdagi qurilishlar barpo etila boshladi. Ularning hajmi 1980-yilga kelib 20 martagacha ko'paydi. Bunda metall konstruksiyalarning turli xil shakllari va turlari ishlab chiqarildi va tadbiq etildi.

Metall konstruksiyalar rivojlanishidagi ko'p masalalar va muammolar loyiha, ilmiy tadqiqot va ishlab chiqarish korxona xodimlarning sa'y harakatlari yordamida hal etilib, amalga oshirildi. Asosan bunda SNIIPSK, SNIIPS Promstroyproyekt, SNIISK va boshqa tashkilotlarning xizmati juda katta bo'lgan.

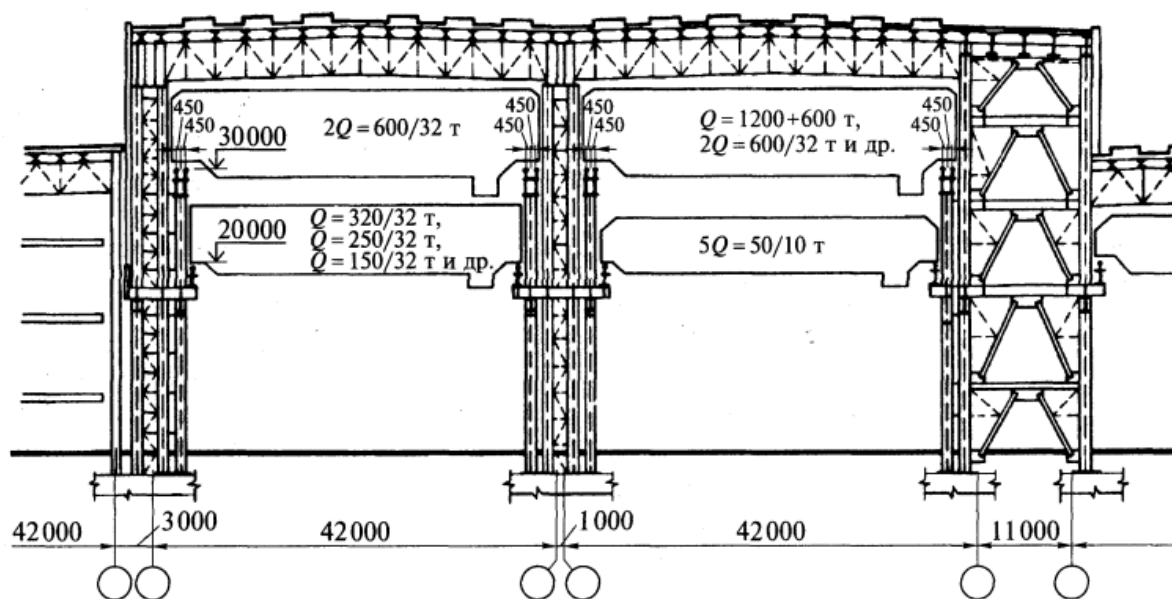
Sanoatqurilishloyiha (Promstroyproyekt) instituti 1939-yilda po'lat sinchli bir qavatli sanoat binolarning tipli seksiyalarini ishlab chiqdi. Bu tipli loyihalarda ferma, ustun, kran osti to'sinlar va boshqa konstruksiyalarning yechimlari keltirilgan. Bu esa metall konstruksiyalarni tiplashtirish va standartlashtirish orqali yanada rivojlanishiga olib keldi. Unda po'lat sarfini kamaytirish asosiy ko'rsatkich bo'lib xizmat qildi.

Ulug' Vatan urushi yillarida bino va inshootlarni qisqa muddatda tez barpo etish masalasi qo'yilgan edi. Bu masala, yengil va samarali

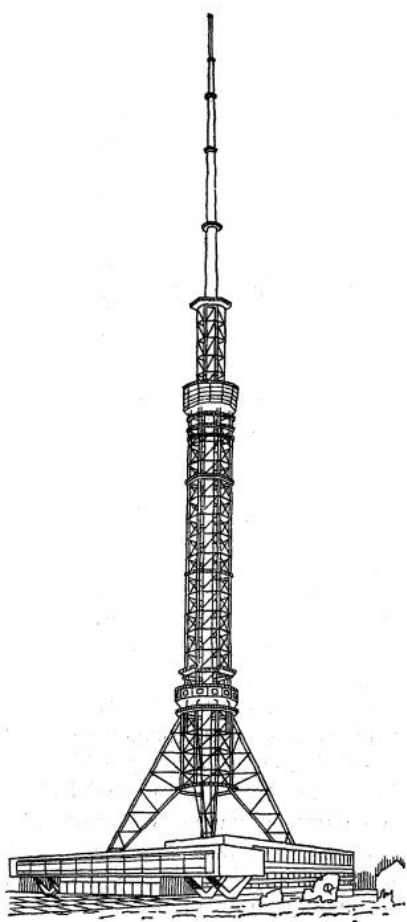


4-rasm.
Moskvadagi
V.G.Shuxov
minorasi.

hisoblangan metall konstruksiyalarni qo'llash orqali amalga oshirilib yechildi.



5-rasm. Atommash bino sinchini qirqimi.



6-rasm. Kiyev shaxridagi teleminora.

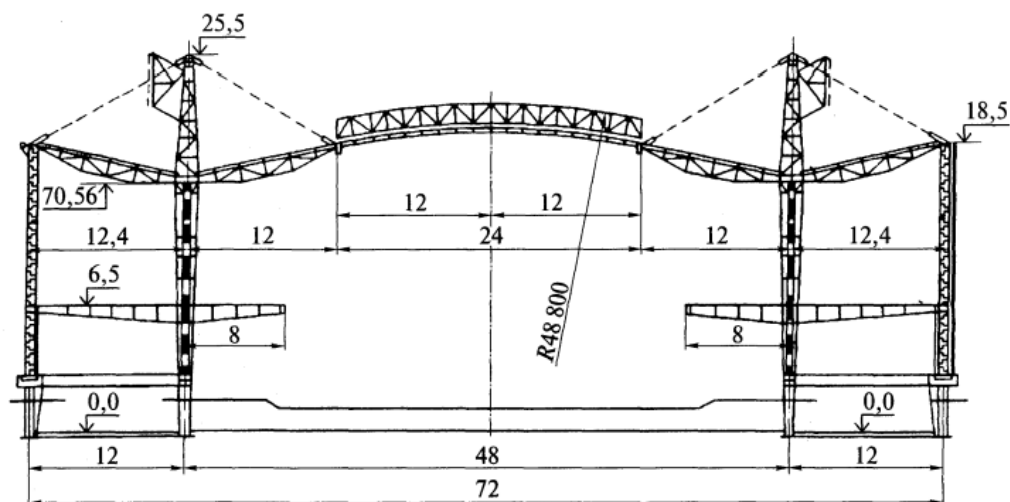
1950-1970-yillari Sovet maktabining loyihalash tamoyillari asosida metall konstruksiyadan foydalanish yanada rivojlanib bordi. Bu tamoyillar quyidagilardan iborat edi: po'lat sarfini iqtisod qilish, tayyorlashni soddalashtirish va tezkor montaj qilish. Bunga yuk ko'tarish qobiliyati 600 va 1200 t ko'priklari bilan jihozlangan ikki ravog'li tengi yo'q sanoat binosi misol bo'la oladi (5-rasm).

Neft-gaz, kimyo va metallurgiya sanoatining rivojlanishi bilan varaqli po'lat metall konstruksiyalar, aloqa, elektr uzatish inshootlari va jamoa binolarining konstruksiyalari ham rivojlana boshlandi (6-rasm).

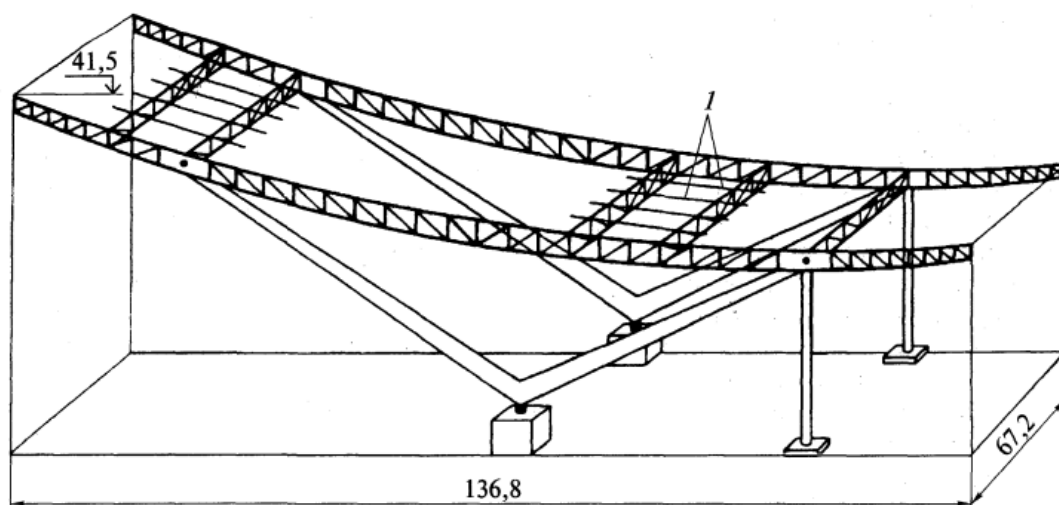
Bunga misol qilib, sobiq ittifoqning xalqaro ko'pgazmalarda ishtirok etishi uchun Bryusselda va Monrealda barpo

etilgan inshootlari (7, 8-rasm), Moskva shahridagi kosmos pavi'l'oni, shuningdek 1980-yilda Moskva shahrida olimpiada uchun katta ravoqli, metall konstruksiyali sport inshootlari barpo etildi. Bundan tashqari Moskva shahrida metall gumbazli pavi'l'on ko'rgazmalarni namoyishi uchun qurildi (9-rasm).

Metall konstruksiyalarning konstruktiv shakllari takomillashib borishi bilan bir qatorda ularni hisoblash usullari ham rivojlana boshladi. 1950-yilgacha qurilish konstruksiyalari ruhsat etilgan kuchlanishlar usuli bo'yicha hisoblangan. Bu usul konstruksiyalarni yuk ostida haqiqiy ishlashini to'la inobatga olmagan, ularni ishonchligini ta'minlamagan va ko'p hollarda material sarfiga salbiy ta'sir etgan. Shu sababli bu usul o'rniga konstruksiyalarni chegara holati bo'yicha hisoblash usuli ishlab chiqildi.

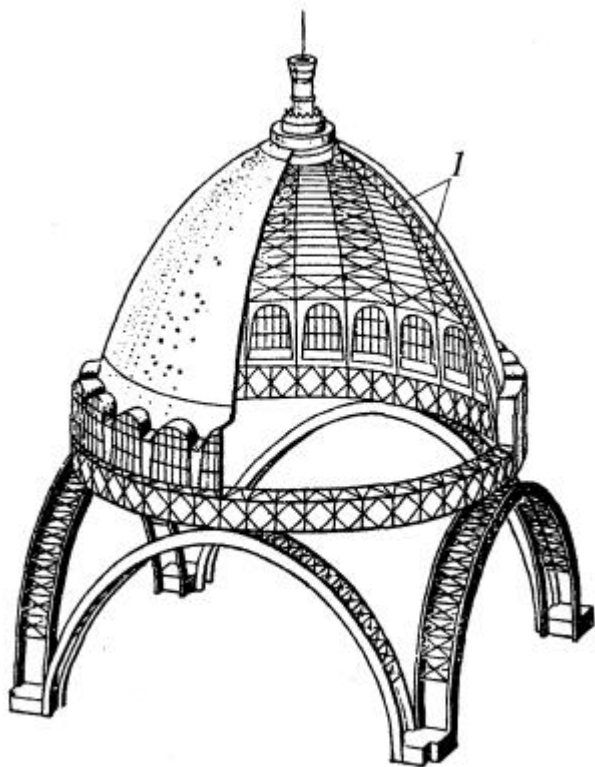


7-rasm. Bryussel shahridagi pavi'l'on (1958-y.).



8-rasm. Monrealdagi ko'rgazma pavi'l'onining konstruksiyasi (1967-y.):

1 – progonlar.



**9-rasm. Moskvadagi ko'rgazma
povil'oni: 1 – qovurg'a.**

Bu usul loyihachiga tez muddatlarda EHM yordamida loyihalanadigan murakkab bino va inshootlarni qulay yechimlarini ishlab chiqishga yordam berdi.

Sobiq ittifoq davrida metall konstruksiyalari rivojlanishiga, uning yutuqlariga loyiha va ilmiy tashkilot jamoalarining katta hissasi bor. Asosan bu sohaga 50 yil davomida rahbar bo'lgan professor N.S.Streletskiyning (1885-1967)

xizmatlari juda katta. Ulardan biri u konstruksiyalarni ruhsat etilgan kuchlanishlar usulidan

chegaraviy holat bo'yicha hisoblash usuliga o'tishni taklif etgan va bu usulni rivojlanishiga katta e'tibor qaratgan.

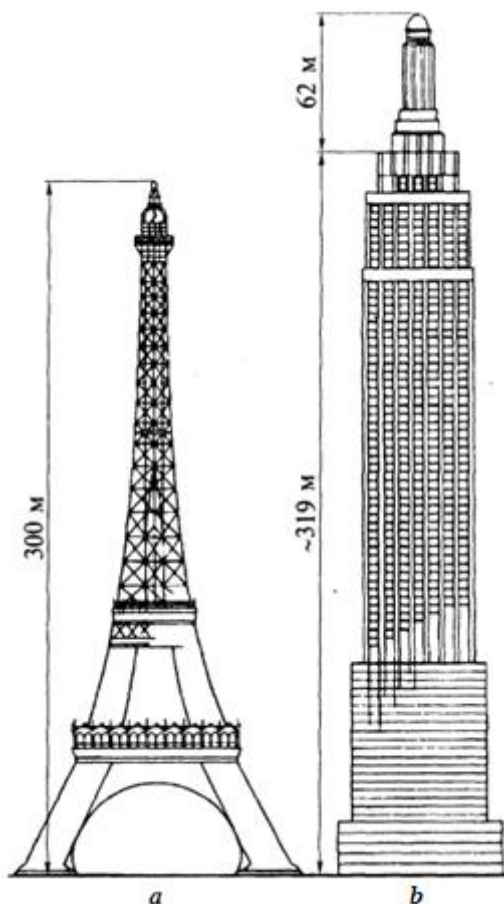
Professor Ye.O.Patonning (1870-1953) metall ko'priksizlikni rivojlanishida, elektr yoyli payvandlashning mexanizasiyashtirish va avtomatlashtirishda xizmatlari katta bo'lgan. Bu esa sobiq ittifoq payvandlash maktabining muhim texnik yutug'i bo'lgan.

Y.O.Paton Kiyev shahrida elektr payvandlash bo'yicha ilmiy tadqiqot institutini tashkil etgan. Shuningdek akademik N.P.Melnikov metall konstruksiyalarning rivojlanishiga juda katta hissasini ko'shgan. U ko'p yil davomida po'lat konstruksiyalarni loyihalash va tadqiqot qilish institutini (SNIIPSK) boshqarib kelgan.

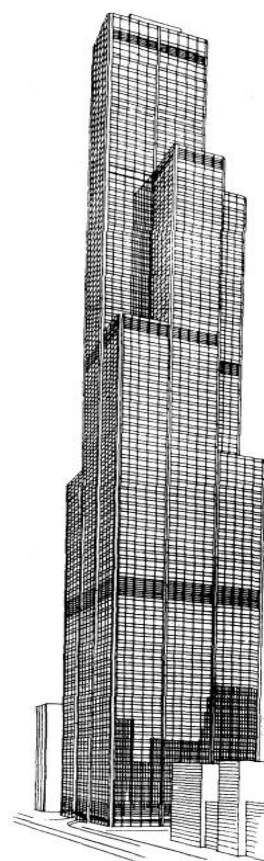
G'arb mamlakatlarda metall konstruksiyalar rivojlanishining asosiy bosqichlari:

Rossiyada metall konstruksiyalarni qo'llanishi va uning rivojlanishi bilan bir qatorda G'arb mamlakatlarda ham uning qo'llanishi rivojlana boshlandi.

Jumladan, tosh-g'isht inshootlarida qo'llaniladigan toblangan temirdan yasalgan tortqilar ishlatilgan. XVIII asrning ikkinchi yarmida Yevropada cho'yan ishlab chiqarish o'zlashtirilgan bo'lib, undan ko'priksizlikda keng foydalana boshlandi. Birinchi cho'yanli ko'priksizlik 306 m bo'lib, Buyuk Britaniyada Severen daryosi ustida qurildi (1776-79y.).



**10-rasm. Eyfel minorasi (Parij) (a);
Empayr Steyt bilding (b)**

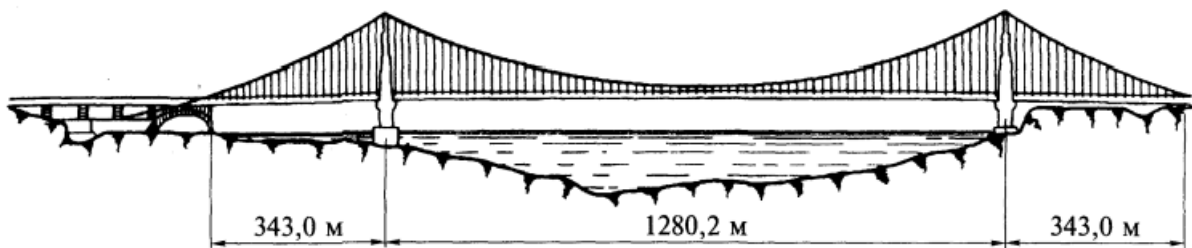


**11-rasm. Chikagodagi
“Siars binosi”. (1889-y.)**

Temir yo'llarning keskin rivojlanishi va po'lat prokatlarni ishlab chiqarilishi natijasida ko'priklar metall profillardan qurila boshlandi. So'ngra ularni qo'llanilishi jamoa va ishlab chiqarish bino va inshootlariga o'ta boshladi. Masalan, Londondagi ko'rgazmalar uchun “Billur saroyi”, 1950-yillari Marsel shahrida vokzal binosining tom yopmasi (ravog'i 52 m), Parijda balandligi 360 metr bo'lgan Eyfel minorasi (10-rasm, a) va h.k. Shuningdek AQSHda XIX asr oxirlarida metallardan qurilgan ko'p qavatli binolar va osma ko'priksizlik tez rivojlana boshlandi. 1931-yilda Nyu-Yorkda balandligi 319 m bo'lgan

“Empayr Steyt Bilding” binosi ustida balandligi 62 m bo‘lgan minora qurilgan (10-rasm, b). Balandligi 445 m, 110 qavatga teng bo‘lgan Siars binosi AQSHda (Chikagoda) qurilgan (11-rasm).

1937-yilda San-Fransisko shahrida asosiy ravog‘i 1280,2 m bo‘lgan osma ko‘prik qurildi (12-rasm). So‘ngra Buyuk Britaniyada undan ham katta, o‘rta ravog‘i (1410 m) bo‘lgan ko‘prik qurildi.



12-rasm. San-Fransiskodagi “Zolotiye vorota” ko‘prigi (1937 y.).

Sanoat va fuqaro qurilishining rivojlanishi juda katta hajmdagi har xil metall konstruksiyalarni paydo bo‘lishiga olib keldi. Turli maqsadlar uchun qurilgan fuqaro binolari, ko‘prikli kranlarning yuk ko‘tara olish qobiliyati yuqori bo‘lgan ishlab chiqarish binolari, neft qazib olish uchun dengiz platformalari, aloqa, transport va boshqa inshootlar misol bo‘la oladi. Hozirgi vaqtda bunday bino va inshootlar qurilishi davom etmoqda.

Oxirgi vaqtlarda yig‘ma ko‘rinishida bo‘lgan yengil universal binolar qurilishi rivojlanib boryapti. Shu bilan birga metall konstruksiyalarni qo‘llash sohasida ilmiy izlanishlar va kompyuter texnologiyalardan foydalanish, uning yanada rivojlanishiga o‘z ta’sirini ko‘rsatib kelmoqda.

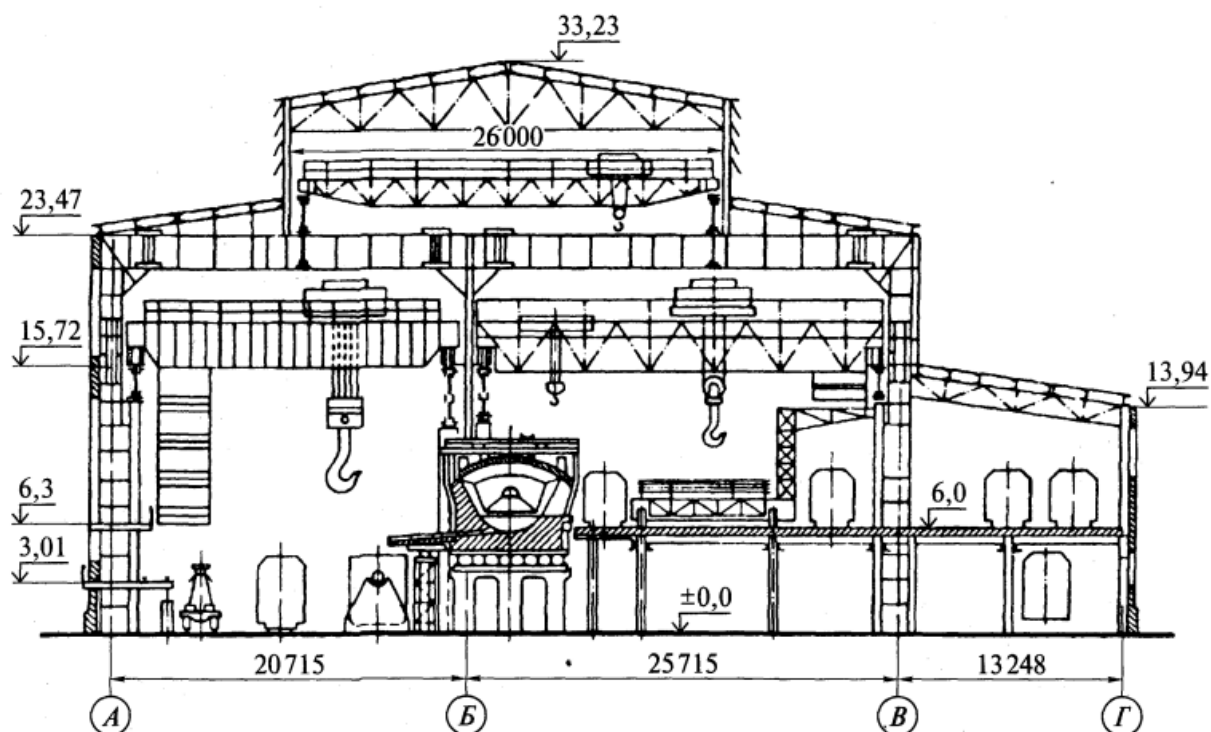
I bob. Metall konstruksiyalarning qo'llanish sohasi va ularning turlari

Hozirgi vaqtda metall konstruksiyalar turli bino va muhandislik inshootlarda qo'llanilmoqda. Xususan katta ravoqli va baland binolar qurilishiga talab oshib borayapti.

Konstruktiv shakliga va qo'llanilishiga qarab metall konstruksiyalarni shartli ravishda sakkiz guruhga bo'lish mumkin:

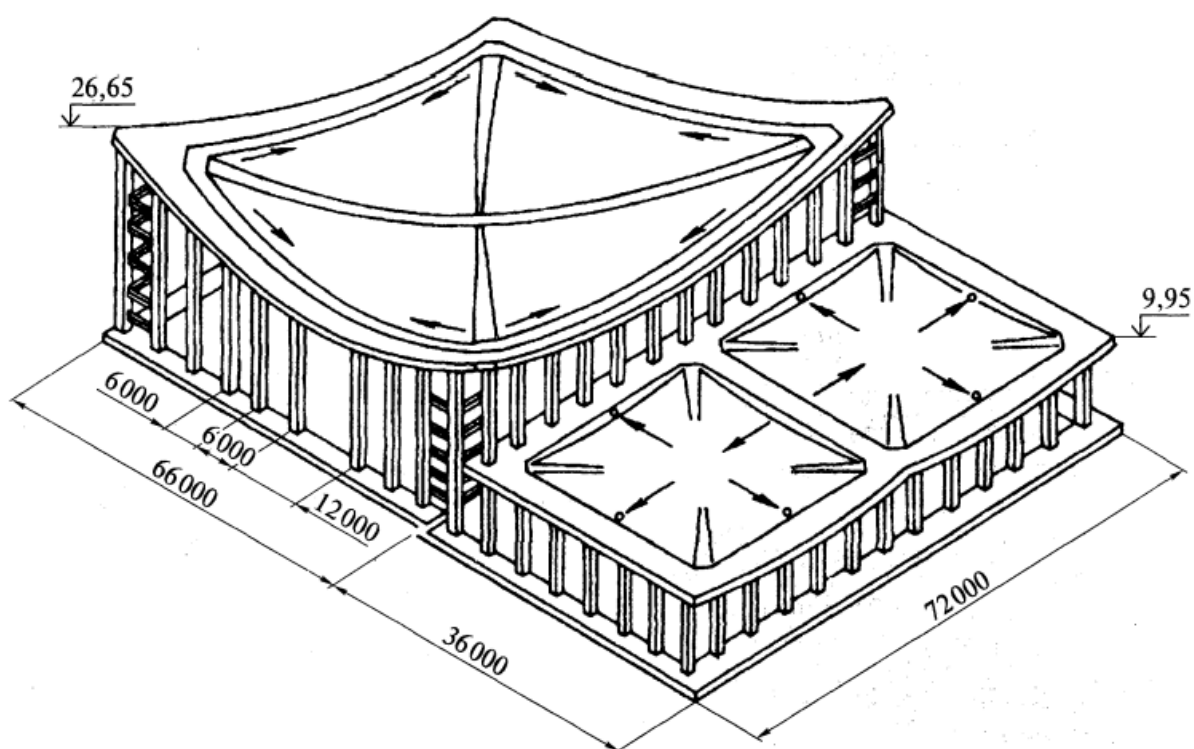
1. Sanoat binolari. Bu binolar bir qavatli ishlab chiqarish binolardan iborat bo'lib, sinchlari yaxlit metall konstruksiyalardan yoki aralash temirbeton ustunlar ustiga metall konstruksiyalar montaj qilingan kran osti to'sinlar va yopma qurilmalari po'latdan iborat bo'ladi (1.1-rasm).

Sinchlari yaxlit metall konstruksiyalar asosan katta ravoqli baland va ko'priqli kranlari bo'lgan binolarda qo'llaniladi. Ishlab chiqarish bino sinchlari ko'p metall talab qiladigan va murakkab konstruktiv majmua hisoblanadi.



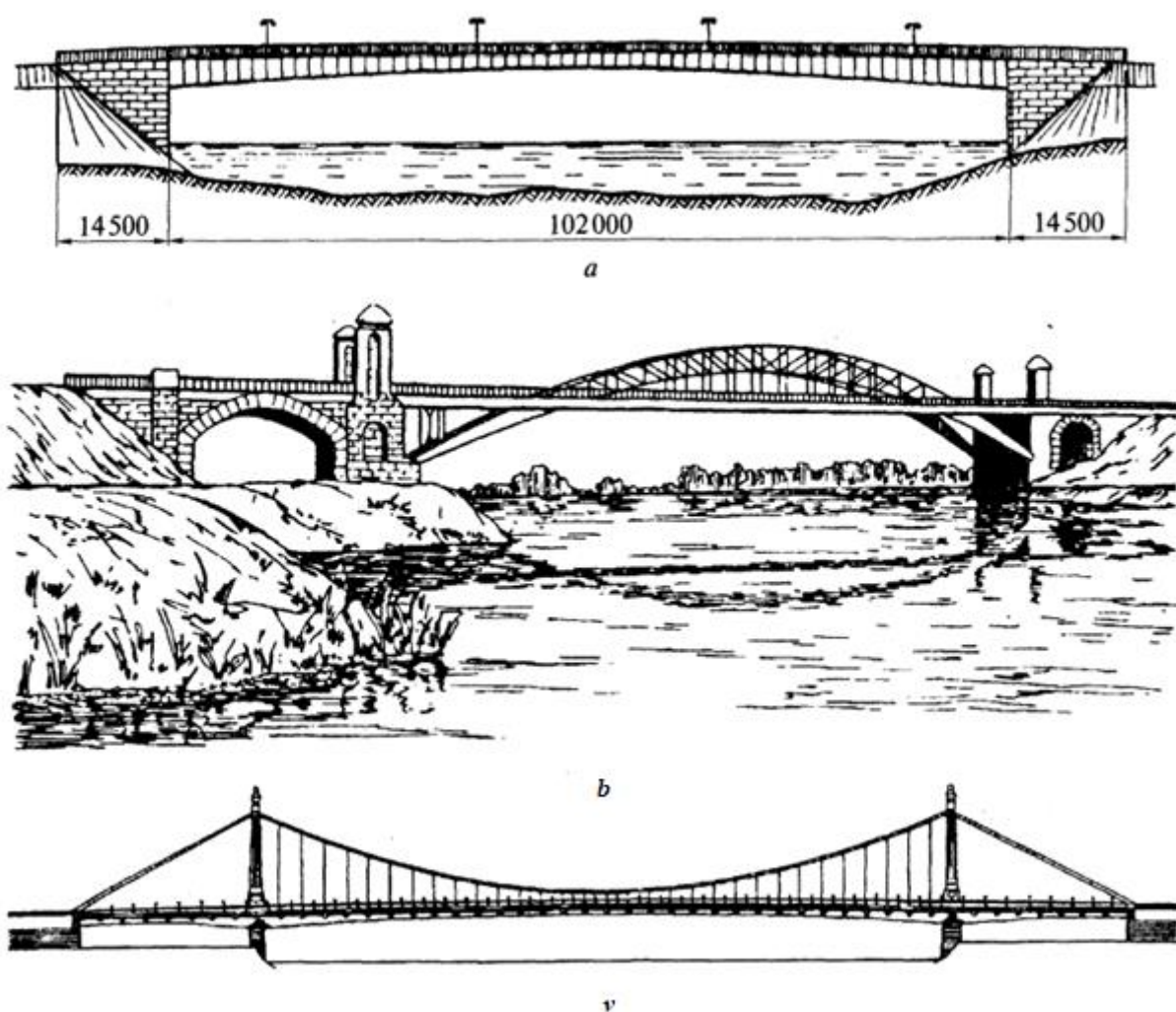
1.1-rasm. “Zaporojstal” korxonasining Martenov sexi.

2. Katta ravoqli bino yopmalari. Jamoa binolari – sport inshootlari (1.2-rasm) bozorlar, ko‘rgazma pavil’onlari, teatrlar va ba’zi ishlab chiqarish binolari (angarlar, yig‘uv sexlari, laboratoriyalar) – katta ravoqli hisoblanib, ravog‘i 100-150 m gacha bo‘lishi mumkin. Ularning tom qismi asosan metall konstruksiyalar bilan yopiladi. Bu qurilmalarning konstruktiv shakllari turlicha. Masalan, ular to‘sinli, ramali, arkali, osma yoki aralash va fazoviy bo‘lishi mumkin. Xususan jamoat binolari konstruksiyalariga juda yuqori estetik talablar qo‘yiladi.



1.2-rasm. Moskvadagi (Izmaylova) Olimpiya sport majmuasining tom yopmasi.

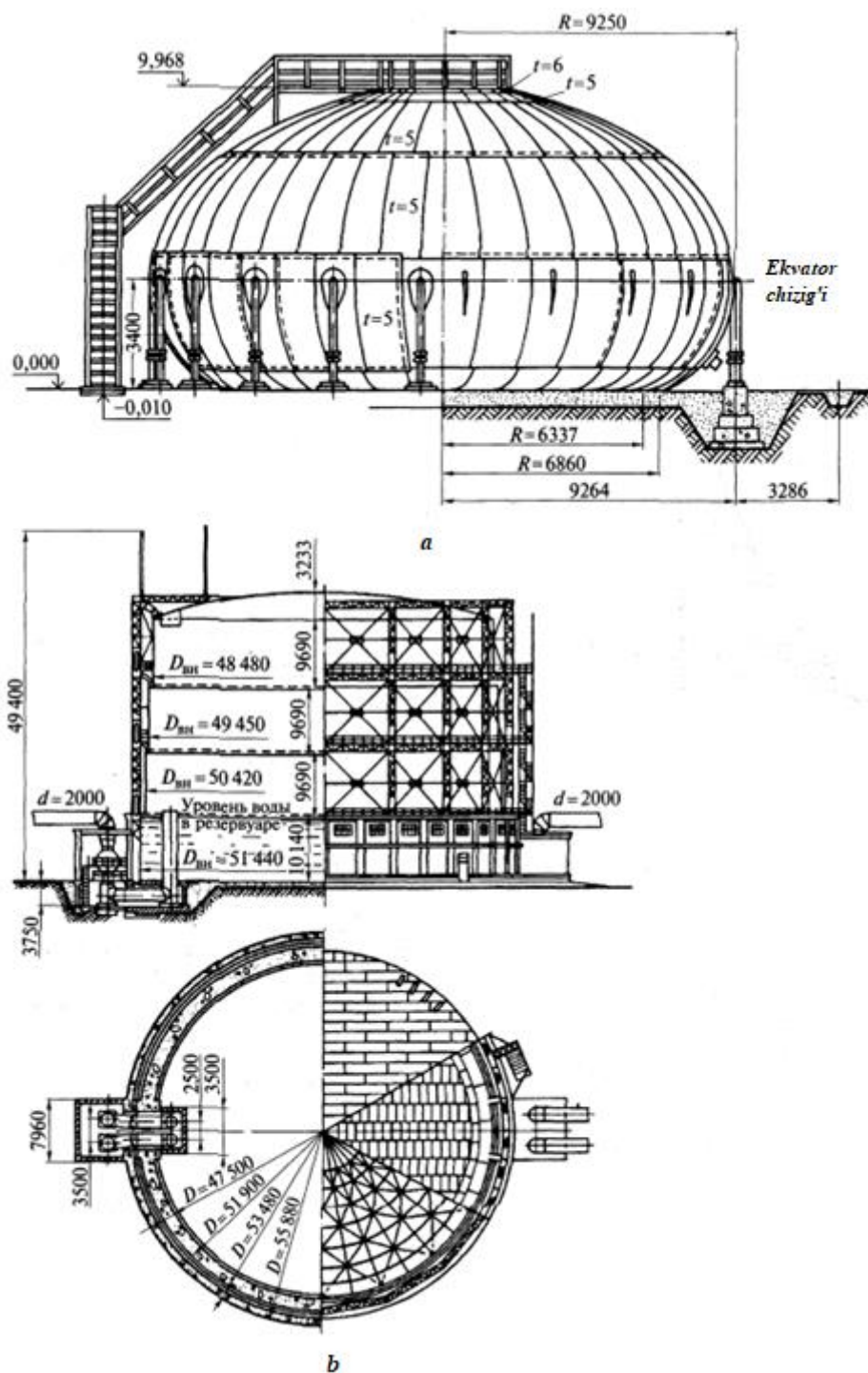
3. Ko‘priklar va estakadalar. Temir yo‘l va avtomobil yo‘llarida asosan metall konstruksiyali ko‘priklardan foydalaniladi. Ular metall konstruksiyalardan iborat bo‘lib, katta va o‘rta ravoqli bo‘lishi mumkin. Shuningdek bino yopmalari singari ko‘priklar to‘sinli, arkali, osma (1.3-rasm) yoki aralash konstruktiv ko‘rinishda barpo etiladi.



1.3-rasm. To'sinli (a), arkali (b) va osma (v) ko'prik konstruksiyalari.

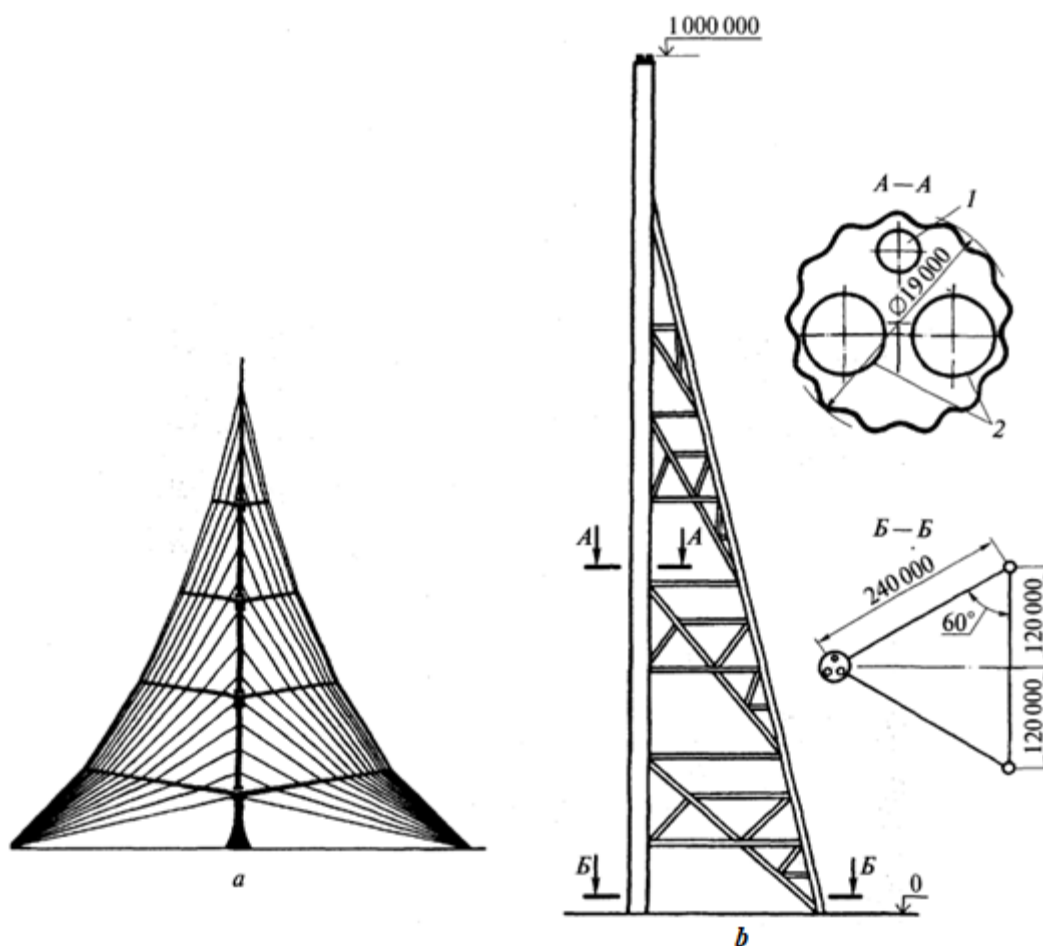
4. Varaq listli po'lat konstruksiyalar. Bularga asosan rezervuarlar (suyuqliklar saqlanadigan idishlar) gazgolderlar (neft mahsulotlarini, gaz saqlaydigan va tarqatadigan idishlar) bunkerlar (sochiluvchi materiallar uchun) katta diametrli truba o'tkazgichlar va boshqa inshootlar kiradi.

Varaqli po'lat konstruksiyalar har xil shakldagi yupqa devorli qobiqlar bo'lib hisoblanadi (1.4-rasm). Ular juda mustahkam va o'zidan mahsulotni o'tkazmaydigan – zich bo'lishi talab etiladi. Bunday konstruksiyalardan yuqori va past haroratli sharoitlarda foydalaniladi. Shuning uchun ularni ishlab chiqarishda po'latdan tashqari alyuminiy qotishmalaridan ham foydalaniladi.



1.4-rasm. Varaqli po‘lat konstruksiyalar:
a – tomchisimon rezervuar; b – gazgolder.

5. Minora va machtalar. Bunday inshootlar radio va televideniya (1.5-rasm) geodezik xizmatlar, elektr uzatish tayanch qurilmalarida, shuningdek neft qazib chiqarish, tutun va ventilyasiya minoralarida qo‘llaniladi. Bu konstruksiyalarda po‘latning ishlatilishi ularni yengil bo‘lishiga, ob‘yektga qulay tashilishiga va tez montaj qilinishiga olib keladi.



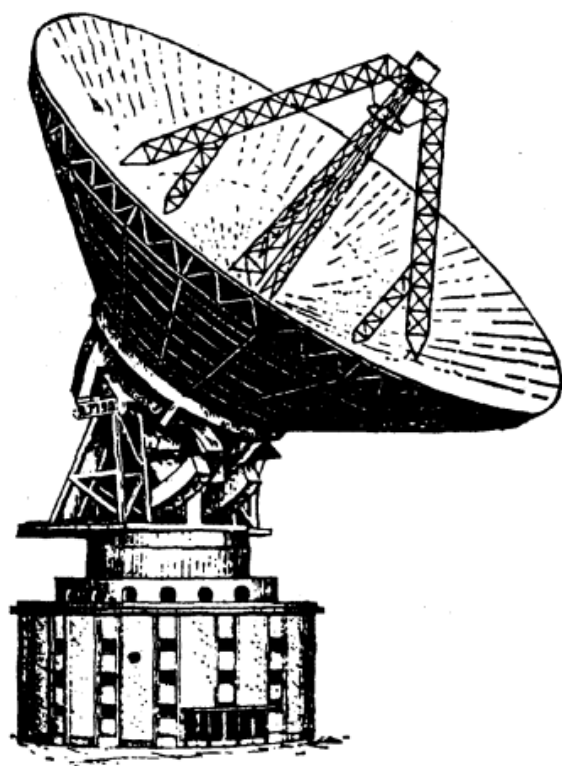
1.5-rasm. Baland inshootlar:

a – balandligi 1000 m bo‘lgan machta; b – balandligi 1000 m bo‘lgan ventilyasiya minora loyihasi; 1 – lift shaxtasi; 2 – gazni chiqaruvchi trubalar.

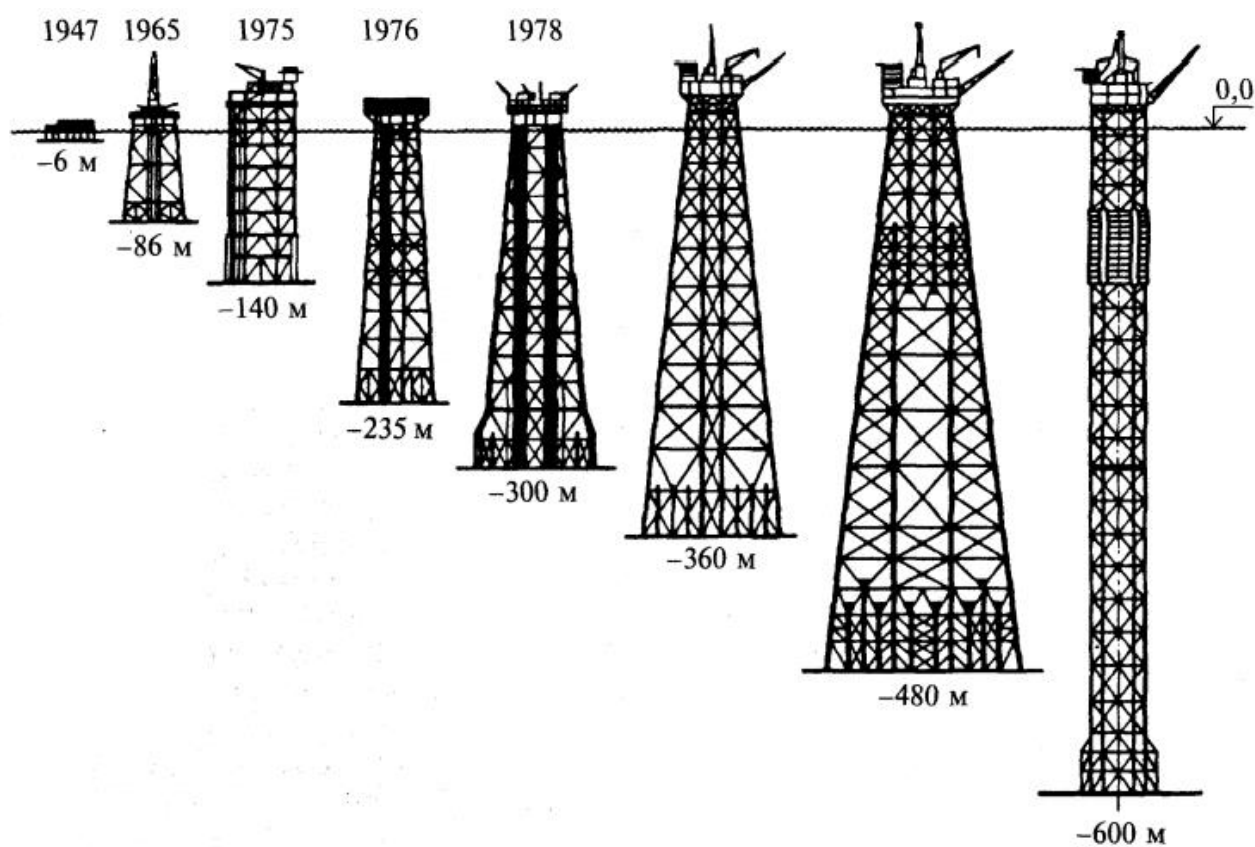
6. Ko‘p qavatli bino sinchlari. Metall sinchli ko‘p qavatli binolar asosan, aholisi zich bo‘lgan katta shaharlarda barpo etiladi. Shuningdek ba’zi ishlab chiqarish binolari ham po‘lat sinchli loyihalanadi.

7. Kranli va harakatlanuvchi konstruksiyalar. Bularga ko‘prikli, minorali va boshqa turdagi kranlarning metall konstruksiyalari, yirik ekskavator va qurilish mashinalari va h.k. kiradi. Ularning konstruksiyalari yengil bo‘lishi uchun maxsus po‘latdan tayyorlanadi.

8. Boshqa konstruksiyalar. Bularga birinchi navbatda atom energiyasini ishlab chiqarish sohasida qo‘llaniladigan konstruksiyalar, kosmik va radio aloqa teleskop konstruksiyalari (1.6-rasm), dengiz tubidan neft qazib olish platformalari (1.7-rasm) va h.k. kiradi.



1.6-rasm. Diametri 64 m bo'lgan radioteleskop.



1.7-rasm. Neft qazib olish uchun po'lat platforma konstruksiyalarining rivojlanishi.

I.1. Metall konstruksiyalarning asosiy xususiyatlari va ularga qo'yilgan talablar

Yuqorida ta'kidlab o'tilgan metall konstruksiyalarning barchasi yoyma usulda ishlab chiqariladigan metall profillardan tayyorlanadi (burchaklik, shveller, qo'shtavr, varaqli po'lat, truba va h.k.). Sortimentga kiritilgan materiallardan turli shakldagi metall konstruksiyalar hosil kilinadi. Ularni tayyorlashda sovuq usulda metallarga ishlov berishdan (kesish, teshish, bukish, rezba ochish va h.k.) va elementlarni yaxlit birlashtirishdan iborat bo'lgan texnologik jarayonidan foydalaniladi.

Metall konstruksiyalar quyidagi afzalliklarga ega:

Ishonchlilik. Metall konstruksiyalarning ishonchligi ularning haqiqiy ishlashi (kuchlanish va deformatsiyalarni taqsimlanishi) hisoblash usullariga mos kelishi bilan ta'minlanadi.

Metall konstruksiyalar bir jinsli strukturaga ega bo'lgan po'lat va alyuminiy qotishmasidan tayyorlanadi.

Yengilligi. Hozirgi vaqtda barcha yuk ko'taruvchi qurilish konstruksiyalarga nisbatan (temirbeton, tosh-g'isht, yog'och) metall konstruksiyalari eng yengil hisoblanadi.

Konstruksiyalarni yengilligi C , m^{-1} ko'rsatkichi bilan aniqlanadi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \rho / R_y$$

bunda, ρ - material zichligi; R_y - materialning hisobiy qarshiligi.

“C” ko'rsatkichi qancha kichik bo'lsa konstruksiya nisbatan shuncha yengil hisoblanadi.

Masalan, quyidagi materiallardan tayyorlangan metall konstruksiyalar uchun C-ning miqdori kam uglerodli C245 пўлат $C = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$; yuqori mustahkamli C590 po'lat $C = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$; AD 31T1 markali alyuminiy qotishmasi $C = 2,16 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$; B20 markali beton $C = 21,4 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$; yog'och (qarag'ay) $C = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$ ga teng.

Industrialligi. Metall konstruksiyalar asosan zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlangan, yuqori darajada industriallashgan

korxona sharoitida tayyorlanadi. Metall konstruksiyalarni montaji zamonaviy texnikalar yordamida tez bajariladi.

Suyuqlik va gaz o'tkazmasligi (zichligi). Po'lat faqat mustahkamligi bilan emas, balki yuqori zichligi bilan ham ajralib turadi. U gaz va suyuqlikni o'zidan o'tkazmaydi. Po'latning va payvand birikmaning zichligi yuqori bo'lganligi sababli, undan gazgolder, rezervuar, bunkerlar va h.k. tayyorlanadi.

Metall konstruksiyalari kamchilikdan holi emas.

Korroziya. Po'lat konstruksiyalar ham muhit ta'sirida, ba'zi hollarda har xil zararli gazlar bilan ifloslangan atmosfera tajovuzkor muhiti ta'sirida korroziyaga uchraydi va sekin asta yemirilib o'z xususiyatini to'la yo'qotadi. Alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan metall konstruksiyalar nisbatan korroziyaga chidamli hisoblanadi. Lekin, u salbiy ta'sir etuvchi muhitda ham korroziyaga uchraydi.

Materiallardan cho'yan korroziyaga ancha chidamli hisoblanadi. Metall konstruksiyalarni korroziyaga chidamligini oshirish maqsadida po'lat tarkibiga maxsus legirlovchi elementlar qo'shiladi, yoki vaqt-vaqti bilan lak va bo'yoqlar bilan himoyalaniib turiladi. Bundan tashqari metall konstruksiyalar tozalash va himoyalashga qulay bo'lgan profillardan tayyorlansa maqsadga muvofiq hisoblanadi.

O'tga chidamligi. Po'latning 200 °C haroratda elastik qobiliyati kamaya boshlaydi, 600 °C haroratda u to'la plastik holatga o'tadi. Alyuminiy qotishmasi esa 300 °C haroratda plastik holatga o'ta boshlaydi. Shuning uchun yong'inga nisbatan xavfli bo'lgan binolarning metall konstruksiyalari o'tga chidamli materiallar (beton, sopol, maxsus qoplamalar va h.k.) bilan himoyalangan bo'lishi kerak.

Metall konstruksiyalarni loyihalashda quyidagi talablarga rioya qilinishi kerak:

Metall konstruksiyalardan foydalanish sharoitlari. Metall konstruksiyalarni loyihalashda, ular qanday sharoitda ishlatilinishi va foydalanilishiga qo'yilgan talab muhim ahamiyatga ega. Bu ular uchun qanday material tanlash va qanaqa konstruktiv shakl bo'lishi kerakligiga asosiy omil bo'ladi.

Metallni tejash. Metallni tejash sharti, sanoatning barcha sohalarida unga bo‘lgan katta ehtiyoj va qimmatligi bilan aniqlanadi.

Transportabelligi. Metall konstruksiyalarni korxona sharoitida tayyorlab, qurilish ob‘yektiga yetkazish uchun yaxlit, yoki jo‘natiladigan elementlarga bo‘lish talab etiladi. Ular tashishga qulay bo‘lishi kerak.

Texnologikligi. Konstruksiyalar ilg‘or va zamonaviy ishlab chiqarish va montaj qilish texnologiyalari asosida loyihalanishi kerak. Bunda asosiy e‘tibor konstruksiyalarni tayyorlashda mehnat hajmini kamaytirishga qaratiladi.

Tezkor montaj. Konstruksiyalar qisqa muddatlarda yig‘ilishi va zamonaviy montaj qilish jihozlari yordami tez montaj qilinishi bilan aniqlanadi.

Umrboqiyliigi. Konstruksiyalarning umrboqiyliigi vaqt o‘tishi bilan fizik va ma‘naviy eskirishi (yemirilishi) bilan aniqlanadi.

Estetiklik. Nafosatlilik. Konstruksiyalar qayerda qo‘llanishidan qat‘iy nazar har tomonlama chidamli, ko‘rkam va nafosatli bo‘lishi talab etiladi. Xususan bu talablar jamoa bino va inshootlarini loyihalashda e‘tiborga olinishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Yuqorida ta‘kidlab o‘tilgan talablar, loyihachi va konstruktorlar tomonidan fan va amaliyot yutuqlari asosida amalga oshiriladi. Bunda asosiy uchta ko‘rsatkichlarga e‘tibor qaratiladi:

1. Po‘lat sarfini tejash;
2. Konstruksiyalar ishlab chiqarish unumdorligini oshirish;
3. Ularni montaj qilishda mehnat hajmini va muddatini qisqartirish.

Metall konstruksiyalarda po‘latni tejashning asosiy yo‘nalishlari quyidagilar:

- Ularda kam ligerlarga va yuqori mustahkamli po‘latlarni ishlatish.
- Tejamkor, yoyma va bukilgan profillarni qo‘llash.
- Qurilishda metall konstruksiyalarning zamonaviy va samarador, konstruktiv shakl va turlarini qo‘llash (fazoviy, oldindan zo‘riqtirilgan, osma, trubalardan tayyorlangan va h.k.), hisoblash usullarini takomillashtirish, kompyuter texnologiyalardan foydalangan

holda ularning eng qulay (optimal) konstruktiv yechimlarini izlab topish.

Hozirgi vaqtda metall konstruksiyalarining bir tipli qilib tayyorlash juda rivojlanib bormoqda. Xususan bir xil, ko'p uchraydigan va qo'llaniladigan konstruktiv elementlarning (ustun, ferma, kran osti to'sinlar va h.k.) konstruktiv yechimlari ishlab chiqilgan bo'lib, standartlarga kiritilgan. Huddi shunday ba'zi inshootlarning, ya'ni minoralar, radiomachtalar, elektr tarmoq tayanchlari, rezervuarlar, gazgolderlar, ko'priklar va sanoat binolarning bir xil, tipli konstruktiv yechimlari ishlab chiqilgan.

Bir xil konstruktiv yechimga ega bo'lgan metall konstruksiyalar yaratishda metall sarfini tejash, ularni tayyorlash texnologiyalari, ob'yektga tashib borish imkoniyatlari va tezkor montaj qilish ko'zda tutilgan.

I.2. Metall konstruksiyalar uchun ishlatiladigan materiallar va ularning xususiyatlari

Qurilish metall konstruksiyalari uchun asosan kamuglerodli po'latlar va alyuminiy qotishmalari ishlatiladi. Qayta takrorlanuvchi siqiluvchi zo'riqishga ishlaydigan og'ir metall konstruksiyalarning tayanch qismlarida uglerodli po'lat quymalar va kulrang cho'yan qo'llaniladi. O'sma, oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda yuqori mustahkamli o'rama po'lat simlar (kanat, trosalar) va po'lat armaturali sterjenlar ishlatiladi. Metall konstruksiyalarda ishlatiladigan po'latlar mustahkamligi, plastikligi, bir jinsliligi va yaxshi payvandlanishi xususiyatlari mujassam bo'lgan material hisoblanadi.

Po'latlarning asosiy kamchiliklari: korroziyaga uchrashi va po'lat konstruksiyalarni undan himoyalash zarurligi, past haroratlarda plastiklik xususiyatini kamayishi va o'tga chidamsizligi. Alyuminiy qotishmalarining afzallik tomonlari nisbatan yuqori mustahkamligi, zichligi po'latga nisbatan 3 barobar kamligi, korroziyaga chidamliligi, yuqori plastik-elastiklik xususiyatini past haroratda saqlab qolishliligidir. Shunga qaramasdan alyuminiy qotishmalarini elastiklik

modulining pastligi uning yuqori deformasiyalanishiga olib keladi va ustuvorligini yo'qotishga sabab bo'ladi.

Alyuminiy qotishmalari 300 °C haroratda o'tga chidamlilik qobiliyatini yo'qotadi.

Cho'yan siqilishga yaxshi ishlaydi, korroziyaga chidamli, ammo cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi past, mo'rt, payvandlanishi qiyin material hisoblanadi. Shu sababli u qurilish konstruksiyalarida deyarli ishlatilmaydi.

Metall konstruksiyalarning ishonchligi, umrboqiyligi ko'p hollarda materialning xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Ularga mustahkamlik, ustivorlik, plastiklik, mo'rtligi, qattiqligi, payvandlanishi, korroziyaga chidamligi, eskirishga moyilligi va texnologikligi kiradi.

Mustahkamligi – materialning buzilmasdan tashqi ta'sirga qarshilik ko'rsata olish qobiliyati.

Elastikligi – tashqi ta'sir etadigan yukni olgandan keyin birlamchi boshlang'ich holatiga qayta olish qobiliyati.

Plastiklik – tashqi ta'sir etadigan yukni olgandan keyin ham o'z deformasiyalangan holatini saqlash qobiliyati.

Mo'rtligi – materialning juda kichik deformasiyalanishi natijasida buzilish (sinish) qobiliyati.

Qattiqligi – po'latning o'zidan qattiqroq bo'lgan material ta'siriga, ya'ni unga botishiga qarshilik ko'rsata olish qobiliyati.

Metallning mexanik xossalari to'g'ri to'rtburchakli yoki aylana ko'ndalang kesimli standart namunani statik cho'zuvchi kuchga sinash usuli bilan aniqlanadi. Bunda nisbiy cho'zilish (ε) va kuchlanish (σ) o'rtasidagi bog'liqlik diagrammasi yozib boriladi, ya'ni

$$\sigma = F/A; \varepsilon = (\Delta l/l) \cdot 100\%$$

bunda, A - namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, F - cho'zuvchi kuch, l - namuna ishchi qismining boshlang'ich uzunligi, Δl - namuna ishchi qismining cho'zilish miqdori.

Har xil metallarning cho'zilishga ishlash diagrammasi 1.8, a-rasmda ko'rsatilgan.

Metall mustahkamligining asosiy ko'rsatkichi bu vaqtinchalik qarshiligi σ_u va oquvchanlik chegarasi $\sigma_{y(OK)}$.

Vaqtinchalik qarshilik σ_u – namunaning buzilish jarayonidagi eng katta shartli kuchlanishdir (maksimal buzuvchi kuchining namunaning boshlang'ich ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati).

Oquvchanlik chegarasi $\sigma_{y(OK)}$ – ta'sir etuvchi kuch o'zgarmagan holda namunaning deformasiyasi (cho'zilishi) ortib borayotgan vaqtidagi kuchlanish. Bunda oquvchanlik maydonchasi hosil bo'ladi, ya'ni metall "oqqandek" bo'ladi. Oquvchanlik maydonchasi bo'lmagan metallar uchun shartli oquvchanlik chegarasidagi $\sigma_{0,2}$ kuchlanish, nisbiy qoldiq deformasiyasi 0,2 %ga teng bo'lgandagi kuchlanishga teng bo'ladi.

Metallarning plastikligi namuna uzilgandan (buzilgandan) so'ng uning nisbiy qoldiq cho'zilishi bilan aniqlanadi. Shuningdek metallning plastiklik ko'rsatkichi yana namunaning nisbiy torayishi bilan ham aniqlanadi:

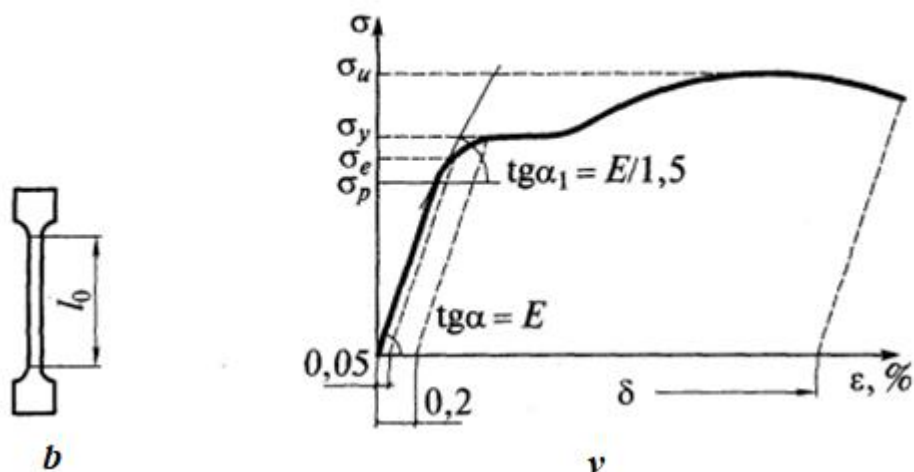
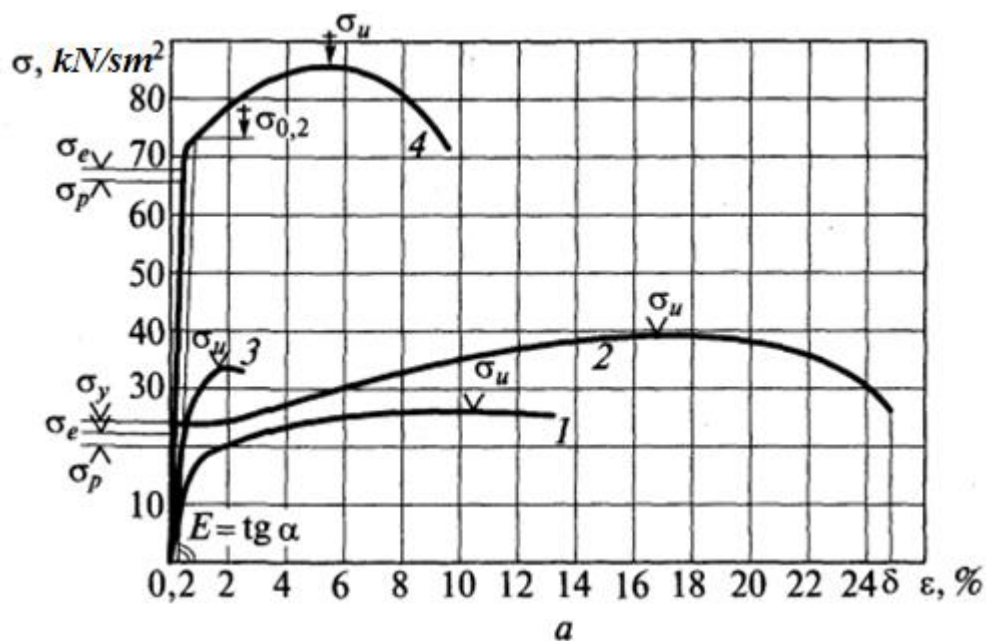
$$\Psi\psi = \frac{A - A_0}{A} \cdot 100 \%$$

bunda, A va A_0 – namunaning boshlang'ich va uzilgandan keyingi ko'ndalang kesim yuzasi.

Metallning vaqtinchalik kuchlanishdan ozgina pastda (1.8-rasm) mutanosiblik chegarasi σ_p , ya'ni kuchlanish bilan deformasiya bog'liqligi to'g'ri chiziqli bo'lib, materialning ishlashi Guk qonuniga bo'ysunadi.

$$\sigma_p = E\varepsilon$$

bunda, E – materialning elastiklik moduli, $E = tg \alpha$ (1.8. v-rasm), ε – nisbiy cho'zilish.



1.8-rasm. Metallning mexanik xossalarini aniqlash:

a - metallni cho'zilishga ishlash diagrammasi; *b* – cho'zilishga sinash namunasi; *v* – po'latning elastiklik mutanosiblik chegarasini aniqlash diagrammasi;

1 – alyuminiy qotishma AMΓ6; 2 – kam uglerodli po'lat; 3 – cho'yan; 4 – yuqori mustahkamli po'lat 16Γ2AΦ.

Metallning mo'rtligi maxsus namunaning zarbiy qovushqoqligi bilan aniqlanadi. Bu namuna zarb beradigan moslama bilan (1.9-rasm) urib sindiriladi. Metallning mo'rtligi namunani sindirishga ketgan ish miqdori bilan aniqlanadi.

Bu sarflangan ishning namunaning singan joyidagi ko'ndalang kesim yuzasi A ga nisbati (T/A) zarbiy qovushqoqlik deyiladi. Uning birligi Dj/sm^2 .

a – “i” shaklida uyigʻi boʻlgan namuna; b – “v” shaklida uyigʻi boʻlgan namuna; v – yorigʻi boʻlgan namuna; g – sinash sxemasi; 1 – yoriq; 2 – sinash namunasi.

Vaqt o'tishi bilan po'latning xususiyatlari o'zgarib boradi, oquvchanlik chegarasi va vaqtinchalik qarshiligi ortadi, plastikligi va mo'rtligi pasayadi. Bu jarayon po'latning qarishi bilan belgilanadi.

Metall konstruksiyalarni ishlab chiqarish va tayyorlashda quyidagi jarayonlar keng qo'llaniladi: egish, kesish, teshik teshish, yo'nish va h.k. Shu jarayonlarni sifatli bajarish uchun metall tegishli texnologik xususiyatlarga mos kelishi talab etiladi. Masalan, po'latning qattiqligi yuqori bo'lsa, uni mexanik kesish va teshish qiyin bo'ladi. Po'latga termik ishlov berish uni qarish jarayonini tezlashtiradi va mo'rt holatga o'tishiga sabab bo'ladi.

Metall xususiyatlarining asosiy ko'rsatkichlar miqdori davlat standartlari (GOST) va texnik shartlari (TY)da ko'rsatiladi.

Qurilish konstruksiyalarning ishlashi nuqtai nazaridan metallning eng muhim bo'lgan fizik xususiyatlariga uning zichligi, cho'zilishdagi va siljishdagi elastiklik moduli, ko'ndalang deformasiya va chiziqli kengayish koeffitsiyentlari kiradi. Bu xususiyatlari 1.1-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

Metall konstruksiyalarda qo'llaniladigan materiallarning fizik ko'rsatkichlari

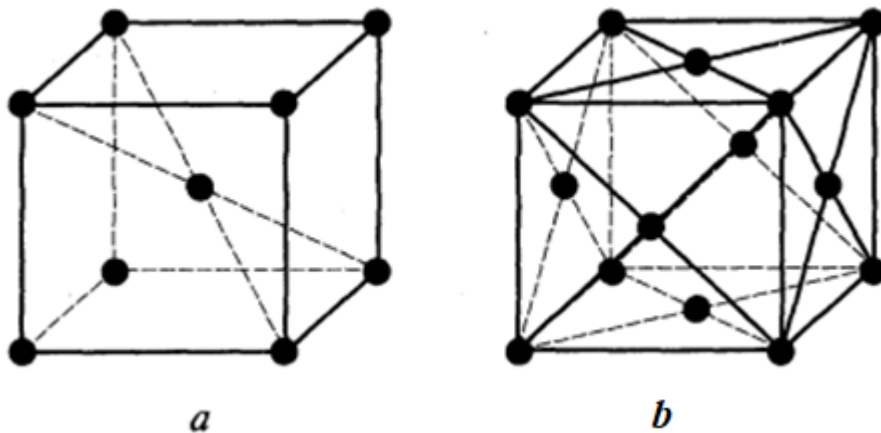
Nomlanishi	Shartli belgi	Yoyma po'lat	Alyuminiy qotishma	Cho'yan
Hajmiy og'irligi (zichligi)	$\gamma, \text{кН/см}^3$ ($\rho, \text{кг/м}^3$)	$7,7 \cdot 10^{-5}$ ($7,85 \cdot 10^3$)	$2,65 \cdot 10^{-5}$ ($2,7 \cdot 10^3$)	$7,06 \cdot 10^{-5}$ ($7,2 \cdot 10^3$)
Chiziqli kengayish koeffitsiyenti	$\alpha, \text{см}^{-1}$	$0,12 \cdot 10^{-4}$	$0,23 \cdot 10^{-4}$	—
Elastiklik moduli	$E, \text{кН/см}^2$	$2,06 \cdot 10^4$	$0,71 \cdot 10^4$	$0,83 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^4$
Siljish moduli	$G, \text{кН/см}^2$	$0,78 \cdot 10^4$	$0,27 \cdot 10^4$	—
Ko'ndalang deformasiya koeffitsiyenti (materialning elastik ishlashida)	ν	0,3	0,3	—

I.3. Po‘latlar va alyuminiy qotishmalari

Po‘latlarning umumiy xususiyatlari

Po‘lat – bu temir bilan uglerodning qotishmasi bo‘lib, tarkibida sifatini yaxshilovchi ligerlovchi qo‘shimchalar va sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi zararli qo‘shimchalar bor bo‘lgan metallidir.

Po‘latning tuzilishi. Qattiq holatda po‘lat polikristali zich bo‘lib, har xil joylashgan kristallardan (zarrachalardan) iborat. Har bir kristalda atomlar (aniqrog‘i musbat zaryadlangan ionlar) tartib bilan fazoviy panjaraning tugunlarida joylashgan bo‘ladi. Po‘latlar uchun hajmiy markazlashgan va hajmiy-qirrali kub shakldagi kristall panjarali struktura mos keladi (1.10-rasm). Har bir zarracha anizotrop bo‘lib, har xil yo‘nalishda bo‘ladi. Bu zarrachalar ko‘payganda har xil tekislanib, hamma yo‘nalishda po‘latning xususiyati o‘rtacha tenglashadi va u kvaziizotrop jinsdek bo‘lib qoladi.



1.10-rasm. Hajmiy kristall panjara:
a – hajmiy markazlashgan; b – hajmiy qirrali.

Po‘latning tuzilishi-kristallanishi sharoitiga, kimyoviy tarkibi, issiq holda ishlov berilishiga va yoyilish rejimiga bog‘liq bo‘ladi.

Temirning erish harorati 1535°C teng bo‘lib, qotish jarayonida sof toza temir kristallari – ferrit hosil bo‘ladi. Unga uglerod qo‘shilib borilsa 0,2 % erish harorati tushib boradi va u 1520°C ga teng bo‘ladi. Sovugandagi bu qotishma austenit deyiladi. 910°C va undan past haroratda austenit strukturasi buzila boshlaydi va 723°C da perlitga

aylanadi. Perlit, ferrit va temir karbidining Fe_3C aralashmasi bo'lib sementit deyiladi. Shunday qilib po'lat normal haroratda ikkita asosiy fazadan iborat bo'ladi, ferrit va sementit, ular mustaqil zarracha bo'lib perlit tarkibiga plastinka shaklda kirib boradi (1.11-rasm). Oq zarrachalar – ferrit, qora rangli perlit.

Ferrit – mustahkamligi kam, juda plastik sementiti qattiq va mo'rt. Perlit xususiyatlari ferrit bilan sementit xususiyatlarining o'rtachasiga teng.



1.11-rasm. Kam uglerodli po'latning mikrostrukturasi.

Legirlovchi elementlar ferrit tarkibiga qo'shilganda, uni mustahkamlaydi.

Termik ishlov berish natijasida po'latning xususiyatlari o'zgaradi. Bunga normallashtirish, toblash, bo'shatish va h.k. kiradi. Bular hammasi po'latning tuzilishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi va uning xossalarini yaxshilaydi.

Xulosa qilib aytganda, po'latning kimyoviy tarkibini, yoyilish tartibini, termik ishlov berish yo'li bilan uning tuzilishini o'zgartirish talab etiladigan po'latni olish mumkin.

Po'latlarning tasniflanishi.

Po'latlar mustahkamligiga qarab uch guruhga ajratiladi, oddiy ($\sigma_{OK} \leq 29 \text{ kN/sm}^2$), mustahkamligi oshirilgan ($\sigma_{OK} = 29 \div 40 \text{ kN/sm}^2$) va yuqori mustahkamlik ($\sigma_{OK} \geq 40 \text{ kN/sm}^2$). Legirlash

va termik ishlov berish usuli bilan yuqori mustahkamli po‘latlar olinadi.

Kimyoviy tarkibi bo‘yicha uglerodli va termik ishlov berilgan po‘latlarga bo‘linadi. Uglerodli po‘latlar oddiy, sifatli hisoblanib, temir va ugleroddan tashkil topgan bo‘lib, ba’zida unga kam miqdorda kremniy va marganes qo‘shilgan bo‘ladi.

Uglerod (U)– po‘latning mustahkamligini oshiradi, plastikligini kamaytiradi, payvandlanuvchanligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun qurilish metall konstruksiyalarida uglerod miqdori 0,22% oshmagan kam uglerodli po‘latlar ishlatiladi.

Ligerlangan po‘lat tarkibiga hammasi bo‘lib 5% oshmagan qo‘shimchalar kiritilishi mumkin. Bu qo‘shimchalar po‘latning sifatini yaxshilaydi. Ularga quyidagilar kiradi: kremniy(*C*), marganes(*G*), mis(*D*), xrom(*X*), nikel(*H*), vanadiy(*F*), molibden(*M*), alyuminiy(*Yu*), azot(*A*).

Kremniy (C) – po‘latning mustahkamligini oshiradi, plastikligini va korroziyaga chidamliligini kamaytiradi.

Marganes (G) – mustahkamligini oshiradi, agar uning miqdori 1,5% dan oshib ketsa, po‘lat mo‘rt bo‘lib qoladi.

Mis (D) – po‘latning birmuncha mustahkamligini va korroziyaga chidamliligini oshiradi.

Xrom (X) va Nikel (H) – po‘latning plastikligini kamaytirmasdan uning mustahkamligini oshiradi, korroziyaga chidamliligini yaxshilaydi.

Alyuminiy (Yu) – fosfor salbiy ta’sirini chetlashtirib po‘latning zarbiy qovushqoqligini oshiradi.

Azot (A) – po‘latning mo‘rtligini oshiradi. Shuning uchun uning miqdori 0,009%dan oshmasligi kerak. U kimyoviy elementlar (alyuminiy, vanadiy, titan va b.) bilan birlashib neytritlar hosil qilib, legirlovchi qo‘shimchaga aylanadi va kichik zarrachali tuzilishga ega bo‘lgan po‘lat olishga yordamlashadi. Azot po‘latning mexanik xossalarini yaxshilaydi.

Fosfor, oltingugurt va kislorod zararli qo‘shimchalar tarkibiga kiradi. Ular po‘latning mexanik xossalarini yomonlashtiradi.

Buyurtmachilarga po‘latlar ikki ko‘rinishda jo‘natiladi:

1. Issiq usulda yoyilgan po‘latlar;
2. Termik ishlov berilgan po‘latlar.

Termik ishlov berilgan po‘latlar mustahkamligi oshirilgan bo‘lib, ular mo‘rt bo‘lishiga yaxshi qarshilik ko‘rsata oladi.

Qurilish metall konstruksiyalarda qo‘llaniladigan po‘latlar ikki usul bilan olinadi: Martenov pechlarida va konvertorlarda. Bu ikkala usul bilan olingan po‘latlarning xossalari bir xil, lekin kislorod konvertorli usulda olingan po‘latlar arzon hisoblanadi va u hozirgi vaqtda Martenov pechlarini siqib chiqarmoqda.

Elektrometallurgiyani rivojlanishi bilan po‘latlar elektr pechlarda olinadi va ular yuqori sifatli hisoblanadi.

Po‘lat pechlardan qoliplarga qo‘yilganda ba‘zilar qaynaydi, ba‘zilar tinch holatda va yarim tinch holatda bo‘ladi. Shuning uchun qaynoq (КП), yarimtinch (ПЧ), tinch holatdagi (СП) po‘latlarga bo‘linadi. Har xil zararli gazlar ajralib chiqqanligi sababli qoliplarga qo‘yilgan po‘lat qaynaydi, shu uchun ular *qaynoq po‘latlar* deb ataladi.

Po‘lat sifatini oshirish maqsadida tarkibiga 0,12% dan 0,3% gacha kremniy qo‘shiladi. Bunday po‘latlarni qolipga qo‘yganda ular tinch holatda bo‘ladi. Shuning uchun bu po‘latlarni *tinch holatdagi po‘latlar* deb ataladi. Bu po‘latlar bir jinsli, yaxshi payvandlanadi va dinamik yuklar ta‘siriga yaxshi qarshilik ko‘rsatadi. Bunday po‘latlardan tayyorlangan metall konstruksiyalar muhim bo‘lgan qurilishlarda qo‘llaniladi.

Yarim tinch po‘latlar sifat jihatdan qaynoq va tinch holatdagi po‘latlar o‘rtasida bo‘ladi. Ularga 0,05%-0,15% miqdorda kremniy qo‘shiladi. Kam uglerodli po‘latlar asosan tinch holatda bo‘lgan po‘latlar turkumiga kiradi.

Po‘latlarning normallanishi

Qurilish metall konstruksiyalarda ishlatiladigan har xil xossali bo‘lgan po‘latlar GOST 27772-88 da keltirilgan. Bu davlat standartiga

asosan fasonli po‘latlar C235, C245, C255, C275, C285, C345, C345K, C375 markali qilib ishlab chiqariladi.

Bu belgilanishda C-po‘lat (сталь) 235, 245 va h.k. – po‘latning oquvchanlik chegarasi, MP_{0.2}. Po‘latning kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari 1.2 va 1.3-jadvallarda keltirilgan.

Po‘latning kimyoviy tarkibi

1.2 –jadval.

Po‘lat	Elementlar miqdori, %							
	Ugle-rod, ≤	Marga-nes	Kremniy	Oltingu-gurt, ≤	Fos-for, ≤	Xrom, ≤	Vanad iy	Boshqa elementlar
C235	0,22	≤ 0,6	≤ 0,05	0,05	0,04	0,3	—	—
C245, C275	0,22	≤ 0,65	0,05 – 0,15	0,05	0,04	0,3	—	—
C255, C285	0,22 0,22 0,2	≤ 0,65 0,8 – 1,1 0,8 – 1,1	0,15 – 0,3 0,05 – 0,15 0,15 – 0,3	0,05	0,04	0,3	—	—
C345, C375	0,15	1,3 – 1,7	≤ 0,8	0,04	0,035	0,3	—	—
C390	0,18	1,20 – 1,6	≤ 0,6	0,04	0,035	0,4	0,07 – 0,12	Azot 0,015 – 0,025
C440	0,2	1,3 – 1,7	≤ 0,6	0,04	0,035	0,4	0,08 – 0,14	Azot 0,015 – 0,025
C590	0,15	1,3 – 1,7	0,4 – 0,7	0,035	0,035	0,3	0,07 – 0,15	Molibden 0,15 – 0,25

1.3-jadval

GOST 27772-88 bo‘yicha varaqli po‘latlarning mexanik xossalari

Po‘lat	Mexanik xossalalar			Zarbiy qovushqoqlik, Dj/sm^3				Po‘lat markalar
	$\sigma_y, \kappa H/cm^2$	$\sigma_u, \kappa H/cm^2$	$\delta_5, \%$	$t = -20^\circ C$	$t = -40^\circ C$	$t = -70^\circ C$	Mexanik qarishidan so‘ng	
C235	22,5 – 23,5	36	25 – 26	—	—	—	—	ВстЗкп2
C245	23,5 – 24,5	37	24 – 25	—	—	—	28	ВстЗпс6

C255	23,5 – 25,5	37 – 38	24 – 26	29	–	–	29	ВстЗсп5, ВстЗГпс5
C275	26,5 – 27,5	37 – 39	23 – 24	–	–	–	29	ВстЗсп6-2
C285	26,5 – 28,5	38 – 39	23 – 24	29	–	–	29	ВстЗсп5-2 ВстЗГсп5-2
C345 (Т)	30,5 – 34,5	46 – 49	21	–	34	29	29	09Г2С, 14Г2, 12Г2С, ВстЗпс
C345	26,5 – 34,5	43 – 49	20 – 21	–	34	29	29	09Г2, 15ХСНД, 14Г2
C390	39	54	20	–	–	29	–	14Г2АФ, 10Г2С1 т.о., 10ХСНД
C440	41 – 44	57 – 59	20	–	–	29	–	16Г2АФ
C590	59	68,5	14	–	34	–	–	12Г2СМФ

Po‘latni ishlab chiqaruvchi korxona uch guruh bo‘yicha buyurtmachiga yetkazib beradi.

1. A guruh – bu po‘latning faqat mexanik xossalarini kafolatlaydi.
2. B guruh – bu po‘latning faqat kimyoviy tarkibini kafolatlaydi.
3. V guruh – bu ham mexanik xossalarini va kimyoviy tarkibini kafolatlaydi.

Shuningdek po‘latlar sinash turlariga qarab bir necha turkumlarga bo‘linadi. Po‘lat turkumi zarbiy qovushqoqlikka sinash orqali belgilanadi.

Masalan: 1 va 2-turkum – zarbiy qovushqoqlikka sinalmagan po‘lat;

3-turkum – +20°C haroratda zarbiy qovushqoqlikka sinalgan po‘latlar;

4-turkum – -20°C haroratda zarbiy qovushqoqlikka sinalgan po‘latlar;

5-turkum – -20°S haroratda va mexanik qarishdan keyin sinalgan po‘latlar.

6-turkum – mexanik qarishdan keyin sinalgan po‘latlar.

- B guruh bo'yicha, ya'ni mexanik xossalarini va kimyoviy tarkibini kafolatlaydigan Cт3 toifali po'lat, tarkibiga 1% gacha marganes (G) qo'shilgan, yarim tinch va 5 toifali po'lat, BCт3Гпс5 tarzda ifodalanadi.

Davlat standartlarida ko'rsatilgan 09Г2C markali po'lat quyidagicha o'qiladi. 0.9-0.09% - uglerod miqdori (100ga bo'lib o'qiladi) Г2-1-2% miqdorda marganes qo'shilgan va kremniy miqdori 1 % gacha.

Umuman po'latning xossalari boshlang'ich homashyoning (пуда) kimyoviy tarkibiga, uni qo'yilish texnologiyasiga, yoyilish haroratiga, tayyor mahsulotning sovish sharoitiga va h.k. bog'liq bo'ladi. Shuning uchun po'lat xossalarining ko'rsatkichlarini aniqlashda xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Bu ko'rsatkichlar ko'p namunalarni sinash yo'li bilan aniqlanib, statistik natijalarning o'rtacha qiymati olinadi.

Mustahkamligi oddiy po'latlar ($\sigma_{oK} < 29 \text{ kN/sm}^2$)

Bu guruh po'latlar (C235-C285) kamuglerodli bo'lib issiq holatda yoyilib buyurtmachiga yetkaziladi (1.3-jadval). Ularni mustahkamligi ko'p yuqori bo'lmasada, juda plastik, oquvchanlik maydonchasi 2.5%, uglerod miqdori 0.22% bo'lganligi sababli yaxshi payvandlanadi. Korroziyaga chidamligi o'rtacha bo'lganligi uchun undan tayyorlangan metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilish usullarini qo'llash kerak bo'ladi. Bu guruh po'latlarga bo'lgan ehtiyoj, umumiy hajmning 50% dan ko'pini tashkil etadi.

Mustahkamligi oshirilgan po'latlar ($29 \text{ kN/sm}^2 \leq \sigma_y < 40 \text{ kN/sm}^2$)

Bu guruh po'latlar (C345-C390) legirlovchi qo'shimchalar qo'shish yoki termik ishlov berish yo'li bilan olinadi (C345 T) (T – termik ishlov berilgan po'latlar). Shunda bu po'latlarning plastikligi birmuncha kamayadi, oquvchanlik maydonchasi esa 1-1.5% yetmaydi. Payvandlanishi ozgina yomonlashadi. Korroziyaga chidamliligi

kamuglerodli po‘latlarga o‘xshash bo‘ladi. Legirlangan po‘latlar tarkibida mis miqdori ko‘proq bo‘lib, korroziyaga chidamliroq hisoblanadi (C345D, C375D, C390D, D-mis).

Bu xil po‘latlarning metall konstruksiyalarda qo‘llanilishi metall sarfini 20-25% gacha tejaydi.

Mustahkamligi yuqori po‘latlar ($\sigma_y \geq 40 \text{ kN/sm}^2$)

Bu guruh po‘latlar (C440-C590) legirlash va termik ishlov berish yo‘li bilan hosil qilinadi. Bu po‘latlarda oquvchanlik maydonchasi bo‘lmasligi mumkin. ($\sigma_y \geq 50 \text{ kN/sm}^2$) plastikligi 14% gacha kamayadi.

Mustahkamligi yuqori po‘latlar metall konstruksiyalarda qo‘llanilganda ularga ishlov berishda (kesish, to‘g‘rilash, teshish va h.k.) quvvati katta bo‘lgan jihozlardan foydalanish talab etiladi. Bu po‘latlarni ishlatilishi po‘lat sarfini 25-30% gacha tejashga olib keladi.

Metall konstruksiyalar uchun po‘latni tanlash

Po‘latni tanlash qabul qilingan me‘yor tavsiyalari va texnika iqtisodiy ko‘rsatkichlari orqali bir nechta loyihalash variantlarida taqqoslanadi. Po‘latning ishlashiga ta’sir ko‘rsatadigan quyidagi ko‘rsatkichlar orqali po‘lat tanlanadi.

- Metall konstruksiyani montaj qilish va undan foydalanishdagi harorat muhiti. Juda past haroratda metall konstruksiya mo‘rt sinishi, buzilishi mumkin;
- Metall konstruksiyani yuklanish xususiyati (dinamik yuklar va tebranuvchi yuklar ta’siri) uni ishlashini belgilaydi.
- Kuchlanganlik holati (bir o‘qli siqilish va cho‘zilish, tekis yoki hajmiy kuchlanganlik holati);
- Konstruksiya elementlarining o‘zaro biriktirish usullari;
- Konstruksiya elementlarida ishlatiladigan yoyma profillarning qalinligi (qalinligi oshgan sari, po‘latning mustahkamlik xususiyatlari kamayib boradi).

Po‘latning (materialning) ishlash sharoitiga qarab hamma metall konstruksiyalar to‘rt guruhga bo‘linadi.

Birinchi guruh – og‘ir sharoitda ishlayotgan payvand konstruksiyalar, ya’ni dinamik, tebranuvchi va harakatlanuvchi yuk ostida ishlaydigan konstruksiyalar (kran osti to‘sinlar, ishchi maydonning to‘sinlari, ferma fasonkalari).

Ikkinchi guruh – statik yukka ishlaydigan payvand konstruksiyalar (ferma, rama rigellari, yopma yoki orayopma to‘sinlar, cho‘zilishga, cho‘zilib-egiluvchi va egilishga ishlaydigan elementlar).

Uchinchi guruh – asosan siqilishga ishlaydigan payvand konstruksiyalar (ustunlar, siqilishga ishlaydigan tayanchlar va siqilish, siqilib-egilishga ishlaydigan elementlar).

To‘rtinchi guruh – yordamchi konstruksiyalar va elementlar (bog‘lovchilar, faxverk elementlari, zinapoyalar, to‘siq konstruksiyalari va h.k.).

Po‘latlar qaysi guruhga mansubligi, qaysi hududda qo‘llanilishiga qarab me‘yorlarda ularning ro‘yxati keltirilgan.

Po‘lat texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarga qarab (po‘lat sarfi, konstruksiyaning narxi) tanlanadi, bunda ishlab chiqaradigan korxonaning texnologik imkoniyatlari inobatga olinadi.

Alyuminiy qotishmalari

Alyuminiy o‘z xususiyatlari bilan po‘latdan farq qiladi. Uning zichligi $\rho = 2.7 \text{ t/m}^3$ deyarli po‘latning zichligidan 3 barobar kam. Bo‘ylama elastiklik moduli $E=71000 \text{ MPa}$ siljishdagi moduli $G=27000 \text{ MPa}$. Bu ham po‘latdan taxminan 3 marta kam.

Alyuminiyda oquvchanlik maydonchasi mavjud emas (1.8-rasm). Alyuminiy juda ham plastik hisoblanadi va uning mustahkamligi $\sigma_u = 6 - 7 \text{ kN/sm}^2$ ni tashkil etib, oquvchanlik chegarasi shartli ravishda $\sigma_y = 2 - 3 \text{ kN/sm}^2$ ga teng.

Sof alyuminiy qurilish konstruksiyalarda ishlatilmaydi. Alyuminiy mustahkamligini oshirish maqsadida legirlanadi, ya’ni tarkibiga magniy, marganes, mis, kremniy, rux va boshqa kimyoviy

elementlar qo‘shiladi va hosil bo‘lgan qotishmaning mustahkamligi sof alyuminiydan 2-5 barobar yuqori bo‘ladi.

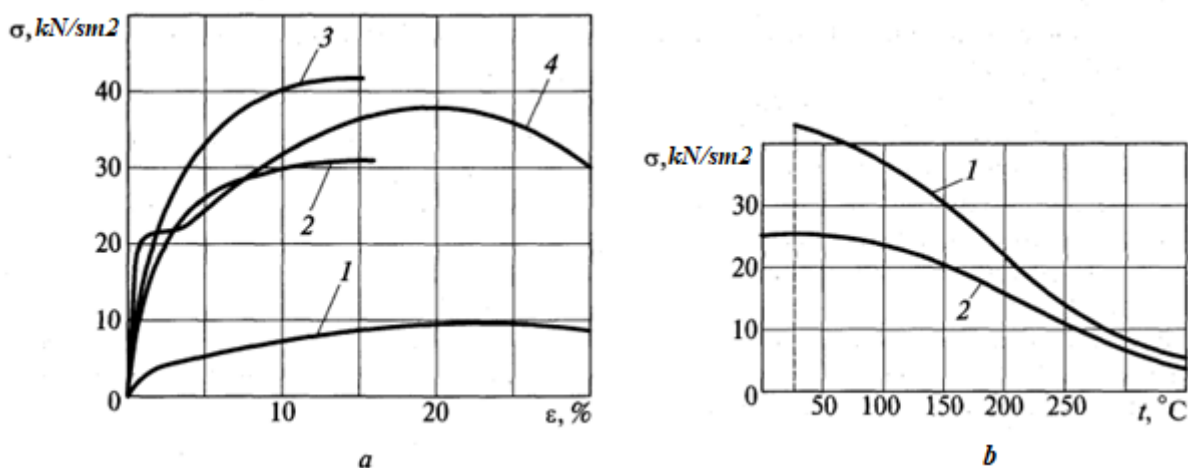
AM_{Γ} – alyuminiy magniy;

AM_{Π} – alyuminiy marganes;

AB(авиаль) va AD – alyuminiy, magniy va kremniy;

D1, D16 – dyuralyuminiy bo‘lib tarkibi asosini alyuminiy, mis tashkil etadi, raqamlar qotishma nomerini bildiradi.

B - yuqori mustahkamli qotishmalar (B65, BД2) asosida alyuminiy, magniy, mis va rux bo‘ladi. Bu qotishmalar juda qimmat turadi.



1.12-rasm. Alyuminiy qotishmalari:

a – cho‘zilish diagrammalari; 1 – sof alyuminiy; 2 – qotishma 1915;

3 – qotishma 1915T1; 4 – po‘lat C245; b – vaqtinchalik qarshilikning (1) va shartli oquvchanlik chegarasining (2) haroratdan bog‘liq bo‘lgan diagrammasi.

Haroratni oshirish bilan alyuminiyning mustahkamligi kamayib boradi $300^{\circ}C$ va undan yuqori temperaturada nolga yaqin bo‘ladi (1.12-rasm).

Termik ishlov berish yo‘li bilan qotishmalarning mustahkamligini $1.3 \div 1.5$ marta oshirish mumkin bo‘ladi. Qotishmalarning korroziyaga chidamliligi uning tarkibiga qo‘shilgan legirlovchi element tarkibiga, jo‘natilishdagi holatiga va tashqi muhitning tajovuzkorlik darajasiga bog‘liq bo‘ladi.

Jo‘natiladigan alyuminiy qotishmalari toifalanadi. M – yumshoq kuydirilgan, H – nagartovka qilingan, H2 – yarim nagartovka qilingan,

T1 – toblangan va sun'iy, ya'ni bir necha soat davomida yuqori temperaturada quritilgan.

Qurilishda quyidagi toifadagi alyuminiy qotishmalarini qo'llash tavsiya etiladi.

- Termik ishlov berilmagan: AD1 va AM_HM ; AM_R2M va AM_RMH2 (varaqli qotishmalar) AM_R2M (trubalar);
- Termik mustahkamlangan qotishmalar: AD31T1; AD31T4 va AD31T5 (profilar)

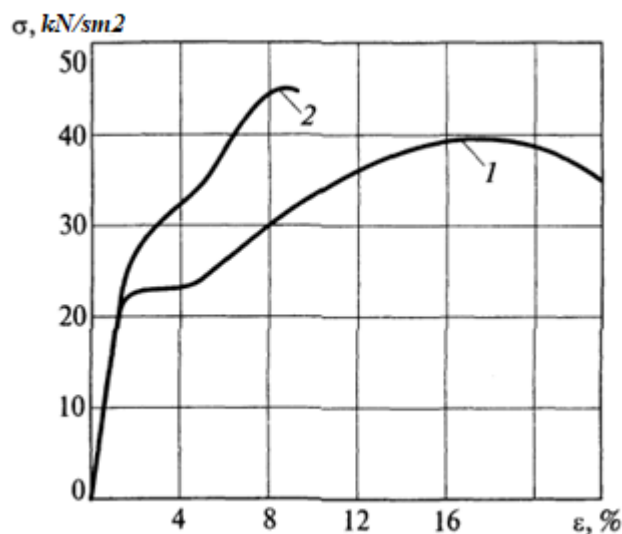
Yuqorida keltirilgan qotishma elementlari parchin mixli biriktirilgan konstruksiyalarda ishlatiladi.

Alyuminiy qotishmalari qimmat bo'lgani sababli, ularni qurilishda ishlatilishi chegaralangan.

I.4. Po'latning xossasiga ta'sir etuvchi omillar

Po'latning qarishi

Ferrit hosil bo'lish haroratidan pastda, uglerodning qo'shilishi sezilarli emas, lekin u oz miqdorda qoladi. Qulay sharoitda uglerod ajralib, ferrit zarrachalari o'rtasida joylashib oladi. Bu po'latning mustahkamligi, oquvchanlik chegarasi va vaqtinchalik qarshiligini oshirib, plastikligini va zarbiy qovushqoqligini kamaytiradi (1.13-rasm).



1.13-rasm. Po'latning xossasiga qarishning ta'siri diagrammasi:

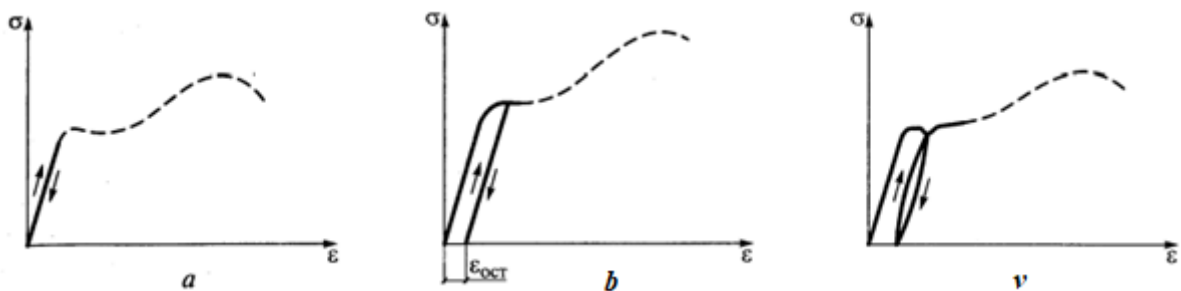
1 – sovuq holatdagi po'lat; 2 – qarishdan keyingi po'lat.

Po‘lat zarrachalarining qayta joylashishi, mustahkamlik va plastikligining o‘zgarishi uzoq muddat davomida sodir etadi. Bu jarayon po‘latning qarishi deb aytiladi.

Po‘latning qarishi uning dinamik ta’sirlarga bo‘lgan qarshiligini va zarbiy qovushqoqligini pasaytirib, material ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Qaynoq holatdagi po‘latlarda qarish jarayoni tezroq sodir bo‘ladi.

Naklyop

Takroriy cho‘zilishda po‘lat avvalo elastik ishlab, diagrammadagi ilgarigi qaytgan chizig‘i yana hosil bo‘ladi va keyin diagrammaning to‘xtagan nuqtasidan davom etadi (1.14-rasm, a). Agar po‘lat namunani plastiklik holatigacha yuklab, so‘ngra yukni olsak, unda qoldiq deformasiya hosil bo‘ladi (1.14-rasm, b). Bir muncha vaqtdan keyin (dam bergandan) namuna yana oldingi yuklanish holatigacha yuklansa material elastik ishlay boshlaydi. Oldingi qoldiq deformasiya tufayli po‘lat elastikligining ortishi “Naklyop” deyilada (1.14-rasm, a). Naklyop po‘latning plastikligini kamaytirib, mo‘rtligini oshiradi va shu bilan birga mustahkamlik oshadi.



1.14-rasm. Po‘latni qayta yuklanishidagi deformasiyalanish diagrammalari: *a – elastik deformasiya chegarasida; b – “dam” olgandan keyin, uzlukli; v – tanaffusli.*

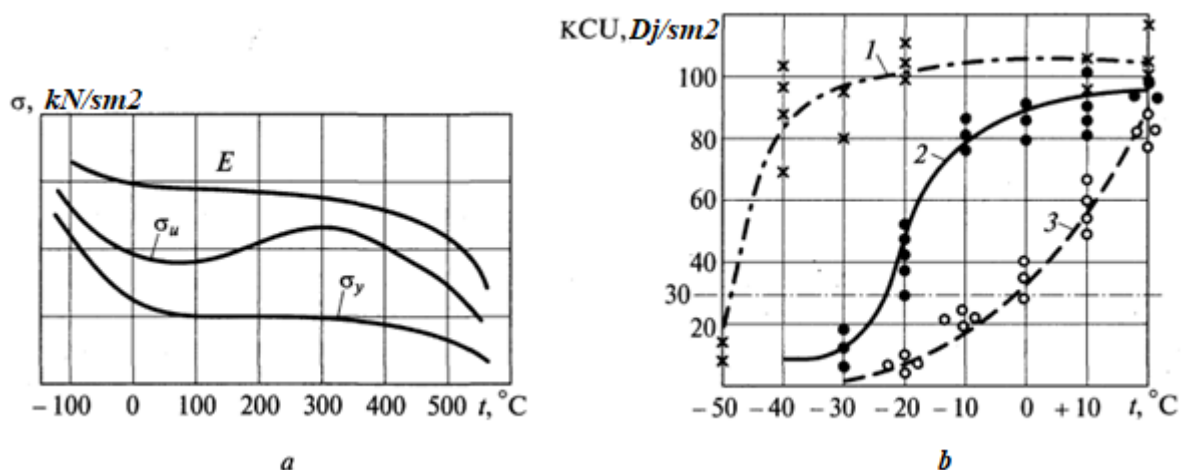
Konstruksiya elementlarini sovuq holatda egish, teshiklar hosil qilish va kesish jarayonida naklyop hodisasi ro‘y beradi.

Po'lat xossalariga haroratning ta'siri

Po'lat 200 – 250 °C haroratgacha qizdirilsa uning mexanik xossalari o'zgarmay qoladi (1.15-rasm,a). 250 – 300 °C haroratda po'latning mustahkamligi bir muncha oshadi, plastikligi esa kamayadi. Bu holatda po'latni deformasiyalanishi yoki zarb ta'siriga uchrashiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Po'latni 400 °C haroratgacha qizdirish uning oquvchanlik chegarasi va vaqtinchalik qarshiligini keskin pasayishiga olib keladi. 600 – 650 °C haroratda po'lat plastik bo'lib, yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotadi.

Manfiy haroratda po'latning mustahkamligi oshib boradi, vaqtinchalik qarshiligi va oquvchanlik chegarasi yaqinlashadi, zarbiy qovushqoqligi tushadi va u mo'rt bo'lib qoladi (1.15-rasm, b).



1.15-rasm. Po'lat mustahkamligini haroratdan o'zgarish diagrammasi:

a – oquvchanlik chegarasi, mustahkamligi va elastiklik moduli; b – zarbiy qovushqoqlik; 1 – po'lat 10Γ2C1; 2 – po'lat C255; 3 – po'lat C235.

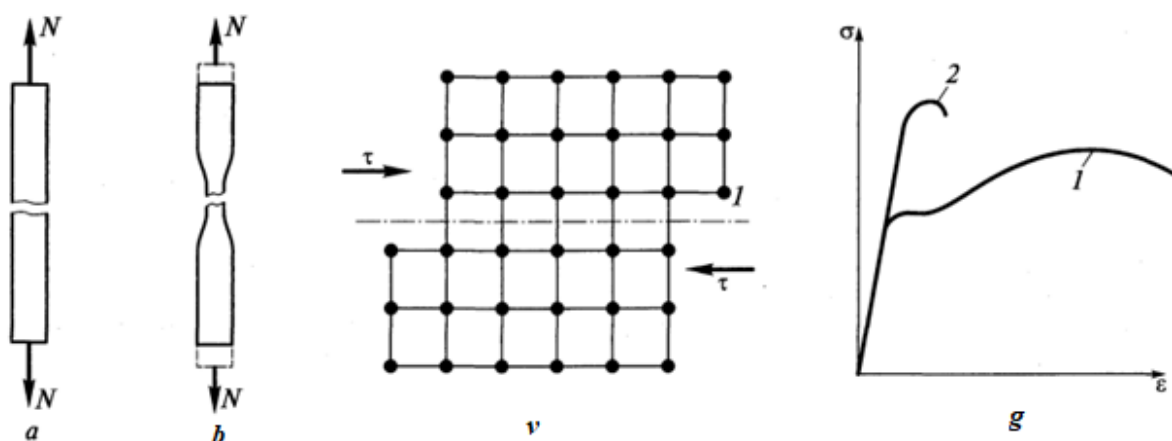
I.5. Po'latning yuk ta'sirida ishlashi

Po'latning buzilish(sinish) mexanizmi va uning turlari

Plastik deformasiyalarni rivojlanish darajasidan bog'liq ravishda metallning buzilishi (sinishi) mo'rt yoki plastik holda bo'lishi mumkin.

Mo'rt buzilishi (sinishi) namunani birdan uzilishi orqali ro'y beradi (1.16-rasm, a). Plastik buzilish, siljish natijasida, ya'ni deformasiyani ortishi natijasida ro'y beradi (1.16-rasm, b). Bu deformasiyalarni o'z vaqtida payqash (ko'rib qolish) mumkin bo'ladi. Shu sababli bu buzilish xavfli emas. Uzilishda atomlararo bog'lanishlar buziladi. Zarrachaning bir qismini ikkinchi qismiga nisbatan siljitish osonroq, lekin bu holda zarrachalarni siljitish uchun 1300 kN/sm^2 teng bo'lgan urinma kuchlanishlar kerak bo'ladi (1.16-rasm, v). Bu metallning oquvchanlik chegarasidan bir muncha ko'p degani. Eng mustahkam po'lat (sim) 400 kN/sm^2 mustahkamlikka ega, qurilish po'latlarnig mustahkamligi esa 100 kN/sm^2 dan oshmaydi.

Po'latni kristallanish jarayonida, nuqsonlarning borligi sababli po'latning haqiqiy va nazariy mustahkamligi o'rtasida farq bo'ladi.



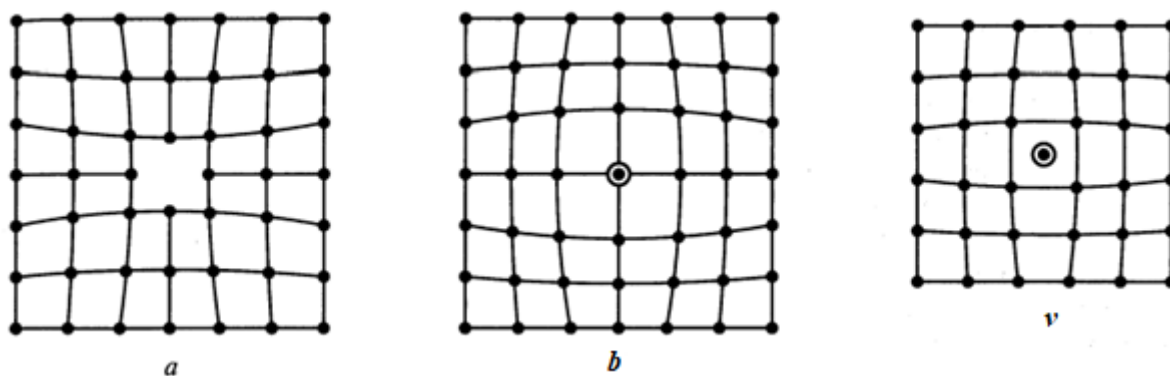
1.16-rasm. Buzilish (sinish) turlari:

a – uzilish; b – qirqilish; v – atom qatlamlarining o'zaro siljish sxemasi;

1 – siljish tekisligi; g – po'latning cho'zilishga ishlash diagrammasi;

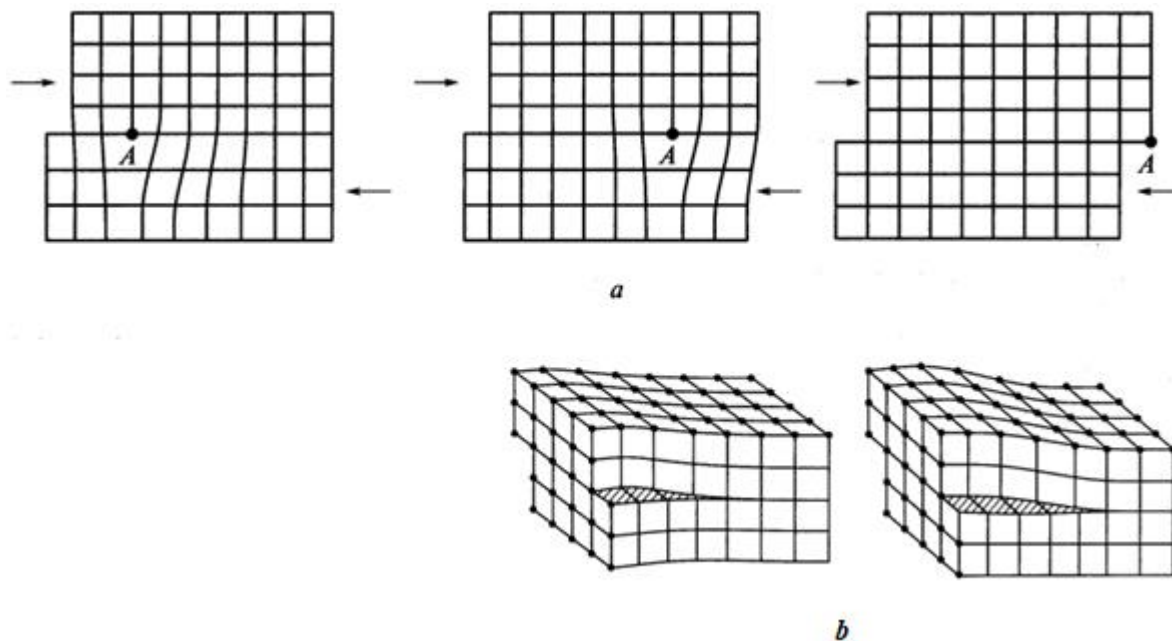
1 – yopishqoq buzilish; 2 – mo'rt buzilish.

Kristall panjaralarda bu nuqsonlar to'rt xil bo'ladi: nuqtali, chiziqli, yuzaki va hajmiy. Nuqtali nuqsonga ega bo'lgan po'latda kristall panjarasida atom bo'lmaydi (1.17-rasm, a), boshqa legirlangan po'lat atomi panjara tugunida joylashgan bo'ladi (1.17-rasm, b) va tugunlararo yoki kiritilgan atomli (1.17-rasm, v) panjara kiradi.



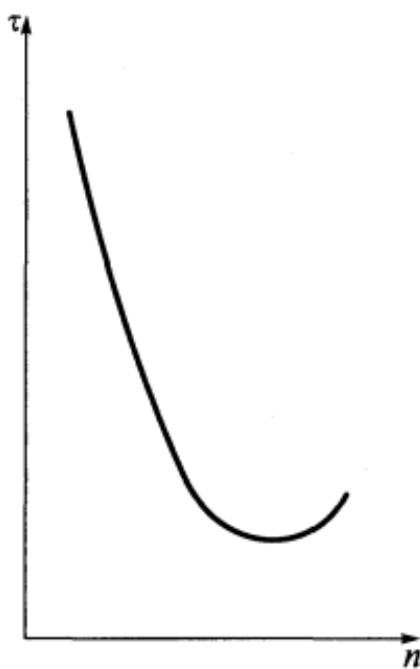
1.17-rasm. Kristall panjaralardagi nuqtali nuqsonlar:
a – bo‘sh bo‘lgan; *b* – atomni almashtiruvchi; *v* – kiritilgan atomli.

Chiziqli nuqsonlarga kristall panjaraning chetlarining buzilishi va o‘zaro vintli siljishlardagi nuqsonlar kiradi (1.18-rasm, b).



1.18-rasm. Chetdagi (a) va vintli (b) joylashuv.

Yuzaki nuqsonlarda kristall panjaradagi zarralar chegarasini buzilishi va egizak qatlamlarning sodir bo‘lishi kuzatiladi. Hajmiy nuqsonlar kristall panjaralarda bo‘shliqlar va boshqa kirib qolgan atomlar borligi bilan kuzatiladi.



1.19-rasm. Siljishdagi kuchlanishning dislokasiya zichligiga bog‘liqligi.

Chiziqli nuqsonlar po‘latlarning mexanik xossalariga ko‘proq ta’sir ko‘rsatadi. Ular dislokasiyalar deb aytiladi. Po‘lat monokristalining mustahkamligi, ya’ni siljishdagi kuchlanish, dislokasiyalar zichligidan va hajm birligiga to‘g‘ri keladigan dislokasiyalar soniga bog‘liq bo‘ladi (1.19-rasm). Dislokasiyalarning soni ortishi bilan kristall (zarracha)lar mustahkamligi pasayadi. Lekin yana dislokasiyalar sonini ortishi ularning o‘zaro harakatlanishi qiyinlashgani uchun mustahkamligi oshadi.

Nazorat uchun savollar

1. Metall konstruksiyalarining rivojlanish tarixi.
2. Metall konstruksiyalarining qo‘llanish sohalari.
3. Po‘lat va alyuminiy qotishmalarining avzalliklari va kamchiliklari.
4. Metall konstruksiyalarining qanday turlari mavjud?
5. Metall konstruksiyalari asosan qanday binolarda qo‘llaniladi?
6. Metall konstruksiyalarining xususiyatlari nimalardan iborat va ularga qayday talablar qo‘yiladi?
7. Metall konstruksiyalari uchun qanday materiallar qo‘llaniladi?
8. Po‘latning xossasiga qaysi omillar ta’sir etadi?
9. Po‘latning buzilish mexanizmi qanday bo‘ladi?
10. Alyuminiy qotishmalari.
11. Po‘latning yuk ta’sirida ishlashi.
12. Po‘latning turlari.

II bob. Ravog‘i katta bo‘lgan binolarning tom yopma konstruksiyalari

II.1. Qo‘llanish sohasi va asosiy xususiyatlari.

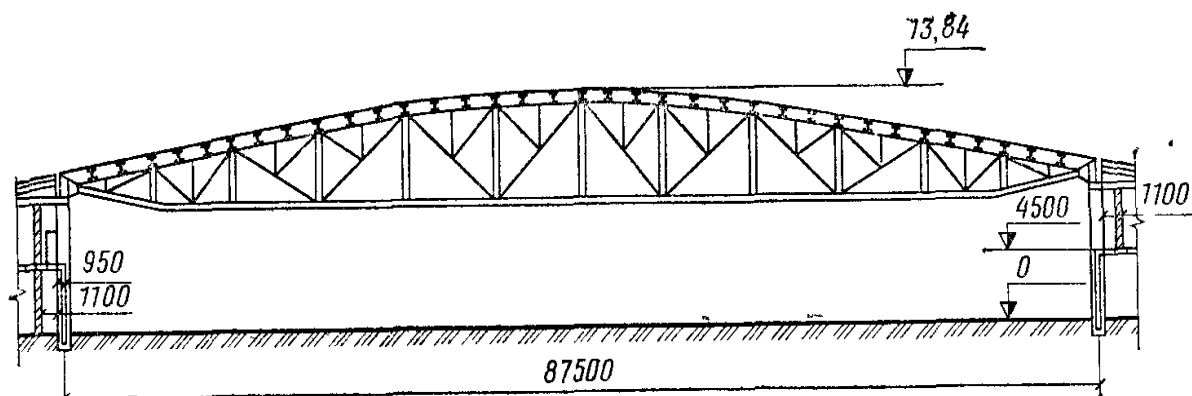
Katta ravog‘li jamoat, maxsus va ishlab chiqarish binolarini tomlarini yopishda metall konstruksiyalar keng qo‘llaniladi. Jamoat binolardan teatr, ko‘rgazma, konsert va sport zallar, yopiq stadionlar, bozorlar, vokzallar va h.k. arxitektura va foydalanish talablariga binoan katta ravoqli qilib loyihalanadi. [Q-1]

Maxsus binolar – angarlar, garajlar, trolleybus, tramvay parklari va h.k, ularda sodir bo‘layotgan jarayon va texnologik talablarga asosan katta ravog‘li qilib loyihalanadi.

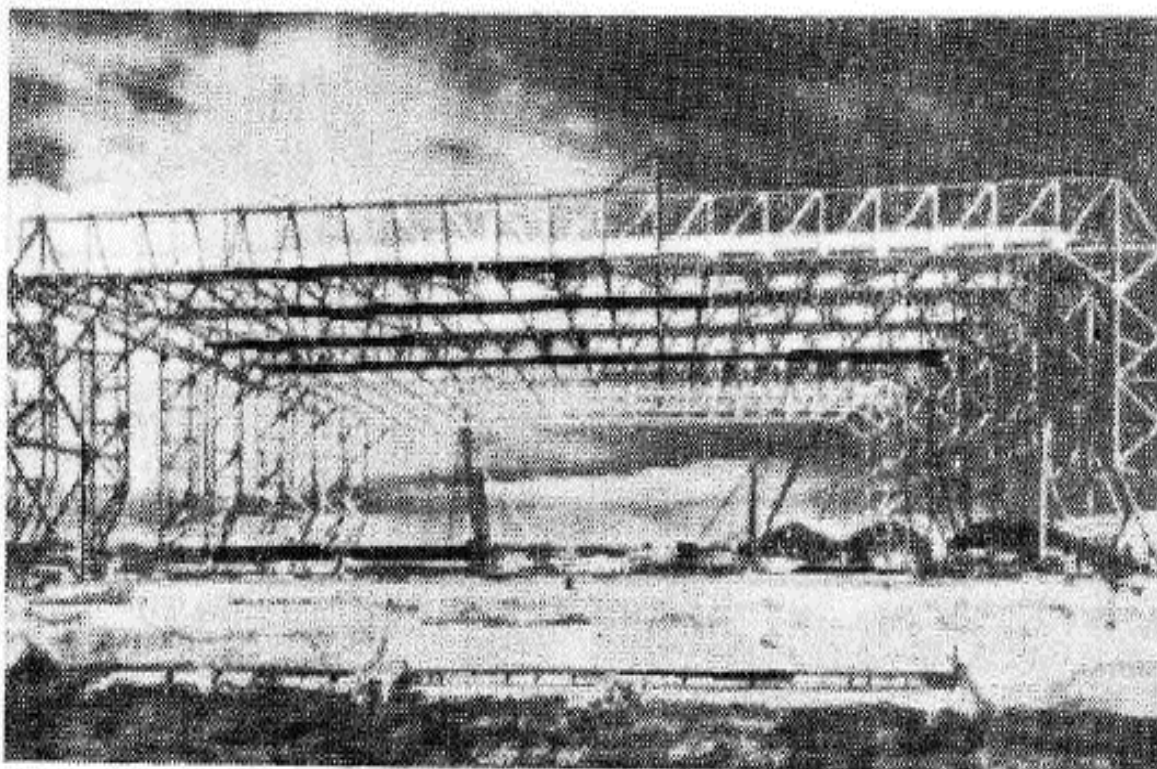
Katta ravoqli ishlab chiqarish binolariga mashinasozlik, kema ishlab chiqarish korxonalari, samolyotsozlik sexlari, shuningdek tajriba-laboratoriya binolari kiradi.

Bu binolar ko‘p hollarda bir ravog‘li qilib loyihalanadi, chunki ularda texnologik jarayon va foydalanish nuqtai nazaridan oraliq ustunlar bo‘lmasligini talab etadi.

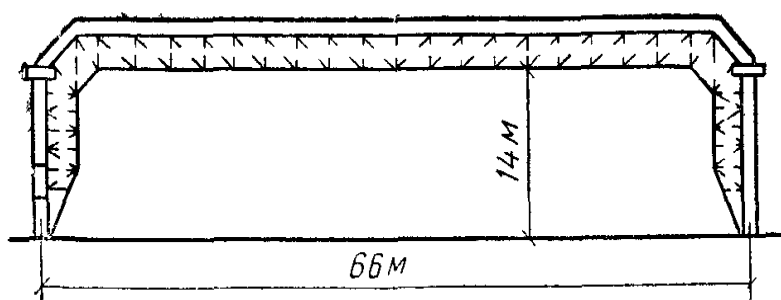
Katta ravog‘li tom yopma konstruksiyalari arxitekturaviy va ulardan foydalanish talablariga ko‘ra turli hil konstruktiv yechimlarda loyihalanadi: to‘sinli, ramali, arkali, fazoviy va osma-vantli. To‘sinli (2.1-rasm) va ramali (2.2-rasm) konstruksiyalar rejada to‘g‘ri to‘rtburchak bo‘lgan bino va inshootlarni ustini yopishda ko‘p qo‘llaniladi.



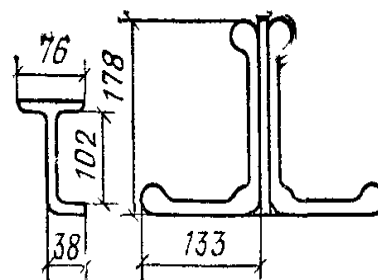
2.1-rasm. Angar tomining to‘sinli konstruksiyasi.



a



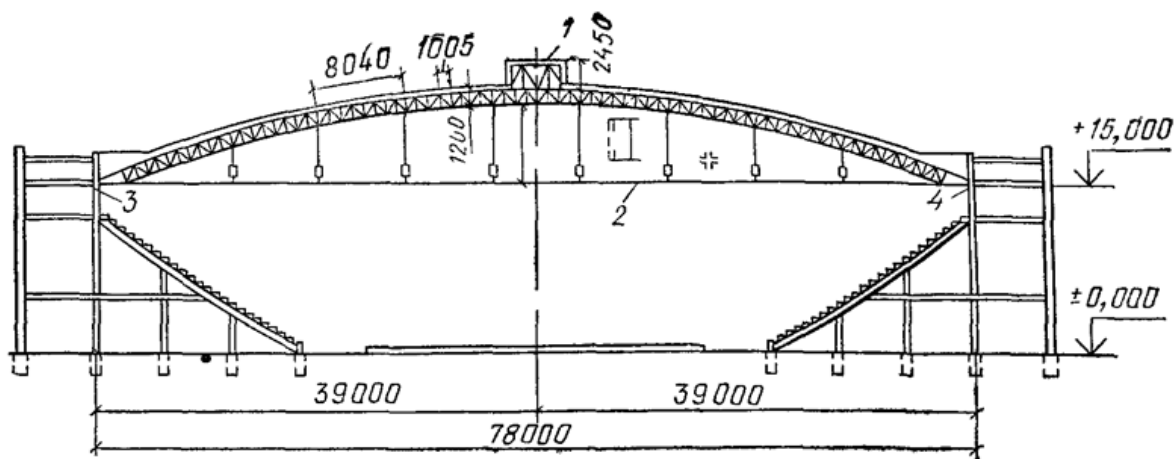
b



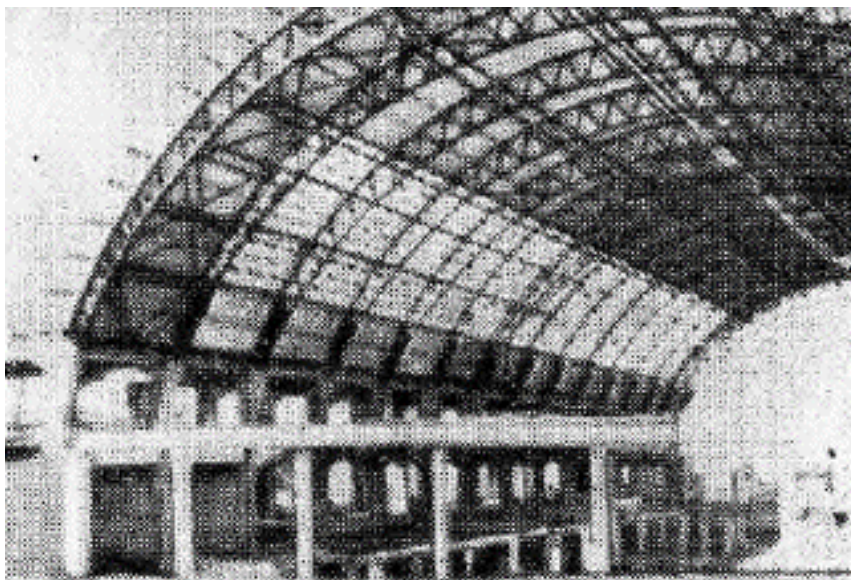
v

2.2-rasm. Alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan ramali Angar konstruksiyasi umumiy ko‘rinishi (montaj jarayoni (a) ramaning qirqimi (b) va rama elementlarining kesimi (v).

Arkali konstruksiyalar (2.3, 2.4-rasm) arxitektura nuqtai nazaridan ko‘p afzalliklarga ega. Ular ravog‘i katta bo‘lgan binolarning ustini yopishda iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Shuningdek fazoviy konstruksiyalar iqtisodiy jihatdan va metall sarfi bo‘yicha ko‘p ustunlikka ega.



2.3-rasm. Moskvadagi “Lujniki” sport saroyining arkali tom yopmasi:
 1 – aerasiya fonari; 2 – tortqi; 3 – qo‘zg‘almas tayanch; 4 – qo‘zg‘aluvchan tayanch.



2.4-rasm. Moskvadagi arkali ko‘rgazma paviloni (VDNX).

Ularga to‘rsimon va yaxlit qobiqlar, yassi tekis strukturalar. gumbazlar va h.k. kiradi. Bu turdagi konstruksiyalar tarxda (planda) aylana yoki ko‘pburchak shaklda bo‘lgan binolarni yopishda qo‘llaniladi.

Osma-vantli sistemalarda – asosan cho‘zilishga ishlaydigan yuqori mustahkamli po‘lat simlar o‘ramidan tayyorlangan po‘lat kanatlar (vant) arqonlar ishlatiladi. Ular nisbatan yengil bo‘lganligi uchun afzal va qulay hisoblanadi. Osma-vantli konstruksiyalarning tayyorlanishi oson va montaji tez bajariladi.

Ko'p hollarda ravog'i katta bo'lgan binolar tarxda (planda) to'g'ri to'rtburchakli bo'ladi, lekin jamoat binolaridan teatr, konsert va sport zallari, ko'rgazma pavil'onlari tarxda (planda) ko'pburchak, aylana yoki oval shaklda bo'lishi ham mumkin.

Aylana, ko'pburchak yoki oval shaklda bo'lgan binolarni ustini yopishda metall konstruksiyalarni joylashtirish ancha mushkul bo'lib, ularda an'anaviy konstruksiyalarni qo'llanishi qiyinlashadi. Lekin ularda, bir xil tipli konstruktiv elementlarni (progon, to'shama plitalar, deraza-oynalarni va h.k.) katta hajmda tayyorlash, qo'llash tavsiya etiladi. Shuning uchun binoning asosiy o'lchamlarini (rama, ferma, arka qadamini, progonlar orasidagi masofani va h.k.) yagona modul sistemasiga mos ravishda tanlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Ravog'i katta bo'lgan konstruksiya asosan o'z og'irligidan tushadigan yukka ishlaydi, shu sababli ularning og'irligini kamaytirish loyihachi-muhandis oldiga turgan asosiy masalalardan biridir. Shu nuqtai nazardan katta ravog'li konstruksiyalar yuqori mustahkamli po'lat yoki alyuminiy qotishmali profillardan tayyorlash yuqori samara beradi.

Binolarni ustini yopishda mustahkamligi yuqori va zichligi kam bo'lgan alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan konstruksiyalar keng qo'llanilgan. Masalan, katta ravog'li ramali metall konstruksiyada "avial" materiali ishlatilgan bo'lib, u bilan Angliyadagi Xatfilde shahrida joylashgan angarning usti yopilgan. Angarning ravog'i 66 m, uzunligi 100 m va balandligi 14 m ni tashkil etadi (2.2-rasm). Unda ikki sharnirli, qadami 9,5 m bo'lgan rama qo'llanilgan. Rama elementlari bosim usuli bilan olingan profillardan tayyorlangan bo'lib, ular o'zaro parchin mixlar yordamida biriktirilgan. Montaj tugunlari esa ruhlangan po'lat boltlar yordamida bajarilgan.

Katta ravog'li binoning yuk ko'taruvchi konstruksiyalar og'irligini kamaytirish maqsadida oldindan zo'riqtirilgan metall konstruksiyalar va boltli birikmalarni qo'llash yuqori samara beradi. Ularda esa yuqori mustahkamli po'lat simlar o'ramidan tayyorlangan kanatlar (vant), troslar va h.k. ishlatiladi.

Asosan katta ravoqli konstruksiyalarda metallni tejash maqsadida yengil tom yopma konstruksiyalari va materiallari qo'llanilishi samarador hisoblanadi. Ularga profillangan po'lat to'shama, armosementli, armopenobetonli va armopenosilikatli to'shama (plitalar) va issiqlik saqllovchi material sifatida – mineral paxta, orgalit va boshqa materiallar misol bo'la oladi. Jumladan uzunligi 6 va 12 m bo'lgan yengil, po'lat yoki alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan tom yopma plitalar qo'llaniladi. Ular korxona sharoitida tayyorlanadi va tez montaj qilinadi. Bu plitalarda oldindan zo'riqtirish usullari ham tadbiq etiladi.

Katta ravoqli ishlab chiqarish binolari ko'p hollarda isitiladigan qilib loyihalanadi. Bu esa tom nishabligini ko'p katta olmaslikka imkon beradi. Shu sababli yuk ko'taruvchi konstruksiyaning shakli ancha soddalashadi. Ba'zi hollarda, texnologik jarayon talablari asosida binolarni yoritish talab etiladi. Buning uchun ko'ndalang yo'nalishda joylashgan fonarlardan keng foydalaniladi.

II.2. To'sinli bir tekislikda ishlaydigan katta ravoqli konstruksiyalar

To'sinli konstruksiyalar ko'p hollarda devorga, metall yoki temirbeton ustunlarga biriktiriladi. Bu turdagi katta ravoqli konstruksiyalar ramali yoki arkali konstruksiyalarga nisbatan ancha og'ir bo'ladi, lekin tayyorlanishi va montaji oson hisoblanadi.

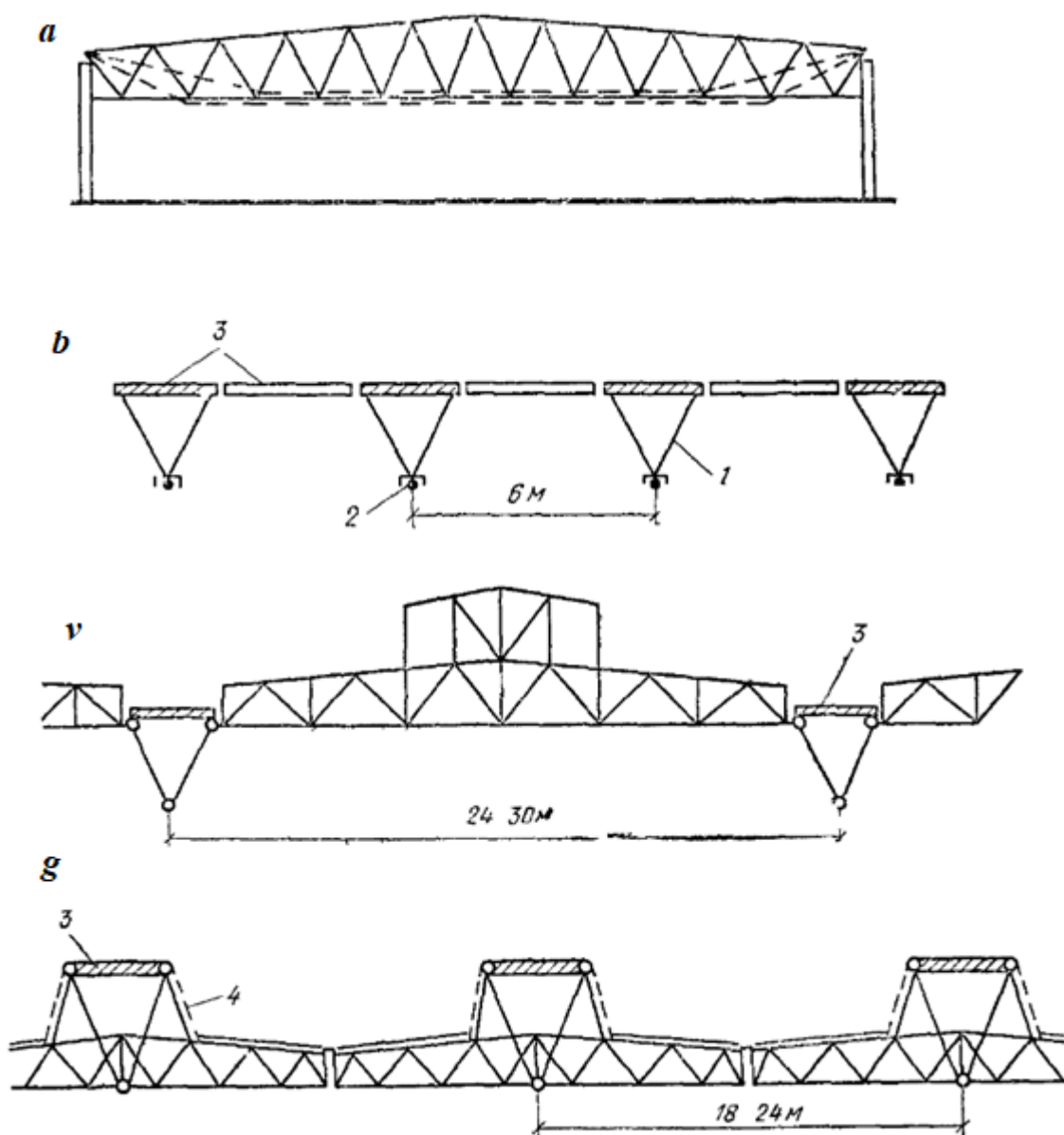
To'sinli konstruksiyalar teart, konsert zallari va sport inshootlarini ustini yopishda keng qo'llaniladi.

Ravog'i 50-70 m va undan katta bo'lganda to'sinli konstruksiya sifatida asosan fermalar ishlatiladi. Yaxlit to'sinlar metall sarfi katta bo'lganligi uchun, katta ravog'li bino va inshootlarda qo'llanilmaydi. Katta ravog'li fermalarning konstruktiv shakli, panjaralarining sxemasidan (tuzilishi), uning ravog'idan, tom yopma turidan, osma ship qurilmasidan bog'liq bo'ladi.

Ferma balandligini ko'p hollarda $\left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{10}\right) L_{\phi}$ dan kichik qilib olinishi tavsiya etiladi (L_{ϕ} – ferma ravog'i).

Katta ravoqli to‘sinli konstruksiyaga oldindan zo‘riqtirilgan uch qirrali fazoviy fermalar misol bo‘la oladi (2.5-rasm). Ularni tayyorlash, tashish va montaj qilish qulay hisoblanadi.

Ferma sterjenlari trubadan yasalganligi va uning yuqori kamariga birikadigan temirbeton plitalar kamarning siqiluvchi zo‘riqishlarining bir qismini o‘zi qabul qilganligi, shuningdek oldindan zo‘riqtirilganligi sababli, bunday fermalarning metall sarfi bo‘yicha samaradorligi yuqori bo‘ladi. Ferma oralaridan turli xil muhandislik jihozlarini yoki konstruksiyalarni o‘tkazish imkoniyati mavjud bo‘ladi (2.5-rasm, b, v).



2.5-rasm. Uch qirrali fermalar bilan yopilgan to‘sinli konstruksiyalar:

a – ko‘ndalang qirgim; *b, g* – bo‘ylama qirgim (variantlari); *1* – uch qirrali fermalar; *2* – tortqilar; *3* – temirbeton yopma plitalar; *4* – fonar oynalar.

Katta ravog'li fermaning xususiy og'irligini uning elementlardagi bo'ylama zo'riqish N , eguvchi moment M va ko'ndalang kuch Q orqali aniqlash mumkin.

Fermalarning og'irligi G_ϕ , kamarlar og'irliklarining yig'indisi G_n va xavonlar og'irliklarining (fasonkalar bilan birga) yig'indisidan tashkil topadi. Yuqori va pastki kamar sterjenlarining kesim yuzalari A_n , panellar uzunliklari l_n va po'latning zichligini $\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$ ga teng qabul qilib, fermaning nazariy og'irligini aniqlash mumkin.

$$G_\phi = G_n + G_p = 2 \sum_1^n A_n \cdot l_n \cdot \gamma \Psi_{\kappa.n.} + \sum_1^n A_p \cdot l_p \gamma \Psi_{\kappa.p.} =$$

$$= 2 \sum_1^n \frac{M \cdot l_n}{h R_y} \cdot \gamma \Psi_{\kappa.n.} + \sum_1^n \frac{Q \cdot n}{\cos^2 \alpha \cdot R_y} \cdot \gamma \Psi_{\kappa.p.}$$

bunda: $A_n = \frac{N_n}{R_y} = \frac{M}{h \cdot R_y}$ –kamarning nazariy kesim yuzasi, h – ferma balandligi, R_y – po'latning xisobiy qarshiligi, n – elementlar soni, α – havonning vertikalidan og'ish burchagi.

$$A_p = \frac{N}{R_y} = \frac{Q}{\cos \alpha \cdot R_y}; \quad l_p = \frac{h}{\cos \alpha}$$

$\Psi_1 > 1$ – konstruktiv koeffitsiyent bo'lib, fermaning haqiqiy og'irligi nazariy og'irligidan katta bo'lishini inobatga oladi.

Kamarlar uchun $\Psi_{\kappa.n.} = 1,15 \div 1,25$;

Havonlar uchun $\Psi_{\kappa.p.} = 1,2 \div 1,4$.

Katta ravog'li to'sinli konstruksiyalar fermaning ravog'i 35-40 m bo'lganda, uning tayanchlaridan biri qo'zg'aluvchan loyihalanaadi, aks holda fermalarning elastik deformatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan tortqi kuchi devorga uzatilmay qoladi. Bunday binolarning shiplari ko'p hollarda osma bo'lib, u asosan kontruksiyaning pastki kamari sathidan ancha pastda joylashtiriladi. Bu esa ferma elementlarini ko'zdan kechirish va ta'mirlash imkonini yaratadi.

Ravog'i 50-100 m bo'lgan bino va inshootlar tomlarini yopishda juda qulay hisoblangan, hajmiy blok ko'rinishidagi oldindan zo'riqqan metall konstruksiyalar qo'llaniladi. Bu hajmiy blok konstruksiyasi

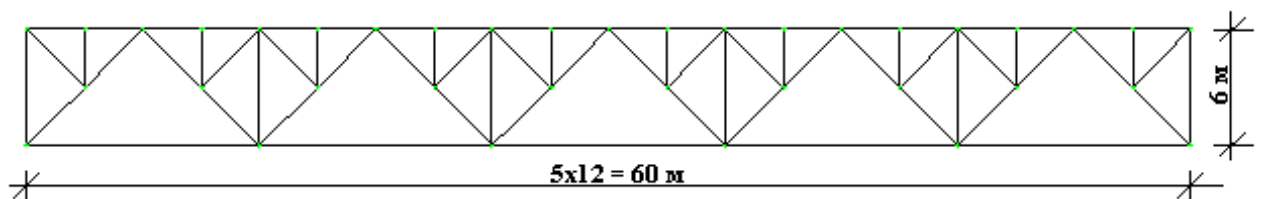
o‘zaro 3-4 m masofada joylashgan 2 ta vertikal fermalar va bog‘lovchilardan iborat bo‘lib, ularning yuqori va pastki kamarlari, qalinligi 10-16 mm bo‘lgan varaqli po‘lat listlar bilan biriktiriladi. Bu hajmiy blokli konstruksiyalar uzunligi bo‘yicha 10-12 m bo‘lgan jo‘natiladigan elementlardan tashkil topgan. Bog‘lovchilar bilan bog‘langan fermalarning ustki va pastki belbog‘lariga po‘lat listlar oldindan zo‘riqtirilib, so‘ngra ularga biriktiriladi. Shu sababli bu listlarda cho‘zilish zo‘riqishlari hosil qilinib, kamarlarda hosil bo‘ladigan siqiluvchi va cho‘ziluvchi zo‘riqishlarning bir qismini o‘ziga qabul qiladi.

Bunday konstruksiyalar kompyuter texnologiyalaridan foydalanib hisoblanadi.[A-6]

Hisoblashga doir misol¹

“Lira” dasturida hisoblash uchun dastlabki ma’lumotlar

Ferma ravog‘i - 60 m, ferma qadami - 12 m. ferma balandligi - 6 m, yuqori kamar panelining uzunligi - 3 m, ferma panjarasi shprengelli (2.6- rasm).



2.6- rasm. Ravog‘i 60 m bo‘lgan ferma sxemasi.

Tom yopmasi isitiladigan bo‘lib, progon va profnastildan iborat. Ferma pastki kamari bo‘yicha kommunikasiya jihozlari va osma ship joylashtiriladi. Ulardan tushadigan yuk teng taqsimlangan hisoblanadi. Qurilish joyi Samarqand shahri.

Fermaga ta’sir etuvchi yuklarni aniqlash:

Doimiy yuk. Tom yopmasidan (fermaning bog‘lovchilari bilan birga og‘irligi) tushadigan yuk $q_n = 1,5 \text{ kN/m}^2$. Fermaning chekka va o‘rtadagi tugunlariga tushadigan to‘plangan yuklar:

¹ Misolda, SamDAQU “Qurilish konstruksiyalari” kafedrasida dotsenti G.S.Fridman tomonidan ishlab chiqilgan dasturdan foydalanilgan.

$$P_{\text{IK1}} = q_{\text{II}} \cdot B \cdot d = 1,5 \cdot 12 \cdot 3 = 54 \text{ kN}; P_{\text{IK2}} = P_{\text{IK1}}/2 = 27 \text{ kN}.$$

bunda B – ferma qadami, d – yuqori kamar panelining uzunligi.

Osmo ship va muhandislik kommunikasiya jihozlaridan tushadigan yuk $0,8 \text{ kN/m}^2$. Unda ferma pastki kamariga to‘g‘ri keladigan taqsimlangan yuk:

$$q_{\text{III}} = 0,8 \cdot 12 = 10,8 \text{ kn/m}.$$

Qor yuki. Samarqand shahri uchun me‘yoriy (normativ) qor yuki $0,5 \text{ kN/m}^2$, hisobiy qor yuki $0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Tugunga tushadigan qor yuki:

$$P_{\text{CH1}} = 0,7 \cdot 12 \cdot 3 = 25,2 \text{ kN}; P_{\text{CH2}} = P_{\text{CH1}}/2 = 12,6 \text{ kN}.$$

Seysmik yuk.

Tugunga tushadigan vertikal massalarni aniqlashda doimiy yuk uchun 0,9 koeffitsiyent, qor uchun 0,5 koeffitsiyent qabul qilinadi.

Yuqori kamarning o‘rta va chekka tugunlari uchun

$$P_{\text{CMB1}} = 0,9 \cdot P_{\text{IK1}} + 0,5 \cdot P_{\text{CH1}} = 0,9 \cdot 54 + 0,5 \cdot 25,2 = 61,2 \text{ kN};$$

$$P_{\text{CMB2}} = P_{\text{CMB1}}/2 = 30,6 \text{ kN}.$$

Pastki kamardagi taqsimlangan yukni tugunga to‘g‘ri keladigan yuk bilan almashtirib, o‘rta va chekkadagi yuklarni aniqlaymiz:

$$P_{\text{CMH1}} = 0,9 \cdot q_{\text{III}} \cdot 12 = 0,9 \cdot 10,8 \cdot 12 = 116,64 \text{ kN}; P_{\text{CMH2}} = P_{\text{CMH1}}/2 = 58,32 \text{ kN}.$$

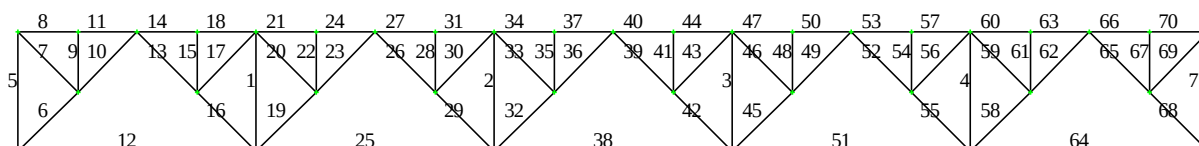
Yechiladigan misol uchun quyidagi yuklanishlarga ega bo‘lamiz:

1. Doimiy yuk;
2. Qor yuki;
3. Vertikal seysmik yuk (ishorasi o‘zgaruvchan).

“LIR-VIZOR” dastur ilovasida fermani hisoblash.

Kesim o‘lchamlari katta bo‘lgani va tugundan tashqari ferma kamarlariga tushadigan yuklarning borligi uchun tugunlarni biki hisoblab, uni 2-toifali sistema deb qabul qilamiz. Qolgan elementlar uchun – cheklangan element turi – KЭ-2 qabul qilanadi.

“LIRA” kompyuter dasturida tugunlar va elementlarni qo‘shish yo‘li bilan fermaning 12 metrli bo‘lagi sxemasini yaratib, uni X o‘qi bo‘yicha 12 metrga 4 marta nusxalaymiz (копирование). So‘ngra ularni jamlab sxemani qayta nomerlab chiqamiz. Cho‘zilib egilishga ishlaydigan pastki kamar uchun uzunlikning har choragi uchun oraliq kesim kiritamiz.

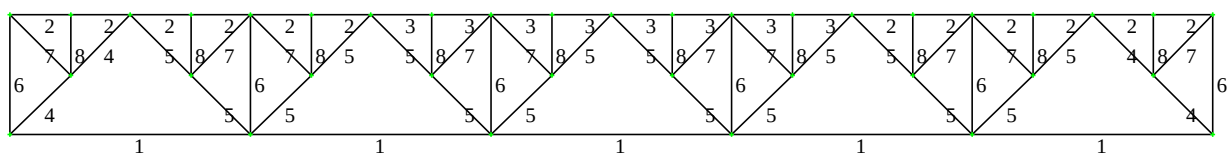
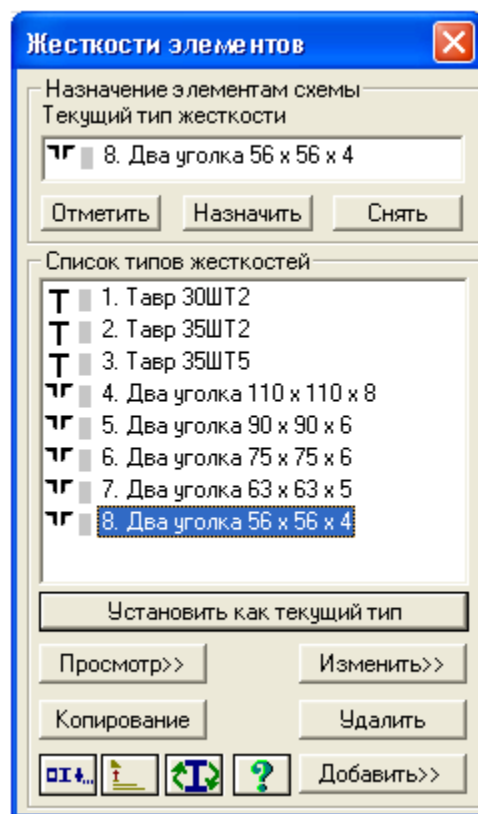


2.7-rasm. Sterjenlari nomerlangan ferma sxemasi.

Tayanchlarni birikishini kiritamiz (chap tayanch X, Z o‘q, o‘ng tayanch Z o‘qi bo‘yicha), so‘ngra bikrlklarni. Ferma kamarlari uchun III tipidagi tavrilar, panjara sterjenlari uchun juft burchakliklarni qabul qilamiz. Sterjenlar uchun quyidagi bikrlklarni belgilaymiz:

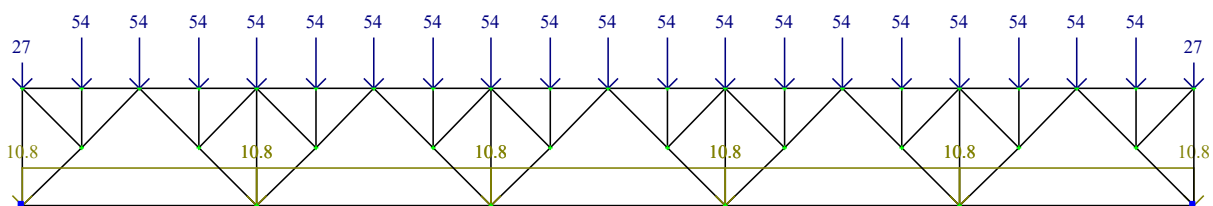
1. Pastki kamar (12,25,38,51,64 – elementlar) – 1-tip;
2. Yuqori kamarning chekkadagi panellari (8,11,14,18,21,24 - elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 2-tip;
3. Yuqori kamarning o‘rta panellari (27,31,34,37 – elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 3-tip;
4. Tayanch havonlar (6,10 – elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 4-tip;
5. Oraliq havonlar (13,16,19,23,26,29,32,36 elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 5-tip;
6. Uzun ustunlar (5,1,2 elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 6-tip;
7. Qisqa havon shprengellar (7,17,20,30,33 elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 7-tip;
8. Qisqa ustunlar (9,15,22,28,35 elementlar va ularga simmetrik bo‘lgan) – 8-tip.

2.8-rasmda ferma sterjenlarining bikrlklari kiritilgan sxema kompyuter oynasida ko‘rsatilgan.

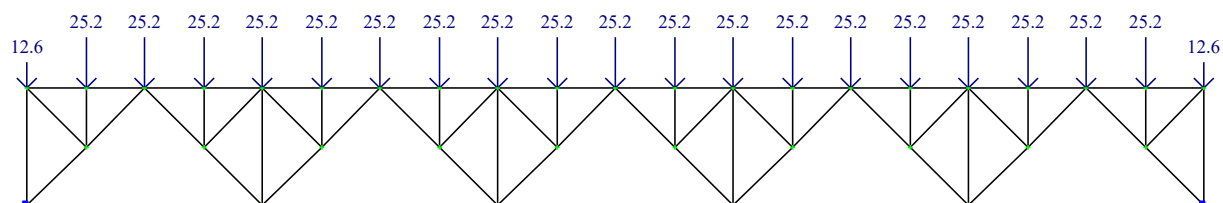


2.8-rasm. Bikrlik tiplari va ferma sterjenlarining bikrligi ko'rsatilgan oyna.

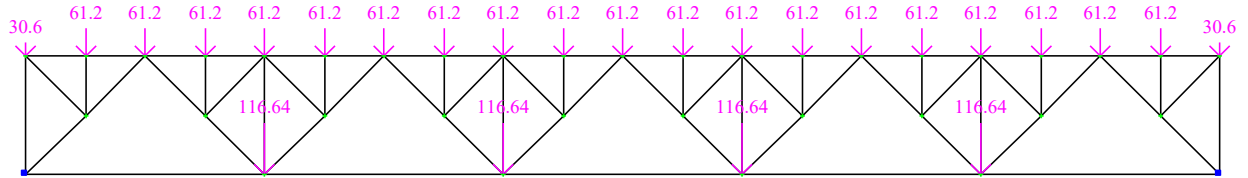
So'ngra fermaga ta'sir etadigan yuklarni kiritamiz (2.9-2.10-rasmlar).



2.9-rasm. 1-yuklanish sxemasi (doimiy yuk)



2.10-rasm. 2-yuklanish sxemasi (qor yuki)



2.11-rasm. 3-yuklanish sxemasi (seysmik yuk)

Hisobiy zo‘riqlashlar jamlanmasi (HZJ) jadvaliga (PCY – Расчетное сочетания усилий) seysmik yuk ko‘rsatgichlarini kiritamiz. Seysmik yuk bo‘lgani uchun 3 xil zo‘riqlashlar hisoblanadi: A – asosiy yuklanish (doimiy)dan; B – asosiy yuklanish (doimiy va qor) dan; C – maxsus yuk (seysmik)dan. Asosiy yuklanishda, ya’ni doimiy va qor yuklariga seysmik yuk kirmaydi. Uning uchun ishonchlilik koeffitsiyenti 1.0 ga teng olinadi, maxsus yuklanish HZJ uchun 0.9 ga teng olinadi. Elastik bo‘lmagan deformasiyalar bu misolda hisobga olinmaydi. Hamma berilganlar kiritilgandan keyin hisoblash bajariladi.

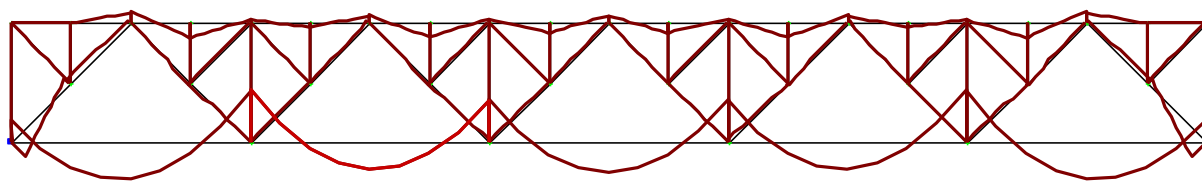
Hisoblash natijalari.

Eng avval ferma solqiligini tekshiramiz. Katta ravog‘li tom yopma konstruksiyalarni o‘rta qismini sun‘iy yuqoriga ko‘tarish yo‘li bilan doimiy yukdan hosil bo‘ladigan solqiligini kamaytirish mumkin. Bu misolda o‘rta tugunning solqiligi - 18.49 sm tashkil etadi, yoki $18.49/1,1=16,81\text{sm}=L/350$ me‘yoriy yuk, ya’ni fermani tayyorlashda, uning teskari tomonga bo‘lgan solqiligi shu qiymatga teng bo‘lishi kerak.

Qor yukidan solqilik $L/350=17,14$ smga teng bo‘lib, cheklangan solqilikdan ancha kam. Seysmik yukdan esa u yana kamroqdir (5 sm). Ammo seysmik yuk yuqoridan pastga, shuningdek pastdan yuqoriga ta’sir etishi mumkin. Pastdan yuqoriga ta’sir etganda ferma 5 sm ga yuqoriga qarab bukilishi mumkin, bu esa doimiy yukdan hosil bo‘ladigan solqilikdan ancha kamdir.

2.12-rasmda doimiy yukdan hosil bo‘ladigan eguvchi moment epyurasi ko‘rsatilgan. Bu eguvchi momentlar ferma tugunlarining bikrligi sababli hosil bo‘ladi. Fermaning pastki kamarlaridagi eguvchi

momentlar tugunlarning bikrligi va panellardagi yuklar tufayli yuzaga keladi.



2.12-rasm. Ferma sterjenlaridagi eguvchi momentlar epyurasi.

Fermaning eng ko'p zo'riqqan yuqori va pastki kamar elementlari uchun hisobiy zo'riqishlar jadvali(HZJ)da keltirilgan. Bunda seysmik yuk HZJning aksariyatiga kiradi, ya'ni maxsus jamlanmadagi zo'riqishlar asosiy zo'riqishlardan katta bo'ladi.

2.1-jadval. Tanlangan sterjenlar uchun HZJ (PCY)

№ элемент	№ сечен (kesim)	сейсм	Группа PCy (HZJ guruhi)	Крите- рий (me'zon)	Усилия (кН, м) (Zo'riqishlar (kN, m))			№ загружений (Yuklanishlar №)
					N	M _y	Q _z	
24	1	-	A	2	-1848.23	-0.09	-3.71	1 2
24	1	-	B	2	-1848.23	-0.09	-3.71	1 2
24	1	S	B	6	-1869.20	3.76	-4.34	1 2 3
24	1	S	B	13	-918.83	-5.76	0.05	1 3
24	2	-	A	2	-1848.23	-11.22	-3.71	1 2
24	2	S	B	2	-1869.20	-10.70	-4.34	1 2 3
24	2	S	B	13	-918.83	-4.14	0.05	1 3
37	1	-	A	2	-2722.88	39.32	-16.05	1 2
37	1	S	B	2	-2772.35	39.98	-16.27	1 2 3
37	2	-	A	2	-2722.88	-8.83	-16.05	1 2
37	2	S	B	2	-2772.35	-9.08	-16.27	1 2 3
38	1	-	A	2	2148.25	-118.84	64.80	1
38	1	-	A	5	2778.57	-117.02	64.80	1 2
38	1	S	B	2	1353.10	-108.73	58.32	1 3
38	1	-	B	5	2778.57	-117.02	64.80	1 2
38	1	-	B	13	2148.25	-118.84	64.80	1
38	1	S	B	17	2828.92	-104.26	58.32	1 2 3
38	2	-	A	1	2778.57	28.78	32.40	1 2
38	2	-	A	13	2148.25	26.96	32.40	1
38	2	-	B	1	2778.57	28.78	32.40	1 2
38	2	S	B	5	2828.92	26.96	29.16	1 2 3

38	2	-	B	13	2148.25	26.96	32.40	1
38	3	-	A	1	2778.57	77.38	0.00	1 2
38	3	-	B	1	2778.57	77.38	0.00	1 2
38	3	S	B	5	2828.92	70.70	0.00	1 2 3
38	4	-	A	1	2778.57	28.78	-32.40	1 2
38	4	-	A	14	2148.25	26.96	-32.40	1
38	4	-	B	1	2778.57	28.78	-32.40	1 2
38	4	S	B	5	2828.92	26.96	-29.16	1 2 3
38	4	-	B	14	2148.25	26.96	-32.40	1
38	5	-	A	2	2148.25	-118.84	-64.80	1
38	5	-	A	5	2778.57	-117.02	-64.80	1 2
38	5	S	B	2	1353.10	-108.73	-58.32	1 3
38	5	-	B	5	2778.57	-117.02	-64.80	1 2
38	5	-	B	14	2148.25	-118.84	-64.80	1
38	5	S	B	17	2828.92	-104.26	-58.32	1 2 3

Izoh: jadvaldagi 1-kesim 30IIT2 Tavr

2-kesim 35IIT2 Tavr;

3-kesim 35IIT5 Tavr;

4-kesim 2L110x8 Burchaklik;

5-kesim 30IIT2 Tavr;

Lir-STK dasturida kesim yuzalarini tanlash.

Hamma sterjenlar uchun 09Г2С markali po‘lat qabul qilingan. Bikrliklar tipiga qo‘shimcha ma’lumotlar kiritamiz va sterjenlarni bikrliklar tipi bo‘yicha guruhlariga birlashtiramiz. Yuqori kamar va uzun havonlarning perpendikulyar tekislikdagi hisobiy uzunligi 2l ga tengligini e’tiborga olish kerak, chunki shprengellar sterjenlarni bu tekislikda bog‘lamaydi.

So‘ngra kesimlar tanlash bajariladi (2.2-jadval) (1-4-tipdagi bikrliklar).

2.2-jadval. Tanlangan sterjenlar uchun qabul qilingan kesim natijalari.

Элемент	НС	Группа (guruh)	Шаг решетк и (ребер), м (Panjar a qadami, m)	Проценты истощения несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента, м (Element uzunligi, m)
				но р	УУ 1	УZ 1	УУ Z	ГУ 1	ГZ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 1. Тавр 30ШТ2															
Профиль: 30ШТ2; ТУ 14-2-24-72															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа III															
38		УК12	Подобрано:1. Тавр 30ШТ6												
			Профиль: 30ШТ6; ТУ 14-2-24-72												
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*												
38	1	УК12	0.00	80	0	95	0	48	52	61	0	95	52	61	12.00
38	2	УК12	0.00	67	0	0	0	48	52	0	0	67	52	0	12.00
38	3	УК12	0.00	93	0	0	0	48	52	0	0	93	52	0	12.00
Сечение: 2. Тавр 35ШТ2															
Профиль: 35ШТ2; ТУ 14-2-24-72															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа III															
24		УК22	Подобрано:2. Тавр 25ШТ5												
			Профиль: 25ШТ5; ТУ 14-2-24-72												
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*												
24	1	УК22	0.00	58	67	96	0	36	68	72	28	96	68	72	3.00
24	2	УК22	0.00	68	78	96	0	36	68	86	34	96	68	86	3.00
Сечение: 3. Тавр 35ШТ5															
Профиль: 35ШТ5; ТУ 14-2-24-72															
Сталь: 10Г2С1; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа III															
37		УК32	Подобрано:3. Тавр 35ШТ6												
			Профиль: 35ШТ6; ТУ 14-2-24-72												
			Сталь: 10Г2С1; ГОСТ 19281-73*												
37	1	УК32	0.00	53	62	95	0	23	66	89	34	95	66	89	3.00
37	2	УК32	0.00	55	58	97	0	23	66	89	34	97	66	89	3.00
Сечение: 4. Два уголка 110x110x8; стыковка 1 см															

Элемент	НС	Группа (guruh)	Шаг решетк и (ребер), м (Panjar a qadami, m)	Проценты истощения несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента, м (Element uzunligi, m)
				но р	УУ 1	УЗ 1	УУ Z	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Профиль: 110x110x8; ГОСТ 8509-86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
6		УК42	Подобрано:4. Два уголка 200x200x13; стыковка 1 см												
			Профиль: 200x200x13; ГОСТ 8509-86												
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*												
6	1	УК42	2.48	61	86	95	0	56	81	0	84	95	81	84	4.24
6	2	УК42	2.48	50	63	95	0	56	81	0	84	95	81	84	4.24

Soʻngra dastlab qabul qilingan va tanlangan kesimlar bikrliliklar boʻyicha 2.3-jadvalga kiritiladi. Jadvalda tanlangan kesimlar dastlab qabul qilingan kesimlardan katta ekanligi koʻrinayapti.

2.3-jadval. Qabul qilingan va tanlangan sterjen kesimlari.

Тип жесткости (Bikrlilik tiplari)	Марка стали (Poʻlat markasi)	Принятое сечение (Qabul qilingan sterjen kesim)	Подобранное сечение (Tanlangan sterjen kesimlari)
1	09Г2С	Тавр 30ШТ2	Тавр 30ШТ6
2	09Г2С	Тавр 35ШТ2	Тавр 25ШТ5
3	09Г2С	Тавр 35ШТ5	Тавр 35ШТ6
4	09Г2С	Два уголка 110x8	Два уголка 200x13
5	09Г2С	Два уголка 90x6	Два уголка 120x8
6	09Г2С	Два уголка 75x6	Два уголка 160x10
7	09Г2С	Два уголка 63x5	Два уголка 80x5,5
8	09Г2С	Два уголка 56x4	Два уголка 56x4

Excel dasturida fermaning nazariy ogʻirligini aniqlaymiz. Ravogʻi 60 m va qadami 12 m boʻlgan ferma ogʻirligi 19.2 tonna (2.4-jadval)

2.4-jadval. Bikrlik tiplari bo'yicha ferma elementlari tasnifi.

Тип жесткости (Bikrlik tiplari)	Подобранное сечение (Qabul qilingan sterjen kesimlari)	Колич. элем. (Element soni)	Длина, м (Uzunligi, m)	Площадь, см ² (Yuzasi, sm ²)	Масса, кг (Og'irli gi, kg)	Масса, % (Og'irli gi %)
1	Тавр 30SHT6	5	12.00	149.00	7018	36.58
2	Тавр 25SHT5	12	3.00	110.00	3109	16.20
3	Тавр 35SHT6	8	3.00	167.00	3146	16.40
4	Два уголка 200x13	4	4.24	101.70	1354	7.06
5	Два уголка 120x8	16	4.24	37.60	2002	10.44
6	Два уголка 160x10	6	6.00	62.86	1776	9.26
7	Два уголка 80x5,5	10	4.24	17.26	574	2.99
8	Два уголка 56x4	10	3.00	8.76	206	1.08
Итого(Jami):					19186	100.00

II.3. Ramali konstruksiyalar.

Rama turlari

Katta ravog'li binolarni yopishda ramali konstruksiyalar ham qo'llaniladi. Ular ikki sharnirli va sharnirsiz ko'rinishida bo'lishi mumkin. Sharnirsiz ramalarning bikirligi nisbatan katta bo'lib, po'lat sarfi bo'yicha tejimli va montaji qulay hisoblanadi. Ammo tayanch qismining asosi va poydevori juda mustahkam loyihalaniishi talab etiladi.

Rama rigelining balandligi qancha kichik qabul qilinsa, u to'suvchi devor konstruksiyalarining balandligini pasayishiga va bino hajmini kamayishiga olib keladi.

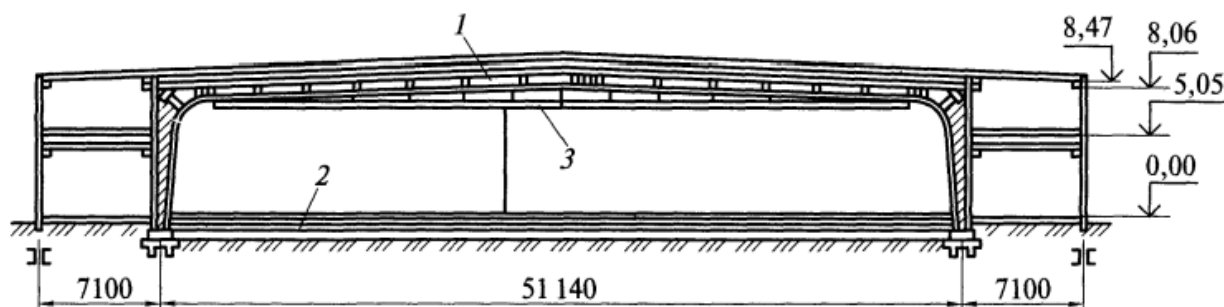
Ramali konstruksiyalarning ko'rinishi turli shakllarda bo'lishi mumkin. (2.14-rasm)

Garaj va angarlarda ramaning balandligi, ravog'iga nisbatan ko'p katta bo'lmaydi, lekin pavil'on va ishlab chiqarish binolar balandligi sezilarli darajada katta qabul qilinadi.

Katta ravoqli binolarda yaxlit va panjarasimon ramalar qabul qilinadi. Nisbatan ravog'i ko'p katta bo'lmagan ($l = 50 \pm 60$ m) binolarda yaxlit ramalar qo'llaniladi. Ularning ustunligi: mehnat

hajmining kamligi, tashishda qulayligi va bino balandligini kamaytirish imkonini yaratilishidir.

Yaxlit ramalar ko‘p hollarda ikki sharnirli loyihalanadi. Uning tayanch-poydevor konstruksiyasini yengillashtirish maqsadida rama tortqi bilan oldindan zo‘riqtirilib, u pol sathidan pastda joylashtiriladi (2.13-rasm). Tortqini tortish–taranglashtirish natijasida ramaga tushadigan yuklarni kamaytirish imkoni paydo bo‘ladi.

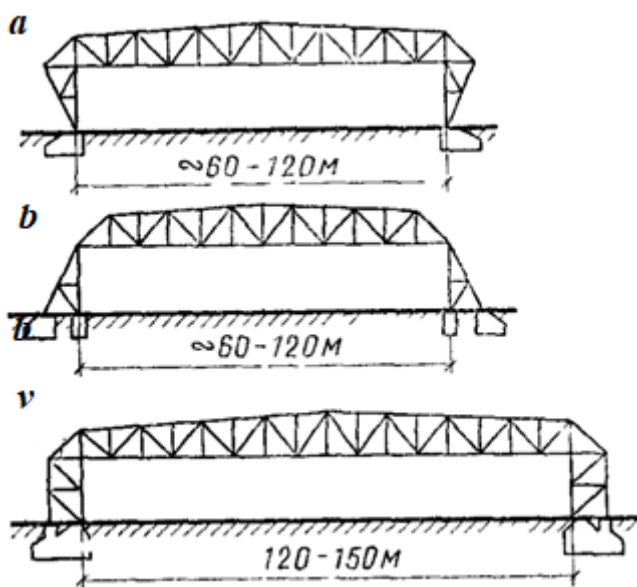


2.13-rasm. Ikki sharnirli yaxlit tortqili rama:

1 – rigel; 2 – tortqi; 3 – monorels.

Yaxlit rama rigelining balandligi $\left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{40}\right) L_p$ qabul qilinadi. L_p – rama ravog‘i.

Angarlarni qurishda panjarali ramalardan foydalaniladi. Ularning ravog‘i 60-150 metrgacha bo‘lib, ikki sharnirli loyihalanadi. Sharnirlar rama ustuni bilan rigelning birikgan tugun sathida (2.14-rasm, b) yoki poydevorlar sathida (2.14-rasm, a) joylashishi mumkin.



2.14-rasm. Panjarali rama turlari.

Binolarni yopishda sharnirsiz ramalar ham qo'llaniladi (2.15-rasm, v).

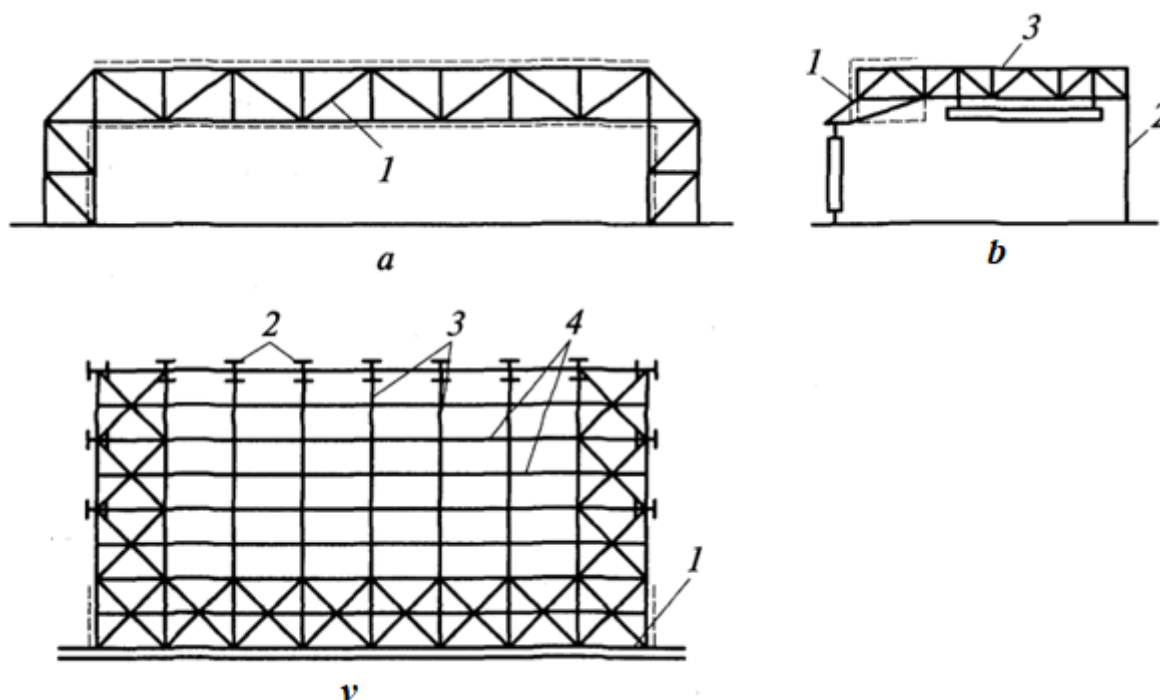
Bunday ramalar rigelida eguvchi momentning kamayishi hisobiga ravog'ini 120-150 m loyihalash imkoni yaratiladi.

Panjarali rama ustunining eni rigel panelining uzunligiga teng qilib 5-7 m olinadi.

Bunday enli va balandligi ko'p katta bo'lmagan ustunning bikrligi rigel bikrligidan ancha yuqori bo'ladi. Shu sababli tayanchdagi eguvchi momentlar zo'riqlashlarni kamayishiga ancha ta'sir ko'rsatadi.

Panjarali rama rigeli balandligini uning ravog'iga nisbati $\frac{1}{12} \div \frac{1}{20}$ oralig'ida qabul qilinadi, lekin bunday balandlikda u, tashish nuqtai nazaridan juda katta o'lchamli bo'ladi. Shu sababli rigel bo'laklarga bo'lingan holda qurilish ob'yektiga jo'natiladi.

Panjarali rama rigeli trapetsiyasimon yoki parallel kamarli bo'lishi mumkin (2.14-rasm).



2.15-rasm. Angar tom yopma konstruksiyasini bo'ylama joylashishi:

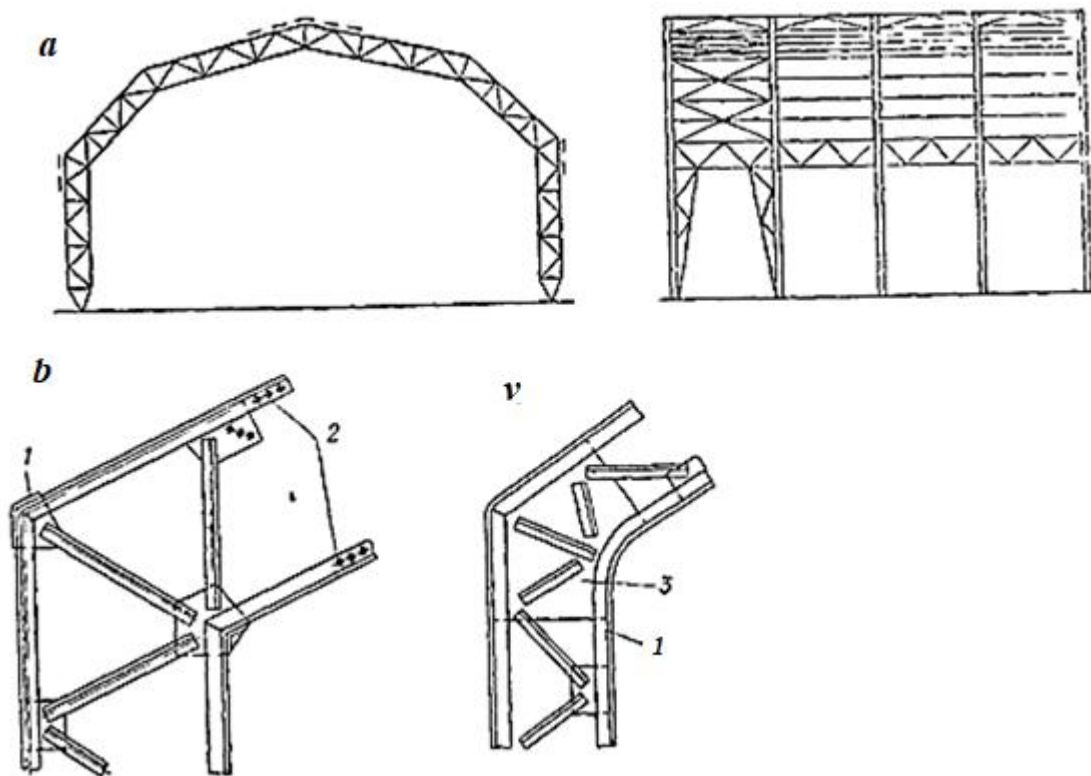
a – bo'ylama qirqim; b – ko'ndalang qirqim; v – yuqori kamardagi bog'lovchilar; 1 – darvoza usti ko'ndalang ramasi; 2 – bo'ylama ustunlar; 3 – bo'ylama stropil fermalar; 4 – progonlar.

Agar stropil fermalar binoning darvoza usti ramasiga biriktiriladigan bo'lsa, parallel kamarli ramalar qo'llaniladi. Tomdan yomg'ir suvini qochirish, stropil fermalar kamarining nishabligi hisobiga amalga oshiriladi (2.15-rasm).

Panjarali ramaning rigeli, katta ravog'lar va yuklar uchun og'ir fermalar kabi, kichik ravog'lar uchun esa (40-50 m) oddiy stropil fermalar kabi loyihalanadi.

Balandligi 15-20 m va ravog'i 40-50 m bo'lgan ko'rgazma pavil'on, yopiq bozor va vokzallar uchun siniq ko'rinishga ega bo'lgan panjarali ramalarni qo'llash mumkin (2.16-rasm). Bunday ko'rinishdagi ramalarning ustun va rigel ko'ndalang kesimining balandliklari bir xil, ya'ni $\left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{25}\right) L_p$ olinadi.

Bunday ramalarda tushadigan vertikal yuklarning og'irligi ko'p katta emas, lekin shamolning ta'siri sezilarli hisoblanadi. Bu ramalar oddiy, yengil fermalar kabi loyihalanadi. Ular kichik bo'laklarga bo'linib jo'natiladi va qurilish ob'yektida yig'ilib montaj qilinadi.



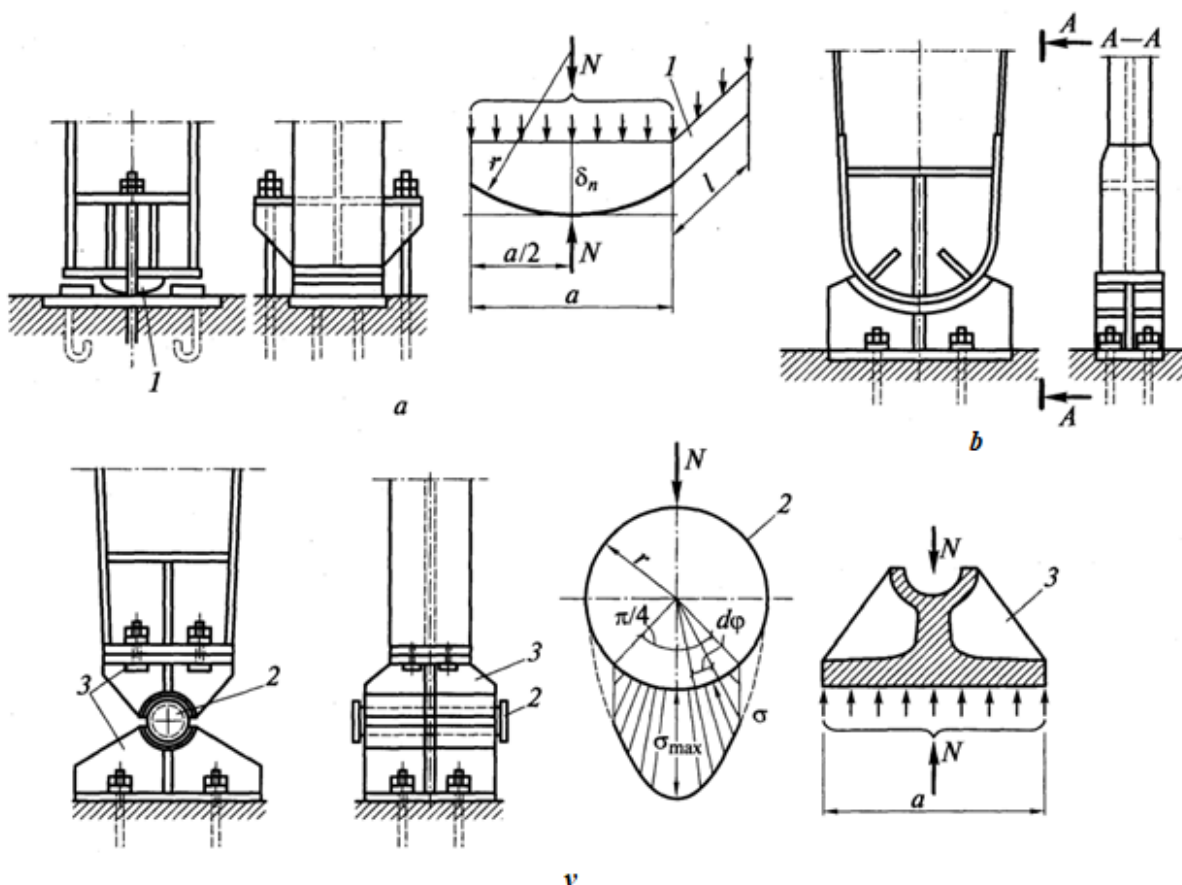
2.16-rasm. Pavil'onning panjarali ramasi:

a – rama sxemasi; *b* – panjara tuguni; *v* – qo'shimcha fasonkali tugun;
1 – listli fasonka; 2 – montaj tuguni; 3 – qo'shimcha list-fasonka.

Ramani hisoblash asoslari.

Panjarali yengil ramalarni statik hisobini soddalashtirish uchun ularni ekvivalent bo'lgan yaxlit ramalarga keltirish mumkin. Mustahkam panjarali ramalarni (og'ir fermalar kabi) barcha panjara sterjenlarining deformatsiyasini e'tiborga olgan holda, panjarali sistemalardek hisoblanadi. Katta ravog'li ramalarning solqiligi faqat vaqtinchalik yuklardan aniqlanadi: Doimiy yuklardan hosil bo'ladigan solqilik esa ramaning qurilish balandligi hisobiga hal etiladi. Ravog'i 50 metrdan va balandligi ko'p katta bo'lmagan ramalarni harorat (temperatura) ta'siriga hisoblash talab etiladi.

Yaxlit ramalarning rigeli va ustunlari payvand qo'shtavr kesimli loyihalanadi. Ularning mustahkamligi, ustuvorligi nomarkaziy siqilgan sterjenlarni hisoblash formulalari orqali tekshiriladi.



2.17-rasm. Rama va arka tayanch sharnirlari:

a – plitali sharnirning konstruktiv va hisobiy sxemasi; b – tavonli sharnir;

v – balansir sharnirning konstruktiv va hisobiy sxemasi;

1 – plita; 2 – sapfa (yaxlit truba); 3 – balansir.

Ikki sharnirli rama ustunlar kesimini uning balandligi bo'yicha o'zgaruvchan loyihalash ham mumkin (2.17-rasm. a, b). Bu esa xonaning foydali yuzasini kengayishiga, konstruksiyaning yengillashishiga va ko'rinishini yaxshilanishiga olib keladi. Ammo uni tayyorlash qiyinlashadi.

Katta ravoqli panjarali rama sterjenlardagi zo'riqishlar 2000 kN va undan oshib ketsa, ular og'ir fermalar kabi loyihalanadi.

Ramaning tayanch sharnirlardagi reaksiya kuchi 2500-3000 kN dan katta bo'lsa, ular balansir shaklda loyihalanadi (2.17-rasm,b). Reaksiya kuchi kam bo'lganda ular plitali shaklda loyihalanadi (2.17-rasm, a).

Yengil panjarali ramalarning eng muhim tuguni bu ustun bilan rigelning birlashgan qismi hisoblanadi. (2.16-rasm)

Shuning uchun bu tugun korxona sharoitida tayyorlanishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Panjarali rama kamarlarining sterjenlari o'zaro uchma-uch payvand choklar bilan biriktiriladi va egilgan po'lat listli qoplamalar bilan kuchlantiriladi.

Nazorat uchun savollar

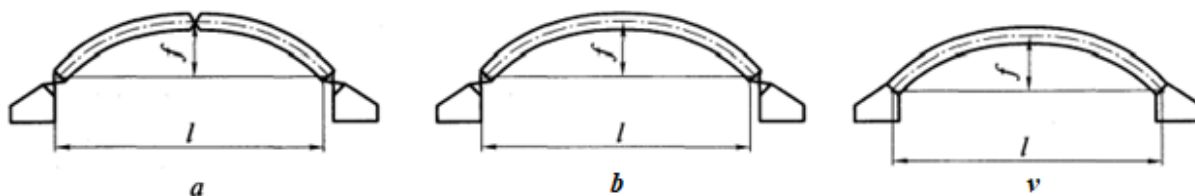
1. Katta ravoqli tom yopma konstruksiyalarining qo'llanish sohalari.
2. Katta ravog'li konstruksiyalarini loyihalashga qo'yiladigan talablar.
3. To'sinli tom yopma konstruksiyalari.
4. Ramali tom yopma konstruksiyalari.
5. Fermalarning og'irliklari qanday hisoblanadi.
6. Katta ravog'li to'sinlarning tom to'shama konstruksiyalari.
7. Fermaga tushadigan yuklar va ularni hisoblash.
8. Lir-Vizor dastur ilovasida fermani hisoblash tartibi.
9. Ramalarni loyihalashga qo'yilgan talablar.
10. Yaxlit va panjarali rama konstruksiyalari.
11. Ramani hisoblash asosolari.
12. Ramani tayanch sharnir turlari.

III bob. Arkali konstruksiyalar

III.1. Arka turlari va sxemalari

Arkalar asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiya sifatida pavil'onlar, yopiq bozor, sport zal, angarlar va h.k. ustuni yopishda qo'llaniladi. To'sinli va ramali konstruksiyalarga nisbatan arkalar metall sarfi bo'yicha eng qulay hisoblanadi.

Arka turlari va shakllari har xil bo'ladi (3.1-rasm). Eng ko'p tarqalgan, bu ikki sharnirli arkalaridir. Bu arkalar iqtisodiy jihatdan afzallikka ega bo'lib, tayyorlanishi va montaji oson hisoblanadi.



3.1-rasm. Arka turlari:

a – uch sharnirli; b – ikki sharnirli; v – sharnirsiz.

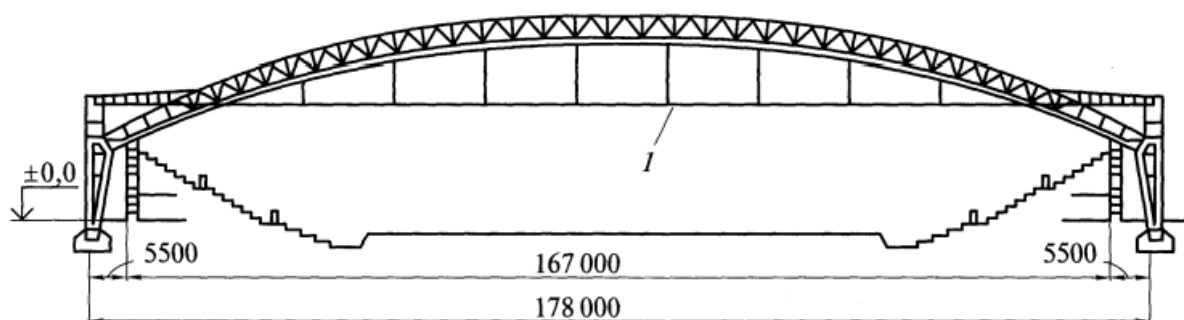
Sharnir hisobiga ikki sharnirli arkalar juda oson deformasiyalanadi. Shu sababli ularda temperaturadan hosil bo'ladigan kuchlanishlarning oshishi va tayanch qismining cho'kishi uncha xavfli emas.

Uch sharnirli arkalar ikki sharnirli arkalarga nisbatan hech qanday ustunlikka ega emas. Shuningdek o'rtadagi, ya'ni montaj sharniri arka konstruksiyasini va tom yopma ishlarini bajarishni qiyinlashtiradi. Ammo tashishda ancha qulay hisoblanadi.

Sharnirsiz arkalar ravog'i bo'yicha eguvchi momentni yaxshi taqsimlaganligi uchun, nisbatan yengil hisoblanadi. Lekin juda katta baquvvat poydevor bo'lishini taqozo etadi. Shu sababli ularni temperatura (harorat) ta'siriga hisoblashga to'g'ri keladi.

Bu arkalarda tortqilar bo'lib, ular tortqi kuchini o'ziga qabul qiladi. Tayanch qismlari esa asosan vertikal yuklarni qabul qilganligi uchun, ular yengil bo'ladi.

Yopiq stadion va pavi'l'onlar, shuningdek ishlab chiqarish bino arkalarining tayanchi vazifasini, yoniga qurilgan bino sinchlari bajarishi mumkin (3.2-rasm).



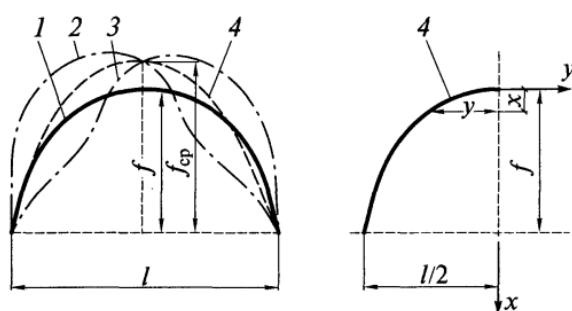
3.2-rasm. Tortqili arka.

Arkalar devorga o'rnatiladigan bo'lsa tortish kuchini, sharnirlar sathida joylashgan tortqilar qabul qiladi. Tortqilar bir vaqtning o'zida osma ship konstruksiyalarini o'rnatish uchun va shuningdek oldindan zo'riqish kuchlanishlarini hosil qilish uchun xizmat qiladilar.

Arkaning shakli ko'p hollarda bosim ta'sir chizig'iga yaqin qilib olinadi. Kvadrat parabola ko'rinishga ega bo'lgan arkalar ancha qulay hisoblanadi.

Ba'zi hollarda kvadrat parabola ko'rinishidagi arkalar aylana yoyi shakliga o'zgartirilib olinadi. Bu arkalar loyihalanishini va tayyorlanishini soddalashtiradi.

Baland arkalarda shamol kuchini ta'siri muhim hisoblanadi. Shamol ta'siri arkaning ikki tomoniga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunda shamol ta'siridan bir-biridan keskin farq qiluvchi ikki xil bosim ta'sir chizig'i hosil bo'ladi. Bu holda arka shakli shu ikki bosim ta'sir chizig'i o'rtasi bo'yicha qabul qilinadi (3.3-rasm).

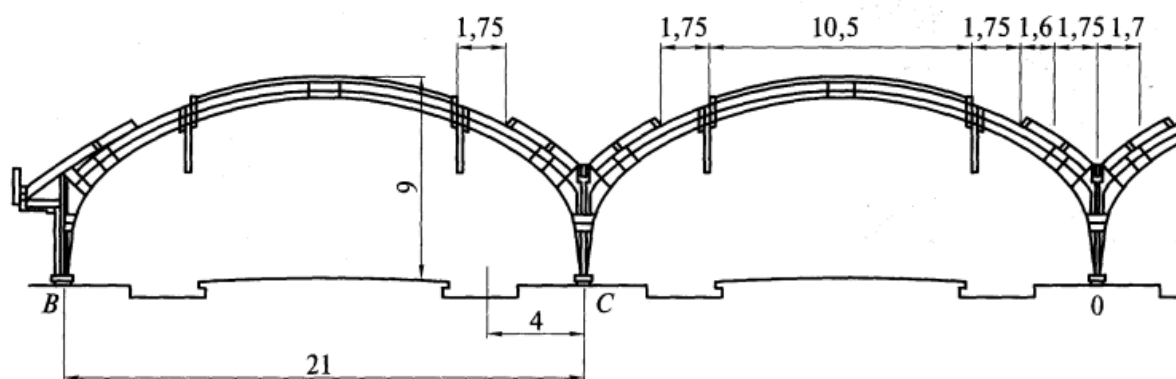


3.3-rasm. Baland arka shaklini tanlash sxemasi. 1 – dastlabki egrilik chizig'i; 2 – shamol yo'nalishidagi egrilik chizig'i; 3 – shamolning qarama-qarshi tomondagi egrilik chizig'i; 4 – arkaning yakuniy egrilik o'qi.

Agar arka yer sathida joylashgan poydevorga o'rnatilganda devor to'siq konstruksiyalari va deraza oynalarni egri sirt bo'yicha joylashtirish qiyinlashadi. Binoning tashqi ko'rinishi chiroyli bo'lmay qoladi.

Bundan tashqari arkaning tayanchga yaqin ichki yuzasi to'la foydalanilmay qoladi. Shuning uchun pavil'on, yopiq bozor va vokzallarda arkalarining tayanch qismlari vertikal qilib loyihalanadi (3.4-rasm). Bunday arkalar ko'rinishi, shakli va ishlashiga ko'ra ramali sistemalarga yaqinlashadi. Ularning qulayligi material sarfi bo'yicha tejamlilikida.

Arkalar ko'p ravoqli ham bo'lishi mumkin. (3.4-rasm)



3.4-rasm. Temir yo'l vokzal binosining ko'p ravoqli arkali tom yopmasi.

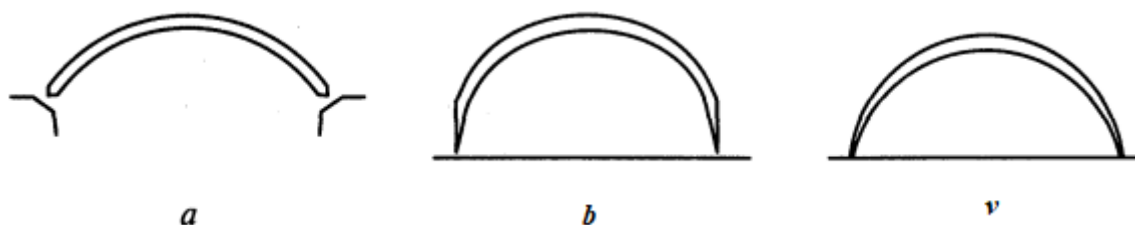
III.2. Arkalarining konstruktiv xususiyatlari.

Ikki sharnirli yaxlit kesimli arkalar ko'p hollarda parallel kamarli loyihalanadi (3.5-rasm, a). Panjarali arkalar parallel kamarli yoki arkaning balandligi katta bo'lganda arkaning kamari siniq chiziqli loyihalanadi. Tayanch oldi qismlari vertikalga yaqin bo'ladi (3.5-rasm, b).

Arka kamarlari tayanchga yaqinlashganda birlashib, sharnir hosil qiladi.

Yoysimon arkalar (3.5-rasm, v) arxitektura nuqtai nazardan shinam qilib loyihalanadi.

Yaxlit arkaning ko'ndalang kesim balandligi ravog'ning $\left(\frac{1}{50} \div \frac{1}{80}\right)$, panjarali arkaning ko'ndalang kesim balandligi esa ravog'ning $\left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{60}\right)$ oralig'ida qabul qilinadi.



3.5-rasm. Arka turlari.

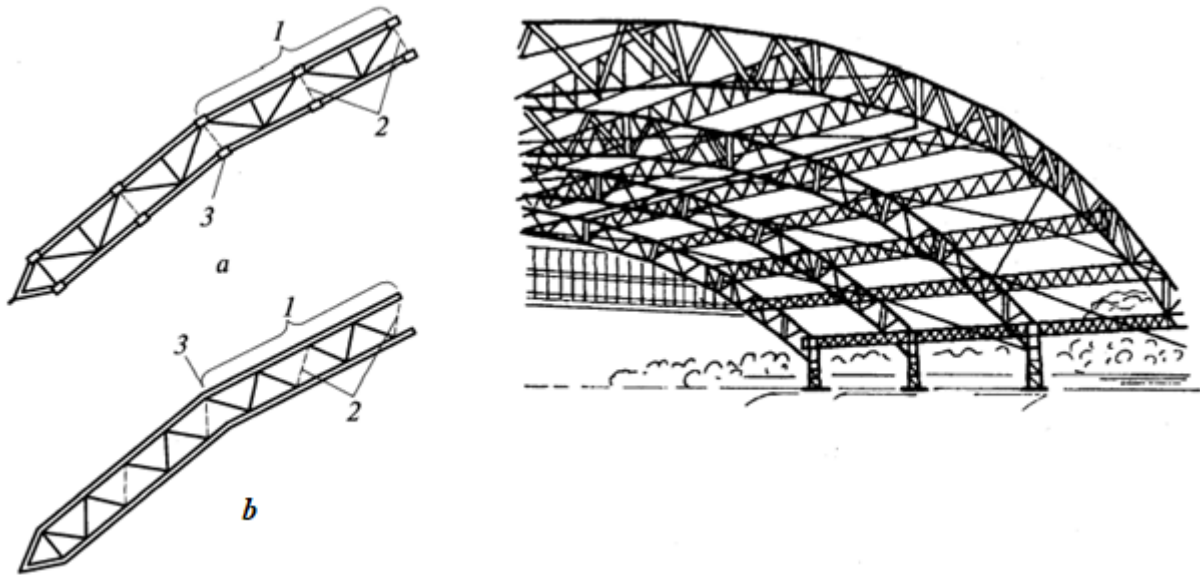
Yaxlit arkaning kesimi ko'p hollarda payvand qo'shtavr shaklda loyihalanadi.

Panjarali arkalar yengil fermalar kabi loyihalanadi. Kamarlari tavrda, burchaklikdan va yengil shvellerdan tashkil topadi. Agar kamardagi zo'riqishlar katta bo'lganda ikki devorchali profillar ham qabul qilinishi mumkin. Panjara elementlarida ko'ndalang kuch katta bo'lmaganligi sababli, ularni egiluvchanlikka qarab, burchaklik yoki katta bo'lmagan shvellerlardan tanlanadi. Bu esa arka kesimi balandligini kamayishiga ta'sir ko'rsatadi. Panjarali arkaning panjarasi uchburchak va uchburchak ustunli shaklida loyihalanadi (3.6-rasm. a, b). Arkaning ustuvorligini perpendikulyar tekislikda joylashgan vertikal bog'lovchilar va progonlar ta'minlaydi. Ular arka panjarasidagi ustunchalarga biriktiriladi, shuningdek progonlarga yopma to'shamalar mahkamlanadi. Ko'p holda arka panjarasi panelining uzunligini arkaning balandligiga teng qilib olinadi.

Arkaning ob'yektga jo'natiladigan elementlarining uzunligi 6-9 m olinadi. Bu ularni tashishda qulay bo'ladi. Bu elementlar montaj tugunlarida biriktiriladi va arka joyiga o'rnatiladi.

Arkalarda oldindan zo'riqtirish usulini qo'llash yaxshi samara beradi. Bunda arkaning pastki kamari va panjara havonlarida cho'ziluvchan kuchlanishlar hosil qilinib, ular tashqi yuklardan hosil bo'ladigan siqiluvchi kuchlanishlarni so'ndirishga yetarli bo'ladi. Bu holda arkaning pastki kamari va panjarasini po'lat arqondan (tros),

yuqori kamarini esa profillardan bikr qilib loyihalanishi mumkin. Arkalarda, ramalar kabi tayanch sharnirlari murakkab konstruktiv tugunlardan hisoblanadi.



3.6-rasm. Panjarali arkalarining konstruktiv yechimlari:

1 – jo‘natiladigan arka bo‘lagi; 2 – asosiy progonlar; 3 – montaj tugunlari.

Tayanch sharnirlar uch xil bo‘ladi: plitali, tovonsimon va balansirli. Yuqorida ta’kidlanganidek yaxlit va panjarali arkalarining tayanch sharnirlari bir xil ko‘rinishda bo‘ladi.

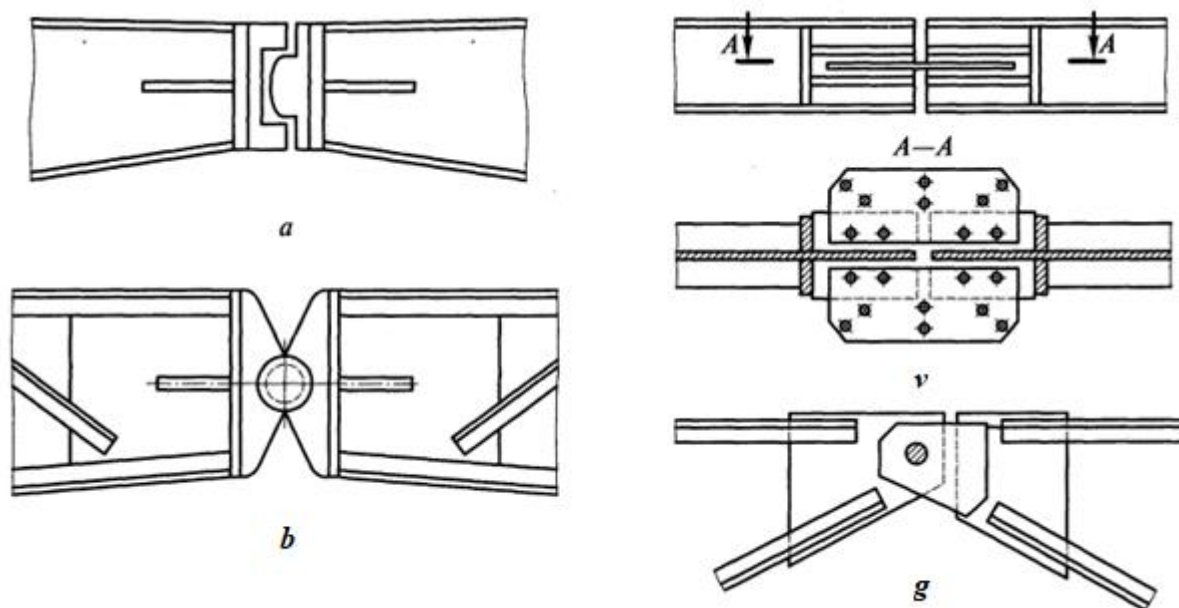
Plitali sharnirlar (2.17-rasm, a) – oddiy konstruksiyaga ega bo‘lib, tayanch reaksiyalari nisbatan katta bo‘lmagan arkalarda qo‘llaniladi.

Tovonsimon sharnirlar (2.17-rasm, b) – maxsus bukilgan yoysimon tayanch-tovon ko‘rinishida bo‘lib, unga arkaning tayanch qismi kiritiladi. Tovon yaxlit quyma yoki payvandlangan varaqli po‘lat listlardan tayyorlanadi. Tovon poydevorga anker boltlar bilan biriktiriladi.

Balansirli sharnirlar (2.17-rasm, v) – og‘ir arka va ramalarda qo‘llaniladi. Bu sharnirning yuqori va pastki qismlarida maxsus o‘yilgan qismi bo‘lib, ular o‘rtasiga yaxlit (to‘la) po‘lat silindr sapfa o‘rnatiladi. Sharnir pastki tayanch qismining yuzasi kattaroq bo‘lib u poydevorga anker boltlar bilan biriktiriladi.

Oddiy (o'rta) sharnirlar plitali (2.17-rasm, a) yoki balansirli (2.17-rasm, b) bo'lib, tayanch sharnirlar kabi loyihalanadi.

Yengil ikkita yarim arkani birlashtiradigan montaj-kalit sharnir varaqli po'latdan (2.17-rasm, v) yoki boltli bo'lishi mumkin (2.17-rasm, g). Kalit sharnirlar flansli tayyorlanishi mumkin. Listli, boltli va flansli kalit sharnirlar bo'ylama siqiluvchi va cho'ziluvchi kuchlarni uzatishga yordam beradi.



3.7-rasm. Arkaning kalit sharnirlari:

a – plitali; b – balansirli; v – varaqli; g – boltli..

III.3. Arkalarni hisoblash asoslari.

Yuklar. Arkali konstruksiya doimiy yuklarga, qor yukining bosimiga va shamol ta'siriga hisoblanadi. Temperatura (harorat) ta'siri arkalar uchun sezilarli darajada bo'lmaydi. Vertikal yuklar asosiy, shamol va harorat ta'siri qo'shimcha yuklarga kiradi. Qo'shimcha yuklardan hisobiy zo'riqishlar aniqlashda $n_c = 0,9$ koeffitsiyent bilan hisoblanadi. Bu yuklarni birgalikda ta'sir etish ehtimolini e'tiborga oladi.

Arkali konstruksiyalar uchun shamol ta'siridagi bosim yuki asosiy hisoblanadi. Arkali konstruksiyalar yuzasiga shamol ta'siridagi

bosim yuki soddalashtirilgan sxema ko‘rinishida qabul qilinadi (3.3-rasm).

Arka yoyining faqat birinchi chorak qismida aerodinamik koeffisient musbat qiymatga ega. Arka yoyining o‘rta qismida aerodinamik koeffisiyent eng katta manfiy qiymatga ega bo‘lib (shamolning so‘rilishi – otcoc), oxirgi chorak qismida esa keskin kamayib manfiy qiymatini saqlab qoladi.

Arkali binolarni yoritish va shamollatish uchun ko‘zda tutilgan ochiq joylar (deraza, eshik va h.k.) shamol bosimi kuchiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi.

Yon tomonlari ochiq bo‘lgan arkali binolarga, shamol bosimi ta’siri binoning ikki tomonidan aylanib o‘tadi va u bino ichkarisida vakuum hosil qilib, arkaga musbat bosimni ko‘payishiga olib keladi. Shamol so‘rilishi esa kamayadi.

Xulosa qilib, yonlari ochiq bo‘lgan arkali binolar (vokzal, ochiq pavil’onlar) uchun uch xil ko‘rinishdagi shamol ta’sirini hisobga olish kerak bo‘ladi.

- 1) Bino yoki inshootga shamolning yon tomondan ta’siri;
- 2) Bino yoki inshoot ichidan havo so‘rilishi(otsos)dan hosil bo‘ladigan vakuumni;
- 3) Bino yoki inshoot ichida manfiy bosim hosil qiluvchi shamol ta’siri.

Ikkinchi va uchinchi xil shamol ta’siri me’yorlanmagan va u maxsus texnik shartlar bilan belgilanadi.

Zo‘riqishlarni aniqlash va umumiy ustivorlikka tekshirish

Arkali yopmalar tekis bo‘laklarga bo‘linib (arka, bosh progonlar va h.k.) qurilish mexanikasi usullari bilan hisoblanadi.

Statik noaniq bo‘lgan arkalardagi zo‘riqishlarni kuchlar usuli bilan aniqlash qulay hisoblanadi.

Arkali konstruksiyalarni kompyuter texnologiyalarni qo‘llagan holda turli xil dasturlar yordamida (masalan “PK LIRA SAPR”) hisoblash zamon talabidir.

Panjarali, parallel kamarli arkaning kamarlardagi zo'riqishi N_n , bo'ylama zo'riqishni hosil qiluvchi yuklar jamlanmasidan aniqlanadi.

Bo'ylama zo'riqish N_n arka kamarlari o'rtasida teskari mutanosiblikda taqsimlanib, quyidagicha aniqlanadi:

$$N_n = \frac{N \cdot \alpha}{h} \pm \frac{M_x}{h} \quad (3.1)$$

bunda: α – arka kesimining og'irlik markazidan qarama-qarshi kamargacha bo'lgan masofa. h – arka kesimining balandligi. M_x – arkaning qaralayotgan kesimdagi eguvchi momenti.

Arkaning panjara elementlaridagi zo'riqish, N_p quyidagicha aniqlanadi:

$$N_p = Q / \sin \alpha \quad (3.2)$$

bunda: Q – ko'ndalang kuch, α – havonning arka o'qiga nisbatan og'ish burchagi.

Panjara havonlarini hisoblashda kamarlarning siqilishdan hosil bo'ladigan qo'shimcha kuchlanishlarni e'tiborga olish kerak bo'ladi:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_n^e + \sigma_n^h}{2} \cdot \cos^2 \alpha \propto I \quad (3.3)$$

bunda: σ_n^e, σ_n^h – arkaning yuqori va pastki kamarlarda bo'ylama kuchdan hosil bo'ladigan kuchlanishlar.

Arka sterjenlarining kesimini tanlash ferma sterjenlarini aniqlash kabi tanlanadi.

Arka ham egri chiziqli siqilgan brus kabi ustivorlikka tekshiriladi.

Arkaning perpendikulyar tekislikdagi umumiy ustivorligi bog'lovchilar va progonlar bilan ta'minlanadi. Ular arka elementlarining hisobiy uzunligini belgilaydi.

Yaxlit arkaning ustivorligini ta'minlash uchun perpendikulyar tekislikdagi bog'lanish nuqtalari orasidagi masofa arka yuqori kamar kesim enining (b_n) $16 \div 20$ barobaridan oshmasligi kerak, ya'ni $(16 \div 20)b_n$.

Yaxlit arkaning o'z tekisligidagi ustivorligi bo'ylama kritik kuch va eguvchi momentga bog'liq bo'ladi. Bu moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 E \cdot J_x}{\mu^2 S^2} \quad (3.4)$$

bunda: S – yarim arkaning uzunligi, μ – arka egriligiga bog‘liq bo‘lgan hisobiy uzunlik koeffitsiyenti. U arka balandligining f , ravog‘iga l bo‘lgan nisbatiga bog‘liq bo‘lib, jadvaldan olinadi (3.1-jadval).

EJ_x – arka kesimining bikrligi.

3.1-jadval

Arkalarining hisobiy uzunlik koeffitsiyentlari, μ

Arka	f/l			
	0,05	0,2	0,3	0,4
Uch sharnirli	1,2	1,2	1,2	1,3
Ikki sharnirli	1	1,1	1,2	1,3
Sharnirsiz	0,7	0,75	0,8	0,85

Plitali tayanch sharnirni hisoblash.

Plitali sharnirlar (2.17-rasm, a) erkin ishqalanishda ezilishga hisoblanadi.

$$F_{\text{он}}/2rl \leq R_{\text{смк}} \cdot \gamma \quad (3.5)$$

bunda: $F_{\text{он}}$ – tayanchdagi hisobiy bosim yuki, kN; r, l – egrilik radiusi va plitaning uzunligi, $R_{\text{смк}}$ – po‘latning erkin ezilishdagi hisobiy qarshiligi, kN/sm^2 .

Plitaning talab etiladigan qalinligi $t_{\text{пл}}$, uni konsoldek egilishga ishlash shartidan aniqlanadi. Bu konsol teng taqsimlangan tayanch bosimi bilan yuklangan deb qaraladi.

$$t_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{3F_{\text{он}} \cdot a}{4R_y l}} \quad (3.6)$$

bunda: a, l – plitaning plandagi o‘lchamlari, R_y – plitani egilishdagi hisobiy qarshiligi (2.17-rasm, a).

Nazorat uchun savollar

1. Arkali konstruksiyalarning turlari va tuzilish sxemalari qanday?
2. Arkaning konstruktiv xususiyatlari nimalardan iborat?
3. Arkalarning qo'llanish sohalari.
4. Oldindan zo'riqtirilgan arkalar tortqilari.
5. Yaxlit kesimli arkalar.
6. Panjara kesimli arkalar.
7. Arkalarning tayanch va o'rta (tutash) sharnirlari.
8. Arkalarni hisoblash asoslari.
9. Arkaga ta'sir etuvchi yuklar va ta'sirlar.
10. Zo'riqishlarni aniqlash va ustivorlikka tekshirish.

IV bob. Katta ravog‘li binolarni fazoviy konstruksiyalar bilan yopish

IV.1. Fazoviy konstruksiyalarning umumiy tasnifi

Yuqorida ko‘rilgan to‘sinli, ramali va arkali sistemalar o‘zaro yengil bog‘lovchilar bilan bog‘langan bo‘lib, yuk ko‘taruvchi elementlardan tashkil topgan edi. Bu bog‘lovchilar, yuk ko‘taruvchi elementlarga ta‘sir etadigan yuklarni taqsimlashga mo‘ljallanmagan. Konstruksiyaga qo‘yilgan yuklar to‘g‘ridan-to‘g‘ri tayanchlarga uzatiladi.

Fazoviy konstruksiyalarda esa bog‘lovchilar zo‘riqishlarni qabul qilib ularni taqsimlanishida bevosita ishtirok etib, uni tayanchga uzatadi. Buning natijasida asosiy yuk ko‘taruvchi konstruksiyalardagi zo‘riqishlar kamayadi va natijada ularning og‘irligi kamayadi.

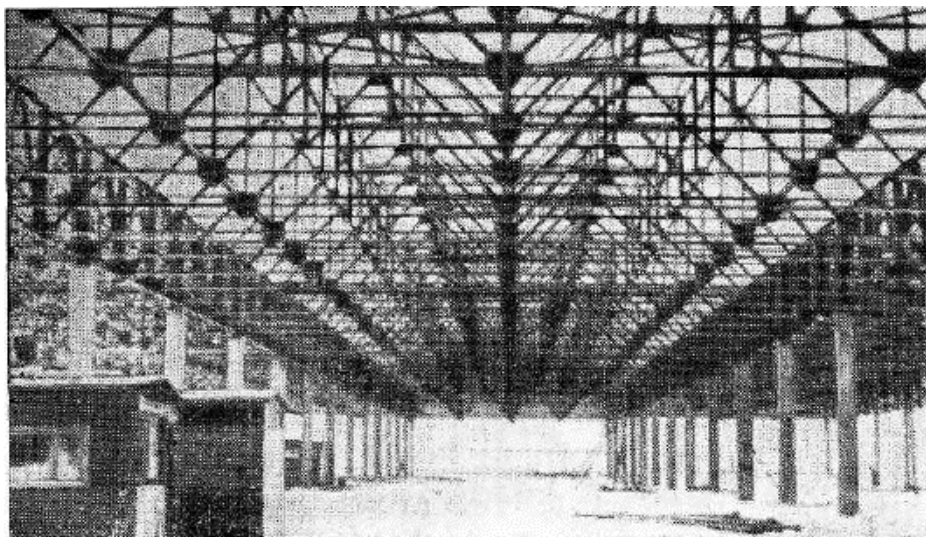
Fazoviy konstruksiyaga qo‘yilgan yuklar ikki yo‘nalish bo‘yicha uzatiladi. Fazoviy konstruksiyalar tekis konstruksiyalarga nisbatan ancha yengilroq bo‘ladi.

Fazoviy konstruksiyalar tekis (plita) va egri chiziqli (qobiq) ko‘rinishida bo‘lishi mumkin.

Tekis fazoviy konstruksiyalarni talab etilgan bikrligini ta‘minlash maqsadida ikki qatlamli qilib loyihalalanadi. Qobiqlar esa bir qatlamli va ikki qatlamli bo‘lishi mumkin. Hozirgi vaqtda panjarali fazoviy konstruksiyalar keng tarqalgan. Ular yuza bo‘yicha to‘rsimon sistemalarni hosil qiladi. Bir qatlamli konstruksiyalar egri chiziqli to‘rsimon yuza hosil qilib, bir to‘rli deyiladi. Ikki qatlamli konstruksiyalar ikki parallel to‘rsimon yuzaga ega bo‘lib, o‘zaro panjarali bog‘lovchilar bilan biki biriktiriladi. Ular ikki to‘rli konstruksiyalar deyiladi. Bu konstruksiyalarni tayyorlashda maxsus usullar va ko‘p mehnat sarfi talab etiladi. Ularni montaji ham qiyin amalga oshiriladi. Shu sababli fazoviy konstruksiyalar qo‘llash chegaralangan hisoblanadi.

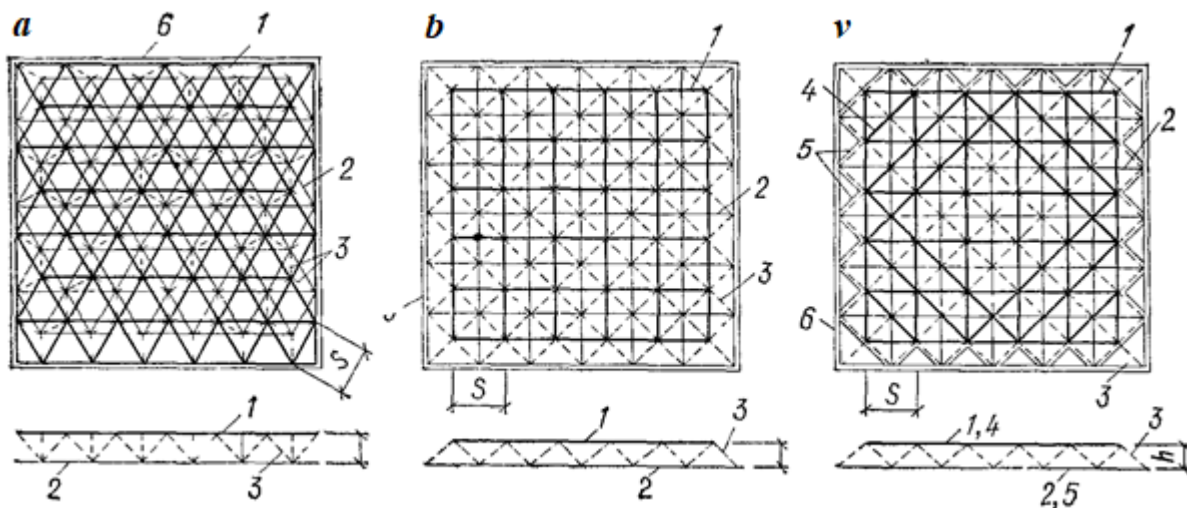
IV.2. Tekis to'rsimon fazoviy konstruksiyalar. (Strukturalar)

Zamonaviy qurilishda to'rsimon sistemalar, strukturalar qo'llaniladi. Strukturali konstruksiyalar asosan katta ravog'li jamoat va ishlab chiqarish binolarni tekis tomlarini yopishda ishlatiladi (4.1-rasm). Egri chiziq shakldagi tomlarni (gumbazlar, qobiqlar va h.k.) yopishda strukturalar kam qo'llaniladi.



4.1-rasm. Strukturali tom yopma konstruksiyasi umumiy ko'rinishi.

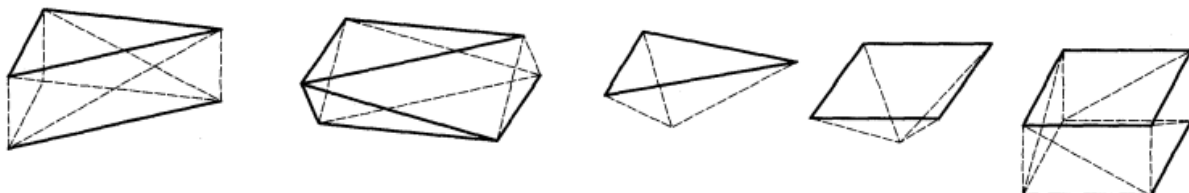
Tekis strukturalar har xil sistemali o'zaro kesishuvchan fermalardan tashkil topgan konstruksiyadir (4.2-rasm).



4.2-rasm. Strukturali konstruksiyalarning panjara turlari:

a – kamar to'rlari teng yonli uchburchak shaklda; *b* – to'rtburchak shaklda;
v – burchaklari diagonal bilan kuchaytirilgan. 1 – yuqori kamar; 2 – pastki kamar; 3 – qiya havonlar; 4 – yuqoridagi diagonal; 5 – pastki diagonal; 6 – tayanch konturi.

Bir tugunda kesishuvchi fermalar soni, shuningdek ularning vertikal yoki qiya elementlari, turli xil struktura yasovchisini tashkil etadi. Har bitta strukturada o'zining ko'p marta takrorlanuvchi hajmiy elementini ajratish mumkin. Bu elementlar kristall deb ataladi (4.3-rasm).



4.3-rasm. Strukturaning takrorlanuvchi hajmiy elementlari (kristallar).

Uch yo'nalish bo'yicha o'zaro kesishuvchi fermalardan tashkil topgan strukturalarda statik o'zgarmas kristallar bo'lgani uchun ular buralishga ishlashi mumkin. Shu sababli ularning bikrligi juda yuqori hisoblanadi.

Ikki yo'nalish bo'yicha o'zaro kesishuvchi fermalardan tashkil topgan strukturalarda statik o'zgaruvchan kristallar bo'lganligi sababli, ular buralishga ishlamaydi va bikrligi yuqori emas (4.2-rasm, b).

Ikki yo'nalishdagi fermalardan tashkil topgan strukturalarning burchak zonalarini diogonallar bilan kuchaytirish mumkin bo'ladi (4.2-rasm, v).

Struktura sistemasini murakkablashtirmasdan metall sarfini tejash va uning bikrligini oshirish mumkin. Buning uchun metall yoki ba'zi hollarda temirbeton yopma to'shamalarni struktura yuqori kamariga biriktirib, ularni birga ishlashini ta'minlash kerak bo'ladi. Ustunlar joylashishi va tayanch konturlari har xil bo'lgan katta ravog'li binolarning ustini yopishda fazoviy bikrlikka ega bo'lgan strukturalar qo'llaniladi.

Struktura bir xil takrorlanuvchi kristallardan tashkil topganligi sababli tarxda turli ravoqli va ko'rinishli konstruksiyalarni hosil qilish imkonini beradi.

Struktura pastki kamarlarida tugunlar soni va joylashishi zich bo'lganligi uchun osma kran yo'llarini xohlagan tugunga o'rnatish va yo'nalishni o'zgartirish mumkin bo'ladi.

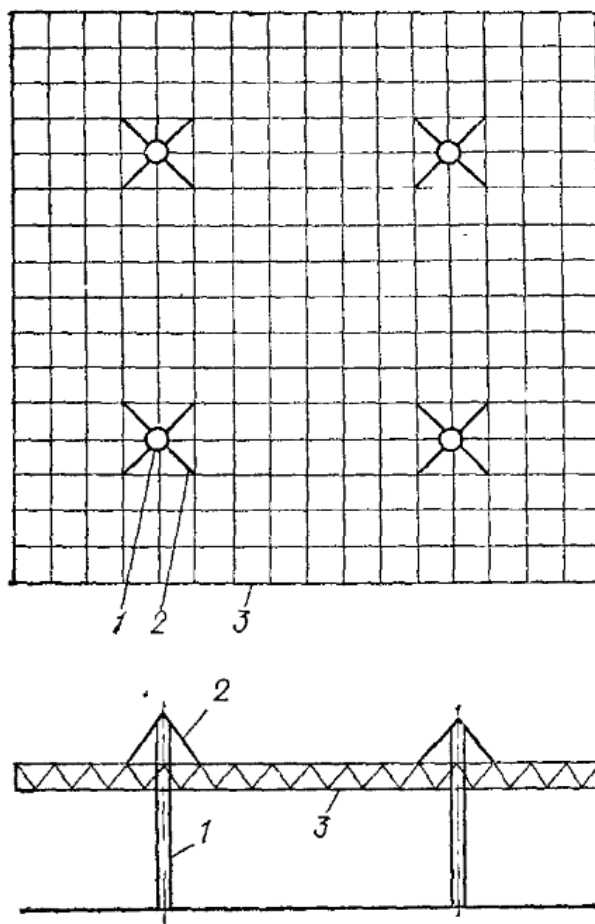
Strukturalar ko'p bog'lovchili sistema bo'lganligi sababli u ishonchli konstruksiya hisoblanadi.

Bu sistemalarni tayyorlashda va yig'ishda ko'p mehnat sarf qilinadi.

Strukturali konstruksiyalar bilan planda kvadrat, to'rtburchak, uchburchak va boshqa shakldagi binolar ustini yopish mumkin. Bulardan eng ko'p tarqalgani bu kvadrat shakldagi binolardir.

Strukturali konstruksiyalarda konsol qismi ham bo'lishi mumkin (4.4-rasm).

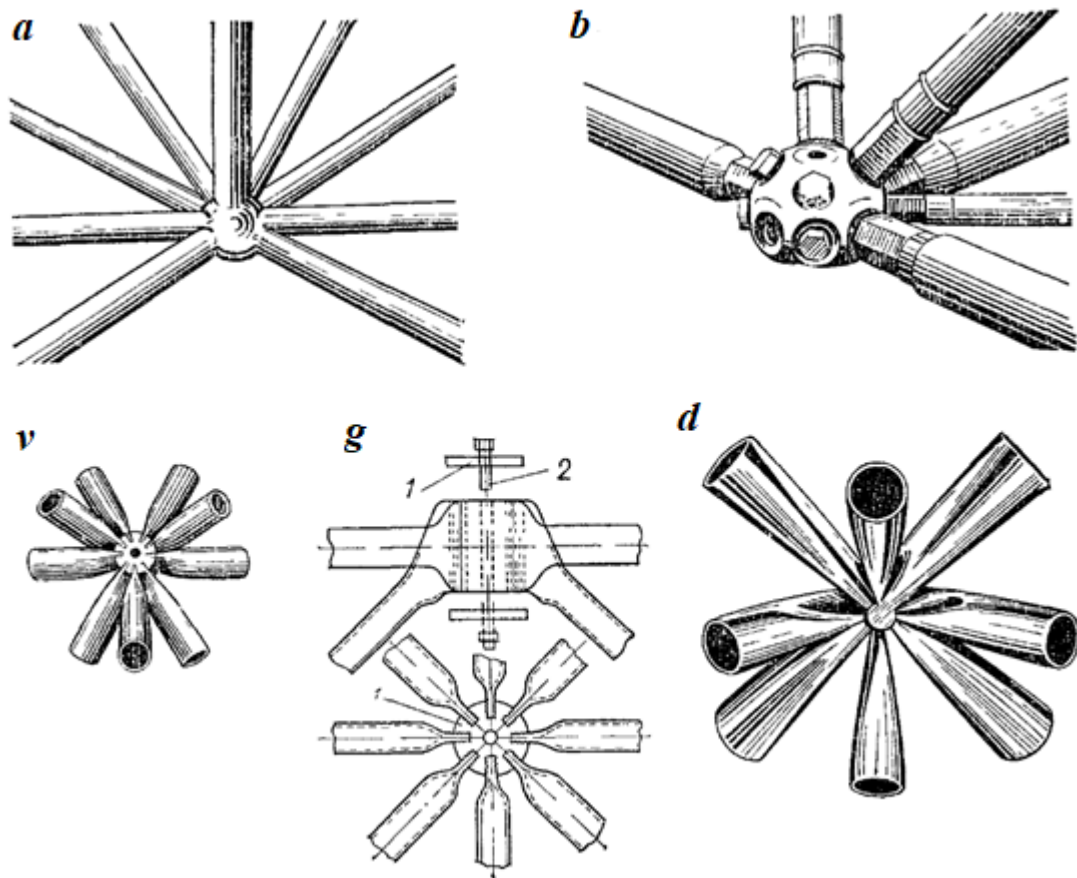
Konsol, ravoqdagi eguvchi momentni kamaytirib, strukturani nisbatan yengil bo'lishiga olib keladi.



4.4-rasm. Vantlar bilan tayanchga o'rnatilgan strukturalar:

1 – ustun; 2 – vant; 3 – struktura.

Strukturali konstruksiyalar bir ravog‘li va uzluksiz ko‘p ravog‘li bo‘lib, ustunlarga yoki bo‘ylama devorlarga o‘rnatiladi.



4.5-rasm. Struktura sterjenlarining birikish tugunlari:

a – sharga birikish; b – vintli birikish; v – bitta bolt yordamida uchlari tekislangan trubali sterjenlarning birikishi; g – huddi shunday ikkita shayba va bolt bilan tortib birikishi; d – payvand tugun. 1 – shayba, 2 – bolt.

Strukturali konstruksiyalar (plitalar) yaxlit yoki katta bloklar ko‘rinishida yerda teriladi va kran bilan ko‘tarib joyiga montaj qilinadi.

Struktura sterjenlari ko‘p hollarda trubadan yasaladi. Ular yoyma burchakliklardan nisbatan 25 % metall sarfini kamayishiga olib keladi. Havonlarning qiyalik burchagi 35-50° oralg‘ida qabul qilinadi.

Konstruksiya moduli ferma kamarlari orasidagi masofa S , struktura ravog‘i 50 metrgacha bo‘lganda 2-3 metr olinadi (4.2-rasm). Ravog‘i 40 metrgacha bo‘lgan strukturalarda kamlegirlangan va yuqori mustahkamli po‘latlar ishlatilishi rasional (qulay) hisoblanadi.

Strukturalarni loyihalashda bir nechta sterjenlarni bir fazoviy tugunda birikishini konstruktiv hal qilish asosiy vazifalardan biridir. Shu tugunning yechilishi konstruksiyaning mehnat hajmi ko'rsatgichini belgilaydi.

Trubali sterjenlarni yaxlit sharga biriktirib har xil konstruktiv yechimli tugun hosil qilish mumkin (4.5-rasm, a,b).

Shuningdek, trubali sterjen uchlari tekislanadi va yadrodag silindrik detalga kiritib, shaybalar bilan boltga tortiladi (4.5-rasm, g).

Uchlari tekislangan sterjenlarni bir-biri bilan vannali payvandlash usuli bilan tugun hosil qilinadi (SNIISK ishlanmasi). Sterjenlarni tugundagi yadroga maxsus vintlar bilan biriktirish tuguni eng ko'p tarqalgan bo'lib, (MARXi – Moskva arxitektura instituti) tomonidan ishlab chiqilgan (4.5-rasm, b).

IV.3. Strukturalarni hisoblash asoslari.

Strukturalar ko'p marta statik aniqmas sistemaga kiradi. Ular kompyuter texnologiyalardan foydalangan holda, maxsus dasturlar yordamida hisoblanadi. Struktura soddalashtirilib, izotrop plita yoki o'zaro kesishuvchi fermalar kabi hisoblash mumkin. Bunda buralish momentlari hisobga olinmaydi.

Eguvchi moment va ko'rdalang kuch qiymatlari, plitalarni hisoblash jadvallaridan olinadi. Hisobiy zo'riqishlar tanlangandan so'ng sterjenlardagi hisobiy bo'ylama kuch va eguvchi moment quyidagicha aniqlanadi:

(4.2-rasm, a) uchun

$$N_{\pi} = \pm 0,578 \frac{M_{nf} \cdot S}{h}; M_p = \frac{Q_{nl} \cdot S}{2 \sin \alpha}$$

(4.2-rasm, b) uchun

$$N_{\pi} = \pm \frac{M_{nf} \cdot S}{h}; N_p = -\frac{Q_{nf} \cdot S}{2 \sin \alpha}$$

(4.2-rasm, v) uchun

$$N_{\pi} = \pm 1,1 \frac{M_{nl} \cdot S}{h}; N_p = -0,55 \frac{Q_{nl} \cdot S}{\sin \alpha}$$

$$N_{\Pi,y} = \pm 0,5N_{\Pi}; N_g = \pm 0,5N_{\Pi}$$

bunda: N_{Π}, N_p – kamar sterjenlari va tayanch havonlari uchun maksimal zo‘riqish. $N_{\Pi,y}$ – burchak zonasining kamaridagi zo‘riqish. N_g – dioganaldagi zo‘riqish. M_{nl} ba Q_{nl} ; M_{nf} ba Q_{nf} – izotrop plita va o‘zaro kesishuvchi fermalardagi maksimal eguvchi moment va ko‘ndalang kuch. S – kamar sterjenining uzunligi (modul). h – struktura balandligi, turlar orasidagi vertikal masofa. α – havonlarning qiyalik burchagi.

“Lira” dasturida strukturani hisoblash natijasida eguvchi moment, ko‘ndalang kuch, bo‘ylama kuch qiymatlari, shuningdek sterjen ko‘ndalang kesimlari tanlanadi. Shuningdek struktura deformasiyalari aniqlanadi.

Hisoblashga doir misol

Dastlabki berilganlar.

Strukturali tomyopmaning o‘lchami 24x24 m (ostki kamari bo‘yicha). Uning takrorlanuvchi yasovchisi kvadratli bo‘lib, o‘lchami 3x3 m. Strukturaning pastki kamar tugunlari, yuqorisidagidan 1,5 metrga siljirilgan. Struktura balandligi – 1,8 m, sterjenlari trubadan bajarilgan bo‘lib, tugunda konnektor yordamida biriktiriladi («Kislovodsk» turdagi konstruksiya).

Struktura 4 ta ustunga tayanadi. Ustunlar to‘ri 18x18 m. Struktura konsoli 3 m (ostki kamari bo‘yicha) va 4.5 m (yuqori kamari bo‘yicha) tashkil etadi. Isitiladigan tom konstruksiyasi, yuk ko‘taruvchi profnastil va progondan iborat. Qurilish joyi Samarqand shahri (qor yuki 0.5 kN/m²).

Strukturaga ta’sir etuvchi yuklar:

Doimiy yuk. Xisobiy yuk strukturaning o‘z og‘irligi va tom konstruksiyasining og‘irligidan iborat bo‘lib, $q_n = 1,5 \text{ kN/m}^2$ ni tashkil etadi. Strukturaning yuqori kamar tugunlariga to‘g‘ri keladigan yuk (o‘rta va chekka):

$$P_{n1} = 1,5 \cdot 3 \cdot 3 = 13,5 \text{ kN}; P_{n2} = P_{n1}/2 = 6,75 \text{ kN}; P_{n3} = P_{n2}/2 = 3,375 \text{ kN}.$$

Qor yuki. Samarqand uchun me'yoriy (normativ) qor yuki $0,5 \text{ kN/m}^2$, hisobiy yuk $0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Yuqori kamarning o'rta, chekka va burchakdagi tugunlariga tushadigan vertikal yuklar:

$$P_{ch1} = 0,7 \cdot 3 \cdot 3 = 6,3 \text{ kN}; P_{ch2} = P_{ch1}/2 = 3,15 \text{ kN}; P_{ch3} = P_{ch2}/2 = 1,575 \text{ kN}.$$

Strukturaning yuklanishi. Bu misolda quyidagi yuklanishlar ko'rib chiqiladi:

1. Doimiy yukdan;
2. Qor yukidan.

Dasturning LIR-VIZOR ilovasida strukturani hisoblash.

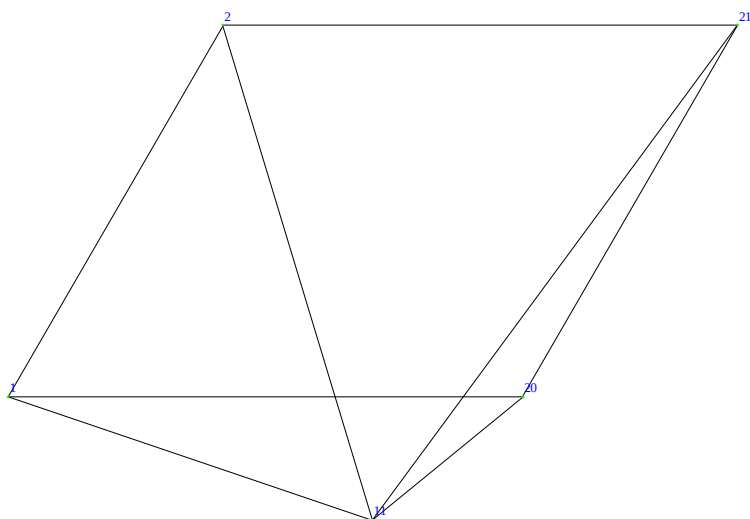
Misolning yangi faylini yaratamiz. Buning uchun 4 chi toifali sistemani qabul qilamiz (tugunda 3 ta noma'lum chiziqli siljish bor). Struktura tugunlarini sharnirli qabul qilamiz. U holda sterjenlarda faqat bo'ylama zo'riqishlar hosil bo'ladi.

Strukturaning geometrik sxemasini bir nechta usullar yordamida kiritish mumkin. Quyidagi usulni qo'llaymiz: Oldin pastki kamar uchun bitta yacheykani yaratamiz. Tugunlarning koordinatalari (1,5, 1,5, 0), (1,5, 4,5, 0), (4,5, 1,5, 0), (4,5, 4,5, 0), bu tugunlarni birlashtiramiz. So'ngra bu yacheykani belgilab, uni $X=3 \text{ m}$ ga ortirib 7 marta nusxalaymiz (копировать). Hosil bo'lgan ko'rinishni $Y=3 \text{ m}$ ortirib 7 marta nusxalaymiz (копировать). 4.6-rasmda hosil bo'lgan to'r ko'rsatilgan. So'ngra 31, 37, 145, 151 tayanch tugunlarni belgilab, ular uchun X, Y, Z o'qlar bo'yicha bog'lovchilarni kiritamiz.

Yuqori kamar to'rini va havonlarni kiritish uchun sterjenli piramida ko'rinishidagi takrorlanuvchi elentdan foydalanamiz. U bitta yuqori kamar yacheykasidan, bitta pastki kamar tugunidan va ularni birlashtiruvchi havonlardan iborat.

19	38	57	76	95	114	133	152	171
18	37	56	75	94	113	132	151	170
17	36	55	74	93	112	131	150	169
16	35	54	73	92	111	130	149	168
15	34	53	72	91	110	129	148	167
14	33	52	71	90	109	128	147	166
13	32	51	70	89	108	127	146	165
12	31	50	69	88	107	126	145	164
11	30	49	68	87	106	125	144	163

4.6-rasm. Struktura plitasining pastki kamar to‘ri.

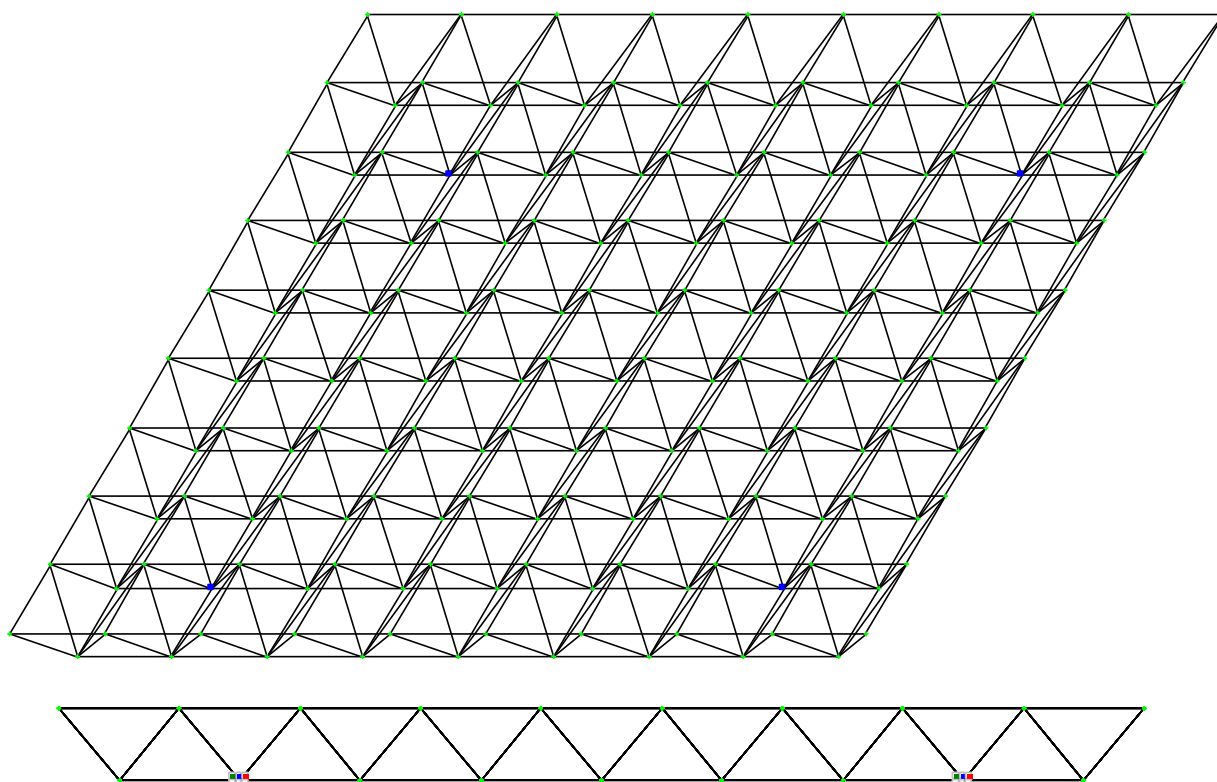


**4.7-rasm. Sterjenli
piramida ko‘rinishidagi
takrorlanuvchi element**

Pastki kamarning chap yacheykasini belgilab, “Вид-Фрагментация” menyuvidan foydalanamiz. Sxemada faqat shu yacheyka qoladi. Uni belgilab $X=-1,5m$, $Y=-1,5m$ va $Z=1,8m$. ortirib 1 marta nusxalaymiz. So‘ngra pastki yacheyka tugunlarini va sterjenlarini yo‘q qilamiz (faqat 11-tugundan boshqa). 11-tugunni

yuqori to‘r tugunlarini sterjenlar bilan bog‘laymiz. Hosil bo‘lgan piramida 4.7-rasmda ko‘rsatilgan.

So‘ngra piramidani belgilab $X=3$ m ga orttirib, 8 marta nusxalaymiz. Hosil qilingan to‘rni $Y=3$ m ga ottirib, 8 marta nusxalanaymiz. So‘ngra «Вид-Восстановление конструкции» menyusidan foydalanib, jarayonni jamlab va sistemani nomerlaymiz. Cheklangan element tipini КЭ-4 (fazoviy ferma sterjeni) cheklangan element bilan almashtiramiz. Hosil bo‘lgan struktura sxemasi 4.8-rasmda ko‘rsatilgan.



4.8-rasm. Struktura plitasining aksonometrik proyeksiyasi va yon tomonidan ko‘rinishi.

Struktura simmetrik bo‘lgani va u yaxshi o‘qilishi uchun chorak qismidan foydalanish mumkin. Tugun va elementlarini nomerlash uchun, yuqori va pastki kamarlar va havonlarni fragmentlash kerak. Bunda kamar to‘rlarini belgilash uchun XOZ proyeksiyadan xovonlarni fragmentlash uchun ikkala to‘rni belgilab “Вид-Инверсная фрагментация” menyusidan foydalanamiz. Strukturaning nomerlangan tugun va sterjenlar fragmentlari 4.9-rasmda ko‘rsatilgan.

Bikrlik tiplarini kiritish. 4-tip bikrliklarni kiritamiz. Yuqori

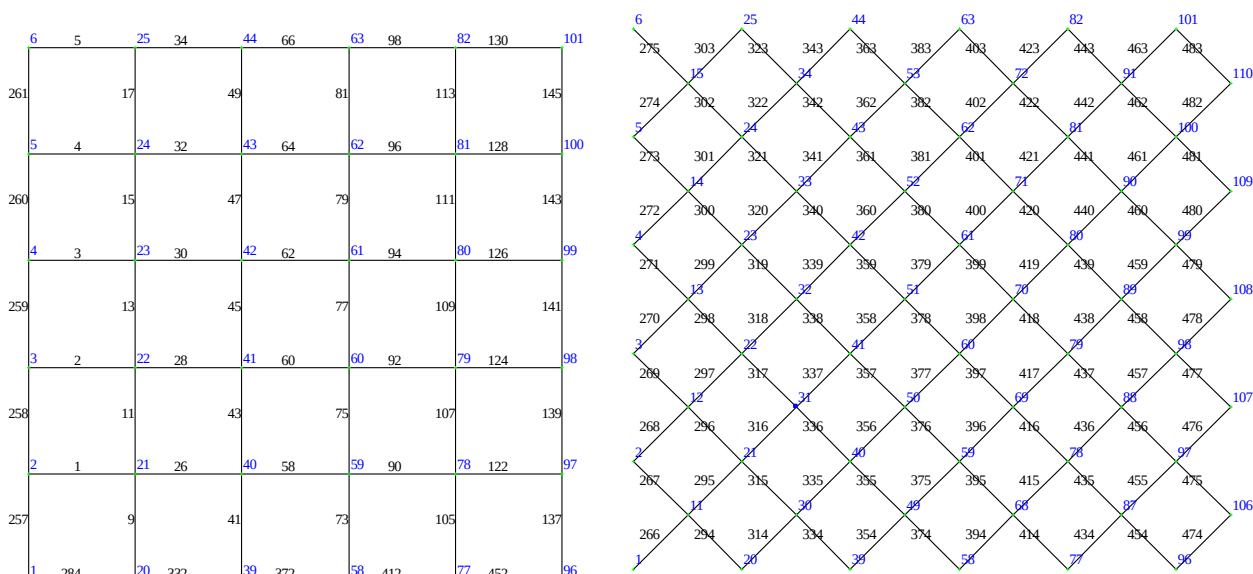
kamar uchun 89x5 truba-1; Pastki kamar uchun 76x4 truba-2; Tayanch xavonlar uchun 114x8 truba-3; Qolgan xavonlar uchun 73x5 truba-4. Shu elementlarni belgilab, bikrluk tiplarini qo'yib chiqamiz. Kesimlar tanlangandan so'ng, bikrluk qiymatlariga tuzatishlar kiritish mumkin.

Yuqlarni kiritish. Ikkala yuklanish uchun yuqori kamarning yuqori tugunlariga vertikal yuklarni kiritamiz. Kiritish qulay bo'lishi uchun yuqori kamar to'rini fragmentlash mumkin. Shuningdek hisobiy zo'riqishlar jamlanmasi jadvalini (HZJ) shakllantiramiz.

Sistemani hisoblash. Hisoblash bayonnomasida tenglamalar sistemasi 531ga teng, hisoblash vaqti esa 1 daqiqani tashkil etdi. Konstruksiyaning o'rta tuguni uchun maksimal solqilikni tekshiramiz. Buning uchun 1 va 2 chi yuklanishdan Z o'qi bo'yicha siljishlarni qo'shamiz.

$$f_{max} = 2,075 + 0,968 = 3,043 \text{ sm} = L/591,$$

ya'ni, konstruksiya bikrligi to'la ta'minlangan.



4.9-rasm. Struktura yuqori kamar va xavonlarining ¼ qismi fragmenti.

Xisobiy zo'riqishlar jamlanmasi jadvalini tuzamiz. Sterjenlar soni ko'p bo'lganligi uchun katta zo'riqishlar qiymatiga ega bo'lgan (cho'zilish va siqilish) har bir bikrlikka ega bo'lgan sterjenni tanlab olamiz.

4.1-jadval. Katta zo'riqishli sterjenlar uchun HZJ

№ Элемента (Element)	Тип жесткости (Bikrlik turi)	критерий (Me'zon)	N (kN)	№ Загружений (Yuklanishlar №)
43	1	1	113.001	1 2
124	1	2	-135.722	1 2
27	2	2	-101.774	1 2
432	2	1	75.939	1 2
337	3	2	-252.266	1 2
338	4	1	80.583	1 2
339	4	2	-75.821	1 2

LIR-STK ilovasida kesimlar tanlash.

Bikrliklari mos bo'lgan sterjenlar guruhini belgilaymiz. Bikrlik tiplari uchun qo'shimcha berilganlarni kiritamiz. Po'lat markasi ВСтЗпс, elementlarning hisobiy uzunliklarini geometrik uzunliklarini teng olamiz. 4.2-jadvaldan sterjenlarni belgilab ularga kesimlarni tanlaymiz

4.2-jadval. Sterjenlar kesimlarini tanlash natijalari.

Элемент	НС	Группа (Guruh)	Шаг планок, м (Plankalar qadami, m)	Примечание (Izoh)	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, % (Kesimlari bo'yicha fermaning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)										Длина элемента, м (Element uzunligi, m)
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГҮ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Сечение(Kesim): 1. Труба 89х5															
Профиль: 89х5; ГОСТ 8732-78*															
Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная(Choksiz yaxlit quvur)															
		УФ12	Подобрано(Tanlandi):1. Труба 102х3.5												
			Профиль: 102х3.5; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												
43	1	УФ12	0.00		49	0	0	29	29	0	0	49	29	0	3.00
43	2	УФ12	0.00		49	0	0	29	29	0	0	49	29	0	3.00
124	1	УФ12	0.00		58	87	87	67	67	61	0	87	67	61	3.00
124	2	УФ12	0.00		58	87	87	67	67	61	0	87	67	61	3.00

Элемент	НС	Группа (Guruh)	Шаг планок, м (Plankalar qadami, m)	Примечание (Izoh)	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, % (Kesimlari bo'yicha fermaning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)										Длина элемента, м (Element uzunligi, m)
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Сечение(Kesim): 2. Труба 76x4															
Профиль: 76x4; ГОСТ 8732-78*															
Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная(Choksiz yaxlit quvur)															
		УФ22	Подобрано(Tanlandi):2. Труба 89x3.5												
			Профиль: 89x3.5; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												
27	1	УФ22	0.00		50	86	86	77	77	53	0	86	77	53	3.00
27	2	УФ22	0.00		50	86	86	77	77	53	0	86	77	53	3.00
432	1	УФ22	0.00		38	0	0	33	33	0	0	38	33	0	3.00
432	2	УФ22	0.00		38	0	0	33	33	0	0	38	33	0	3.00
Сечение(Kesim): 3. Труба 73x5															
Профиль: 73x5; ГОСТ 8732-78*															
Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная(Choksiz yaxlit quvur)															
		УФ32	Подобрано(Tanlandi):3. Труба 76x3												
			Профиль: 76x3; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												
338	1	УФ32	0.00		54	0	0	36	36	0	0	54	36	0	2.78
338	2	УФ32	0.00		54	0	0	36	36	0	0	54	36	0	2.78
339	1	УФ32	0.00		51	97	97	71	71	54	0	97	71	54	2.78
339	2	УФ32	0.00		51	97	97	71	71	54	0	97	71	54	2.78
Сечение(Кесим): 4. Труба 114x8															
Профиль: 114 x 8; ГОСТ 8732-78*															
Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															

Элемент	НС	Группа (Guruh)	Шаг планок, м (Plankalar qadami, m)	Примечание (Izoh)	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, % (Kesimlari bo'yicha fermaning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)										Длина элемента, м (Element uzunligi, m)
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная(Choksiz yaxlit quvur)															
		УФ42	Подобрано(Tanlandi):4. Труба 127х4												
			Профиль: 127х4; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												
337	1	УФ42	0.00		76	95	95	52	52	80	0	95	52	80	2.78
337	2	УФ42	0.00		76	95	95	52	52	80	0	95	52	80	2.78

Sterjen kesim yuzalarini bikrliklari bo'yicha jadvalga joylaymiz:

4.3-jadval. Bikrliklar bo'yicha jamlangan kesimlar.

Тип жесткости (Bikrlik turlari)	Марка стали (Po'lat markasi)	Принятое сечение (Qabul qilingan kesim)	Подробное сечение (Tanlangan kesim)
1	ВСт3пс	Труба 89х5	Труба 102х3,5
2	ВСт3пс	Труба 76х4	Труба 89х3,5
3	ВСт3пс	Труба 73х5	Труба 76х3
4	ВСт3пс	Труба 114х8	Труба 127х4

Excel dasturi yordamida fermaning nazariy og'irligini aniqlash mumkin. Kerakli o'zgarishlarni amalga oshirib, quyidagi jadvalga ega bo'lamiz (element spesifikasiyasi):

4.4-jadval. Bikrliklar bo'yicha elementlar tasnifi

Тип жесткости (Bikrlik turi)	Подробное сечение (Tanlangan kesim)	Колич. элем. (Element soni)	Длина, м (Uzunligi, m)	Площадь, см ² (Kesim yuzasi, sm ²)	Масса, кг (Og'irligi, kg)	Масса, % (Og'irligi, %)
1	Truba 102х3,5	180	3	10.83	4590.8	35.5
2	Truba 89х3,5	144	3	9.40	3187.7	24.6
3	Truba 76х3	308	2.78	6.88	4624.4	35.7
4	Truba 127х4	16	2.78	15.46	539.8	4.2
Итого (jami):					12942.7	100.0

Struktura plitasi og'irligi 12,94 tonna, 1m^2 ga esa $12942,7/(27 \cdot 27) = 17,75 \text{ kg/m}^2$. Struktura tugunlarini qo'lda hisoblash va loyihalashda zo'riqishi katta bo'lgan sterjenlar uchun HZJ jadvalidan foydalanish mumkin.

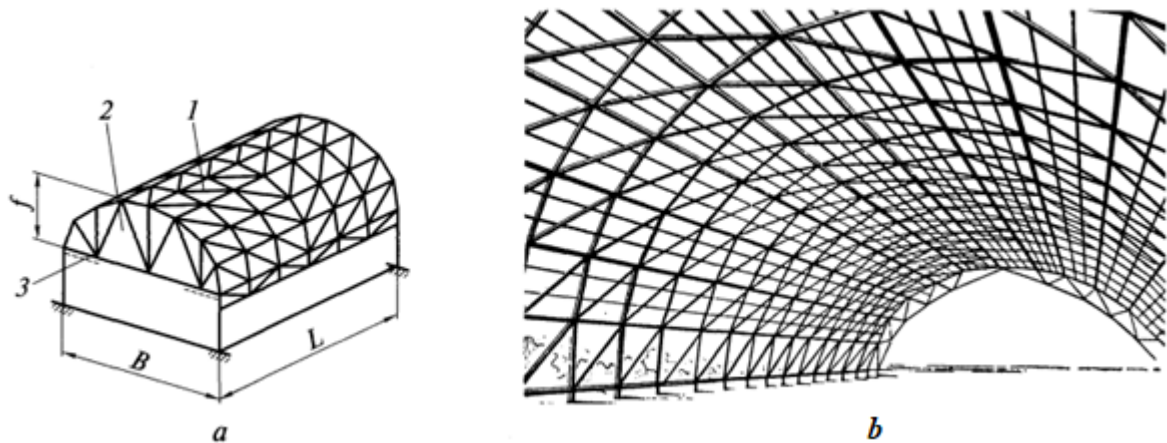
Nazorat uchun savollar

1. Fazoviy konstruksiyalarning umumiy tasnifi?
2. Bir va ikki to'qli konstruksiyalar.
3. Tekis to'rsimon fazoviy konstruksiyalar.
4. Strukturalarning to'rlari va qo'llanish sohasi.
5. Strukturaning takrorlanuvchi elementlari.
6. Struktura elementlarining kesimlari va konsoli bo'lgan strukturalar.
7. Struktura turlari.
8. Strukturali konstruksiyalarni hisoblash asoslari.
9. Struktura elementlaridagi zo'riqishlarni aniqlash.
10. Strukturaga ta'sir etuvchi yuklar.
11. Strukturani "Lira" dasturi bo'yicha hisoblash tartibi.

V bob. Qobiqli konstruksiyalar

V.1. Bir to‘rli qobiqlar

Bir to‘rli qobiqlar planda (rejada) to‘g‘ri to‘rtburchakli binolarni ustini yopishda qo‘llaniladi. Ular silindrik sirt shaklida loyihalanadi (5.1-rasm). Bu sirt bo‘yicha joylashgan sterjenlar har xil sxemadagi to‘rlar hosil qiladi.



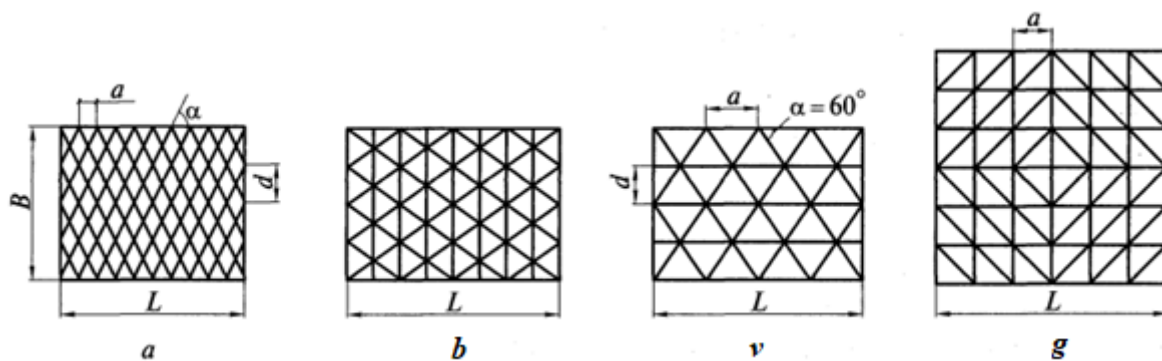
5.1-rasm. Bir to‘rli silindrik qobiq:

a – sxema; b – montaj. 1 – ko‘ndalang bog‘lovchilar; 2 – ferma; 3- bo‘ylama bog‘lovchilar.

Romb shaklidagi to‘r eng oddiy bo‘lib, standart sterjenlardan tashkil topadi (5.2-rasm, a), lekin unda bo‘ylama sterjeni bo‘lmaganligi sababli u bo‘ylama yo‘nalishda konstruksiyani yetarlicha bikrligini ta‘minlamaydi. Bunday konstruksiya ko‘ndalang yo‘nalishda ishlaydi va yukni devorga uzatadi. Tortqich kuchi devor yoki tortqi bilan qabul qilinadi.

Qobiq sterjenlari yoyma yoki shtamp orqali tayyorlangan profillardan tayyorlanadi. Sterjenlar silindrik sirt yo‘naltiruvchisi bilan $45-60^{\circ}$ burchakni tashkil etadi.

Qobiqni hisoblashda bitta yacheyka o‘lchamiga teng bo‘lgan shartli tasma (polosa) ajratib olinib, eguvchi moment M_0 va bo‘ylama kuch N_0 aniqlanadi (5.2-rasm, a).



5.2-rasm. Bir to‘rli qobiqlarning sxemasi.

a – rombli; b – ko‘ndalang qovurg‘ali; v – bo‘ylama qovurg‘ali; g – kombinatsiyali.

Sterjen kesimi quyidagi moment va bo‘ylama kuch orqali tanlanadi:

$$M = \frac{M_0}{2 \sin \alpha}; \quad N = \frac{N_0}{2 \sin \alpha} \quad (5.1)$$

bunda: α -sterjen va yo‘naltiruvchi o‘rtasidagi burchak.

Agar bir to‘rli qobiqning eng ko‘p yuklangan bo‘ylama sterjenlari yoyma burchaklikdan yasalsa, ular bilan ravog‘i 70-90 m bo‘lgan binolarni yopish imkoni bo‘ladi. Bu profillarning hisobiy qarshiliklari $R_y = 220 \div 240$ MPa va $R_y = 375 \div 400$ MPa bo‘lgan po‘latdan tayyorlanadi.

Bikrligini oshiruvchi ko‘ndalang sterjenli qobiqlar V.Z.Vlasovning momentli nazariyasi usuli bilan hisoblanadi. Ko‘ndalang qovurg‘asiz qobiqlar Ellersning momentsiz nazariyasi usuli bilan hisoblanadi.

Agar yuk ko‘ndalang yo‘nalishda simmetrik ta’sir etsa, yoni qo‘shimcha elementlar bilan kuchlantirilgan qobiq bikrligi, to‘sin kabi hisoblanadi.

V.2. Ikki to‘rli qobiqlar

Ikki to‘rli qobiqning konstruktiv sxemasi ikki to‘rli tekis struktura (plita) konstruktiv sxemasiga o‘xshash bo‘ladi. Tekis strukturalar kabi, ikki to‘rli qobiqlar yuqori va pastki kamarlari bilan bog‘langan, o‘zaro kesishuvchi fermalardan iborat.

Bu qobiqlarda zo‘riqish asosan egri chiziqli to‘r tekisliklari bilan qabul qilinadi. To‘rlarni biriktiruvchi panjaralar esa zo‘riqishni uzatib, qobiq bikrligini oshiradi. Ikki to‘rli qobiqlar bir to‘rliga nisbatan yuqori yuk ko‘tara olish qobiliyatiga va bikrlikka ega, chunki yuqori va pastki to‘r sistemalari oddiy qobiqdek ishlaydi. Ular ichki zo‘riqishlarni ikki yo‘nalishda taqsimlab, to‘g‘ridan-to‘g‘ri tayanchga uzatadi.

Ikki to‘rli qobiqlar bilan ravog‘i 50 metrgacha bo‘lgan bino va inshootlarni ustini yopish mumkin. Bunda qobiq sterjenlari uchun hisobiy qarshiliklari $R_y = 375 \div 400 \text{ MPa}$ bo‘lgan yoyma burchaklik profillar ishlatiladi.

Ikki va bir to‘rli qobiqlar, silindrik sirt ko‘rinishida loyihalanadi. Ular bo‘ylama devorlarga yoki metall ustunlarga o‘rnatiladi.

Egri sirtli to‘rlar orasidagi masofaning (qobiq qalinligi) uning radiusiga nisbati $\frac{1}{20} \div \frac{1}{100}$ oralig‘ida qabul qilinadi ($f/B = \frac{1}{6} \div \frac{1}{10}$ bo‘lganda) (5.1-rasm); B – binoning eni.

Agar qobiq tarxda (planda) kvadrat, ya’ni ($B=L$) shaklda olinsa, undagi zo‘riqishlarning tarqalishi eng qulay hisoblanadi.

Tekis strukturalar kabi ikki to‘rli qobiqlarda ham sterjenlarning birikish tugunlari murakkab hisoblanadi. Ikki to‘rli qobiqlar kompyuter texnologiyalaridan foydalanib, maxsus dasturlar (masalan “PK Lira SAPR”) yordamida hisoblanadi.

Qobiqlarni taqriban hisoblash maqsadida, uni ekvivalent bo‘lgan yaxlit qobiqqa almashtirish kerak bo‘ladi.

Qobiqni bir qatlamli yaxlit sistema deb faraz qilib, keltirilgan qalinligini va elastik modulini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$t_0 = h\sqrt{3} \quad (5.2)$$

$$E_0 = \frac{2Et_0}{h\sqrt{3}} \quad (5.3)$$

t_0 – to‘rli yuzaning keltirilgan qalinligi;

h – to‘rlar orasidagi masofa;

E – po‘latning elastik moduli.

Agar to‘r yacheykasi uchburchakli bo‘lsa, keltirilgan qalinligi $t_0 = \frac{2A}{a\sqrt{3}}$, bo‘ladi; bunda A – to‘r sterjenining kesim yuzasi.

Nisbatan qalin bo‘lgan qobiqlarni ($h/r > 1/30$) yaxlit sistemalar kabi hisoblash mumkin. Ularning siljishdagi silindrik bikrligi qobiq panjarasi deformasiyasini hisobga olgan holda, quyidagicha aniqlanadi:

$$D_{\text{сдв}} = D_{\text{т}} / \left[1 + 0,53\lambda n^2 \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{п}}} (n/r)^2 \right] \quad (5.4)$$

bunda, $D_{\text{т}} = \frac{Et_0 h^2}{2(1-\mu^2)}$ – siljishni hisobga olmagandagi silindrik bikrlilik; $A_{\text{п}}, A_{\text{п}}$ – qobiq kamari va havonning kesim yuzasi; n – qatorlar soni, teng taqsimlangan yuk uchun $n = 2$, λ – koeffitsiyent, $\lambda = 2$ – vertikal fermalardan tashkil topgan qobiqlar uchun, $\lambda = 1$ – qiya fermalardan tashkil topgan qobiqlar uchun.

Ikki to‘rli qobiqlar elementlardagi zo‘riqishlar quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$N_1 = \frac{a}{4} \left(\sqrt{3}N_x \pm \frac{1}{\sqrt{3}}N_y \right) + \frac{a}{h} \left(\mp \frac{\sqrt{3}}{2}M_y \pm \frac{1}{2\sqrt{3}}M_x \right); \quad (5.5)$$

$$N_2 = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}}N_y + S \right) + \frac{a}{h} \left(\pm \frac{1}{\sqrt{3}}M_x \pm H \right); \quad (5.6)$$

$$N_3 = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}}N_y - S \right) + \frac{a}{h} \left(\mp \frac{1}{\sqrt{3}}M_x \pm H \right); \quad (5.7)$$

$$S_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{al_0}{h} Q_y; S_2 = S_3 = \frac{3}{4} \cdot \frac{al}{h} Q_x; \quad (5.8)$$

bunda: N_1, N_2, N_3 – yuqori va pastki to‘rlarning uch yo‘nalishdagi sterjenlarning zo‘riqishi;

S_1, S_2, S_3 – uch yo‘nalishdagi havonlaridagi zo‘riqish;

N_x, N_y, S, M_x , va M_y, Q_x va Q_y, H – hisobiy normal kuch, siljish kuchi, eguvchi moment, ko‘ndalang kuch va bir to‘rli qobiqdagi buralish momenti.

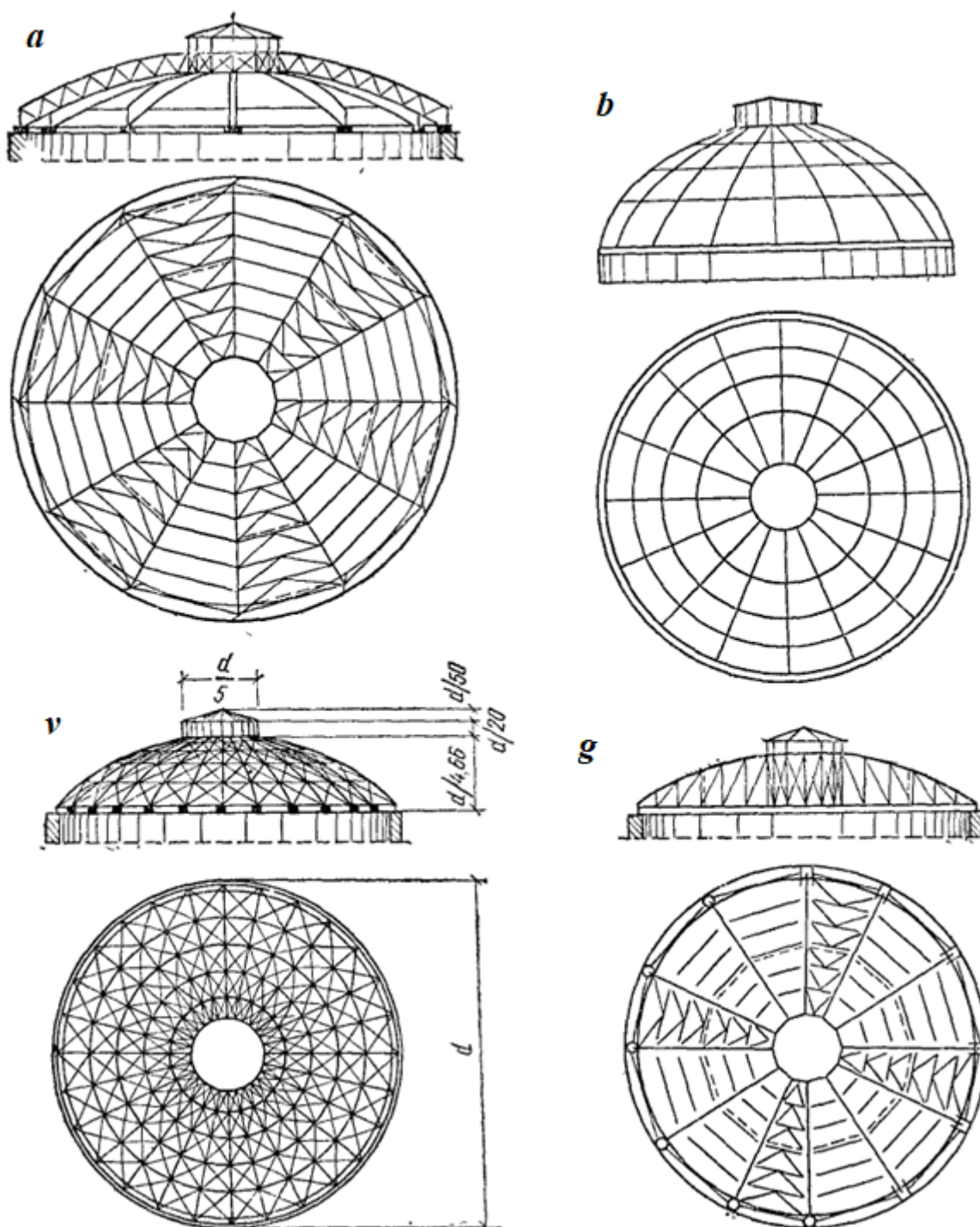
Formulalardagi “+” – cho‘zilish, “-” – siqilishni bildiradi.

Nazorat uchun savollar

1. Bir to‘rli qobiqli konstruksiyalar deb qanday konstruksiyalarga aytiladi?
2. Ikki to‘rli qobiqli konstruksiyalar deb qanday konstruksiyalarga aytiladi?
3. Bir to‘rli qobiqlarning shakllari.
4. Qobiq sterjenlari va ulardagi zo‘riqishlarni aniqlash.
5. Qobiqlarni hisoblash usullari
6. Qobiqlarning qalinligi, elastik va siljishdagi modullari va elementlardagi zo‘riqishlar qanday aniqlanadi?.

VI bob. Gumbazli konstruksiyalar

Fazoviy gumbazli konstruksiyalar uch xil bo‘ladi: qovurg‘ali (6.1-rasm, a), aylana-qovurg‘ali (6.1-rasm, b) va to‘rsimon (6.1-rasm, v).



6.1-rasm. Gumbaz turlari:

a – qovurg‘ali; b – aylana qovurg‘ali; v – to‘rsimon; g - radial-to‘sinli.

VI.1. Qovurg'ali gumbazlar

Qovurg'ali gumbaz konstruksiyalari alohida radial yo'nalishda joylashgan tekis yoki fazoviy qovurg'alardan tashkil topadi.

Ular o'zaro progonlar bilan bog'lanadi (6.1-rasm, a). Qovurg'aning yuqori kamari ko'p hollarda gumbazning sferik shaklini hosil qiladi. Gumbaz qovurg'alari yengil ferma shaklida bo'lib, panjarali yoki yaxlit kesimli bo'lishi mumkin.

Qovurg'alar yaxlit yoyma profillardan yasaladi. Ammo ular og'ir bo'lishiga qaramasdan, tayyorlanishi oson bo'ladi. Gumbazning eng yuqori tepa qismida po'lat halqa bo'lib, unga qovurg'alar birikadi. Bu halqa siqilishga, egilishga va buralishga ishlaganligi sababli uning bikrligi yuqori bo'lishligi talab etiladi.

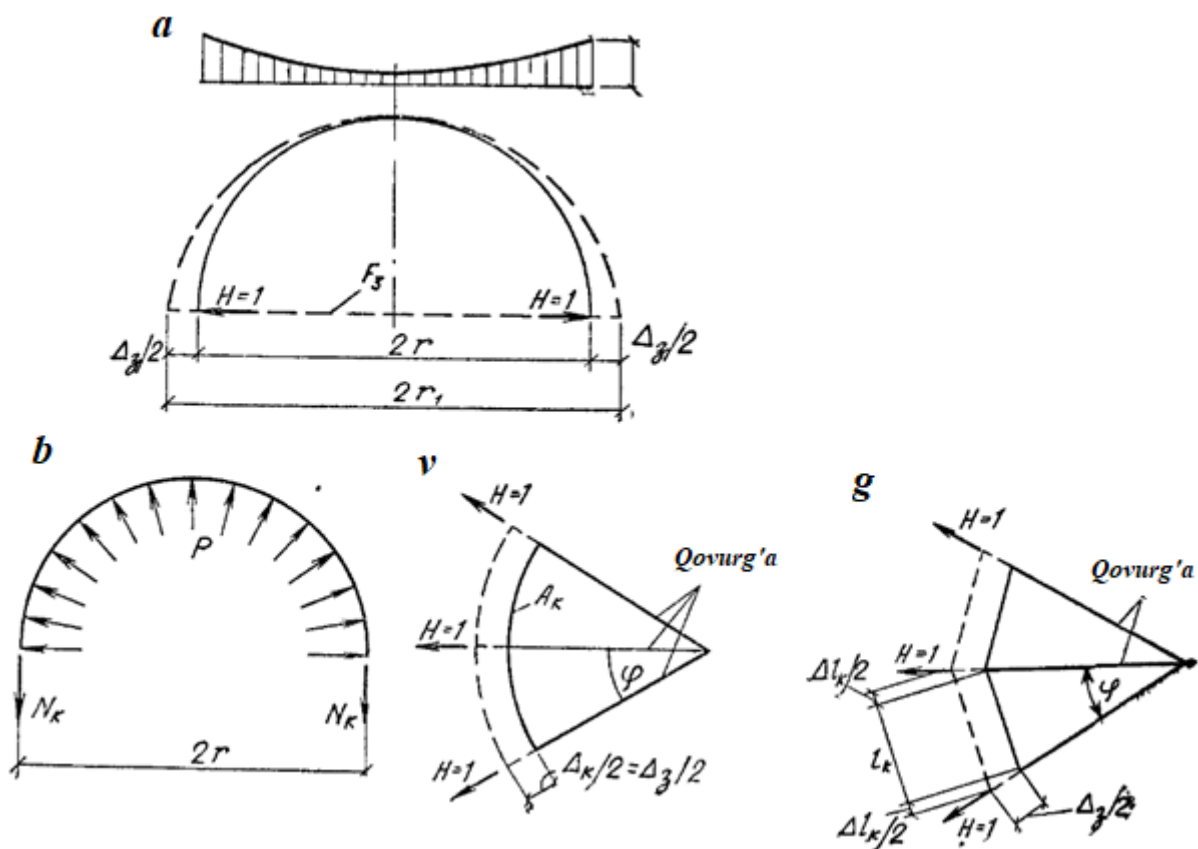
Agar qovurg'a diametri ko'p katta bo'lmagan halqaga sharnirli biriktirilsa, u uch sharnirli arkadek ishlaydi. Arxitektura nuqtai nazaridan qovurg'alar zich joylashadigan bo'lsa, halqaning diametri katta bo'ladi. U holda halqaning bikrligi ichki tirgak konstruksiyalar bilan ta'minlanadi.



6.2-rasm. Humo arena muz saroyining aylana qovurg'ali gumbazi

Qovurg'ali gumbazlar tortqi kuchini hosil qiladigan sistemaga kiradi. Bu tortqi kuchi devor konstruksiyasi yoki maxsus tayanch metall, temirbeton halqalar bilan qabul qilinadi. Bu halqa tarxda (planda) aylana yoki ko'p burchak shaklida bo'lishi mumkin. Halqaning burchak tugunlari bikr yoki sharnirli loyihalanadi.

Qovurg'alar joylashishi zich bo'lganda, aylana shakldagi halqalar qo'llaniladi. Bu halqa shamol ta'siridan hosil bo'ladigan gorizontaal siljishlarni qabul qiladi. Shu maqsadda burchak tugunlarida tayanchlari bo'lgan ko'p burchakli bikrli halqalar ishlatiladi.



6.3-rasm. Qovurg'ali gumbazning vertikal yuklarga hisoblash sxemasi:

a – shartli arkaning sxemasi; b – v – halqaning hisobiy sxemasi; g – ko'p qirrali halqaning deformatsiyasi.

Qovurg'alar o'zaro aylana shaklda joylashtirilgan progonlar bilan biriktiriladi (6.1-rasm,b). Progonlar ustidan yopma to'shamalar o'rnatiladi. Gumbaz qovurg'alarining umumiy ustuvorligi progonlar va bog'lovchilar bilan ta'minlanadi. Bunga misol Toshkent shahridagi "Humo" arenasi. (6.2-rasm).

Balandligi kichik (yoyiq) gumbazlar qovurg'alarining ostki kamari gorizontal bo'lishi mumkin (6.1-rasm, g). Qovurg'ali gumbazni vertikal simmetrik yukka hisoblash uchun alohida tekis arkalarga ajratiladi. Agar gumbazning tortqi kuchi tayanch halqa bilan qabul qilinadigan bo'lsa, uni shartli ravishda tortqi bilan almashtirish mumkin.

Elastik deformasiyali tayanch halqaning elastik deformasiyasiga teng bo'la oladigan tortqi yuzasi qabul qilinadi (6.3-rasm, b).

Gumbaz qovurg'alaridan halqaga tushadigan gorizontal tortqi kuchlarini teng taqsimlangan R yukka almashtiriladi (6.3-rasm, b).

$$P = (n H / (2\pi r)) \quad (6.1)$$

bunda: n – qovurg'alar soni, H – bitta qovurg'aning tortqi kuchi, r – tayanch halqaning radiusi.

Birlik tortqi kuchidan halqadagi cho'ziluvchi zo'riqish:

$$N_K = P \cdot r = n / (2\pi) \quad (6.2)$$

Cho'zilish natijasida halqa uzunligining ortishi

$$\Delta l_K = ((N_K \cdot 2\pi r) / E_K A_K) = (nr) / (E_K A_K) \quad (6.3)$$

Halqa diametrini ortishi Δ_K quyidagi tenglikdan aniqlanadi $2\pi r + \Delta l_K = 2\pi r_1$, bundan

$$\Delta_K = 2r_1 - 2r = (\Delta l_K) / \pi = (nr) / (\pi E_K A_K) \quad (6.4)$$

Qovurg'aning birlik tortqi kuchi – H dan shartli tortqining uzayishi

$$\Delta_3 = 2r / (E_3 A_3) \quad (6.5)$$

bunda: $E_3 A_3$ – shartli tortqi yuzasining bikrligi.

Quyidagi tenglikdan

$$2r_1 / (E_3 A_3) = (nr) / (\pi E_K A_K) \quad (6.6)$$

Shartli tortqi yuzasi:

$$A_3 = (2\pi E_K A_K) / (n E_3) \quad (6.7)$$

Agar tayanch halqa ko'pburchak shaklda bo'lsa, undagi shartli tortqi kesim yuzasi (6.3-rasm, g):

$$A_3 = \frac{4r_1 E_K A_K}{l_K \cdot E_3} \cdot \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \quad (6.8)$$

bunda: l_K – halqaning to'g'ri chiziqli kesimining uzunligi; φ – qovurg'alar o'rtasidagi burchak; E_3 – tortqining elastiklik moduli.

Gumbazning siqilishga ishlaydigan yuqori halqasi mustahkamlikka va ustuvorlikka tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N_k}{A_{k.b}} = P_b \cdot r_b / A_{k.b} \leq R_y \quad (6.9)$$

$$N_{k.b} = P_b \cdot r_b \leq N_{kp} = (3EJ_{k.b})/r_b^2 \quad (6.10)$$

bunda: r_b , $A_{k.b}$ – yuqori halqaning radiusi va kesim yuzasi. $P_b = (n \cdot H)/(2\pi r_b)$ – teng taqsimlangan bosimga keltirilgan tortqich kuchi. $J_{k.b}$ – vertikal o‘qqa nisbatan yuqori halqa kesimining inersiya momenti.

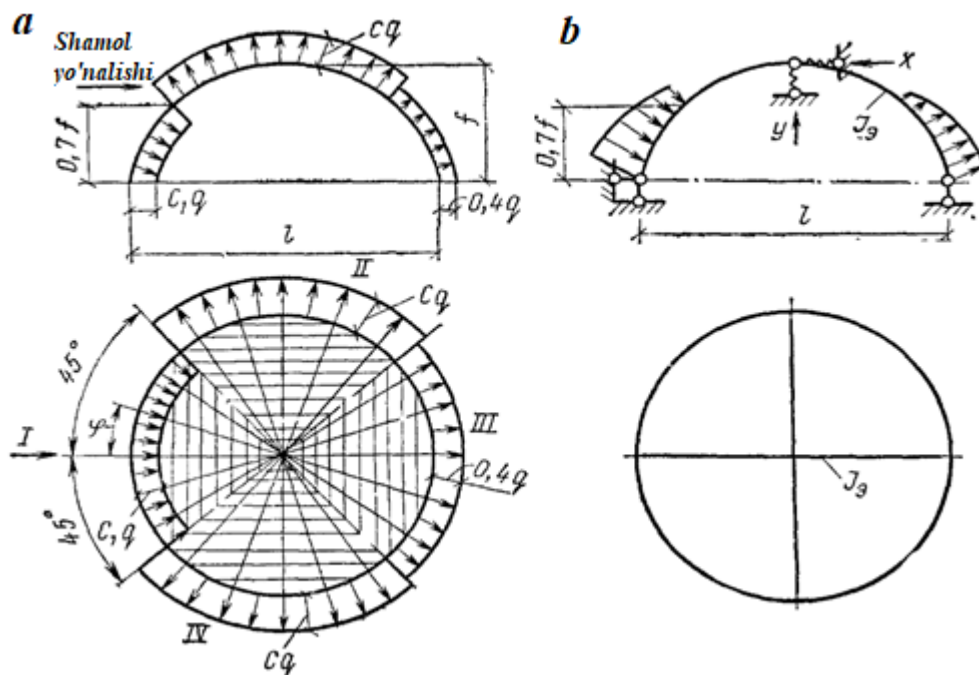
Gumbazni gorizontal shamol ta’siriga yoki nosimmetrik vertikal yukka hisoblaganda, u diametr bo‘yicha joylashgan arkalarga bo‘linadi.

Gumbazga shamol ta’sir etish sxemasi (6.4-rasm,a) ko‘rsatilgan. Aerodinamik koeffitsiyentlar jadvalda keltirilgan.

6.1-jadval

Aerodinamik koeffitsiyentlar, C , C_1 qiymatlari

f/l	0,5	0,4	0,3	0,2
C	1,2	1,1	1	0,9
C_1	0,7	0,6	0,4	0,3



6.4-rasm. Qovurg‘ali gumbazning shamol ta’siriga hisoblash sxemasi:

a – shamol ta’siri sxemasi; b – hisobiy sxema.

Gumbaz to'rt kvadrantga bo'linadi. I va III kvadrantda shamol bosimi bir yo'nalishda ta'sir etib, u gorizonta siljishlarni hosil qiladi. II va IV kvadrantda shamol bosimi qarama qarshi yo'nalishda ta'sir etgani sababli u gorizonta siljishlarni sodir etmaydi.

I va III kvadrantlarda joylashgan barcha arkalar bitta ekvivalent arka sifatida qarash mumkin. Uning inersiya momenti:

$$J_3 = J \sum_m \cos \varphi_i \quad (6.11)$$

bunda: J – bitta arkaning inersiya momenti. φ_i – xohlagan i - arkaning qiyalik burchagi (6.4-rasm). Formuladagi $\sum$ – I va III kvadrantlarda joylashgan barcha arkalar taalluqli, m – arkalar soni.

Ekvivalent arka, uning uchdan bir qismiga ta'sir etadigan shamol yukiga hisoblanadi (6.4-rasm, b).

VI.2. Aylana qovurg'ali gumbazlar.

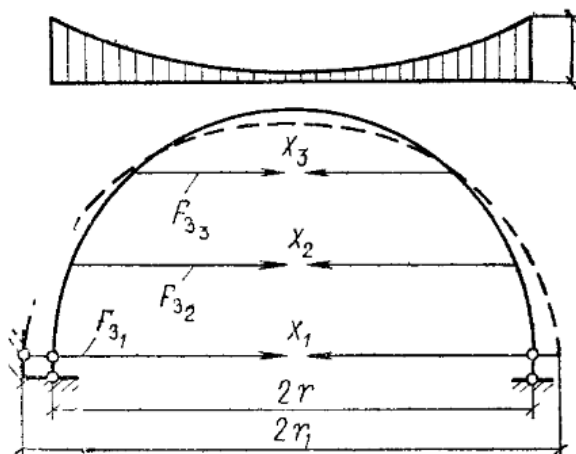
Aylana qovurg'ali gumbazlarda progonlar aylanalar bo'yicha joylashadi, qovurg'alar bilan bir butun fazoviy sistemani tashkil etadi (6.1-rasm, b).

Bunda aylana bo'yicha joylashgan progonlar o'rtadagi qovurg'alar reaksiyasidan egilishga ishlashi bilan birga, ular cho'ziluvchi va siqiluvchi zo'riqlashlarni qabul qiladi.

Aylana bo'yicha joylashgan progonlar, qovurg'alar bilan birga ishlaganligi sababli, ularning og'irligi kamayadi. Ko'p hollarda gumbaz qovurg'alari va aylana bo'yicha joylashgan progonlar yoyma profillardan tayyorlanadi. Bunda progonlarni qovurg'alarga sharnirli biriktirish mumkin bo'ladi.

Aylana bo'yicha joylashgan progonlar, qovurg'ali gumbazlardek tayanch halqalar kabi ishlaydi. Shuning uchun ular hisoblashda shartli tortqi bilan almashtirilishi mumkin (6.5-rasm). Shartli tortqi kesim yuzalarini yuqorida keltirilgan (6.7 va 6.8) formulalar bilan aniqlanadi.

Bu turdagi gumbazlar ham kompyuter texnologiyalardan foydalanib maxsus dasturlar yordamida hisoblanadi.

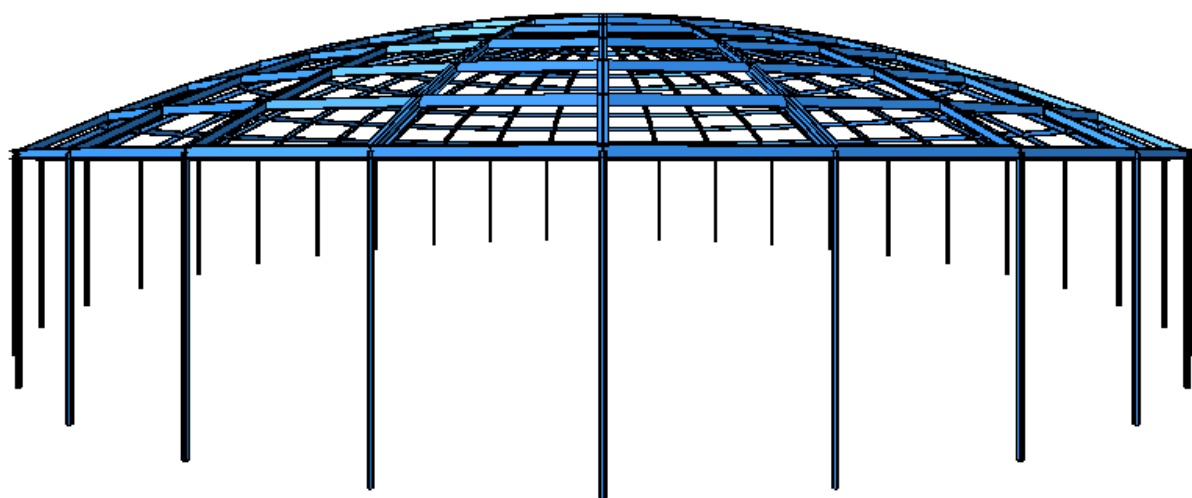


6.5-rasm. Aylana qovurg'ali gumbazlarni vertikal yuklarga hisoblash sxemasi:

Hisoblashga doir misol

Hisoblash uchun keltirilgan ma'lumotlar.

Jamoat binosini tom qismi ravog'i 60m bo'lgan aylana-qovurg'ali gumbaz bilan yopilgan. Gumbazning qurilish balandligi 8m. Gumbaz yuqori va pastki xalqalar va ularni birlashtirib turuvchi radial yo'nalishdagi qovurg'alardan iborat. Qovurg'alar bir-biri bilan aylana bo'yicha progonlar bilan bog'langan. Progonlar qadami 3m. Tashqi pastki xalqa 32 ta ustunga tayanadi. Ustunlar balandligi 8,5m. Qurilish joyi Samarqand shahri.



6.6-rasm. Gumbazning fazoviy 3D-modeli

Gumbaz sferik shaklda. Sferani tashkil etuvchi radiusi:

$$R = [(D/2)^2 + f^2]/(2f) = [(60/2)^2 + 8^2]/(2 \cdot 8) = 60,25 \text{ m.} \quad (6.12)$$

Gumbazni qamrab oluvchi burchak:

$$\text{tg}(\alpha) = (D/2)/(R - f) = (60/2)/(60,25 - 8) = 0,574; \quad (6.13)$$

bundan $\alpha = \arctg(0,574) = 29,863^\circ$.

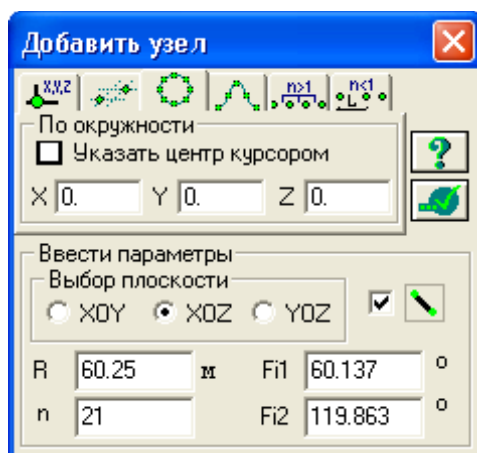
Boshlang'ich va oxirgi burchaklar:

$$\varphi_1 = 90^\circ - \alpha = 60,137^\circ; \varphi_2 = 90^\circ + \alpha = 119,863^\circ. \quad (6.14)$$

Qo'shni qovurg'alar bilan chegaralangan sektor burchagi $360/32 = 11,25^\circ$.

LIR-VIZOR ilovasida gumbaz sxemasini yaratish.

Bu misolda oldin gumbaz sxemasini yaratib, so'ngra unga tushadigan yuklarni aniqlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki bazi bir geometrik ko'rsatgichlarni sxemadan aniqlash qulay hisoblanadi.

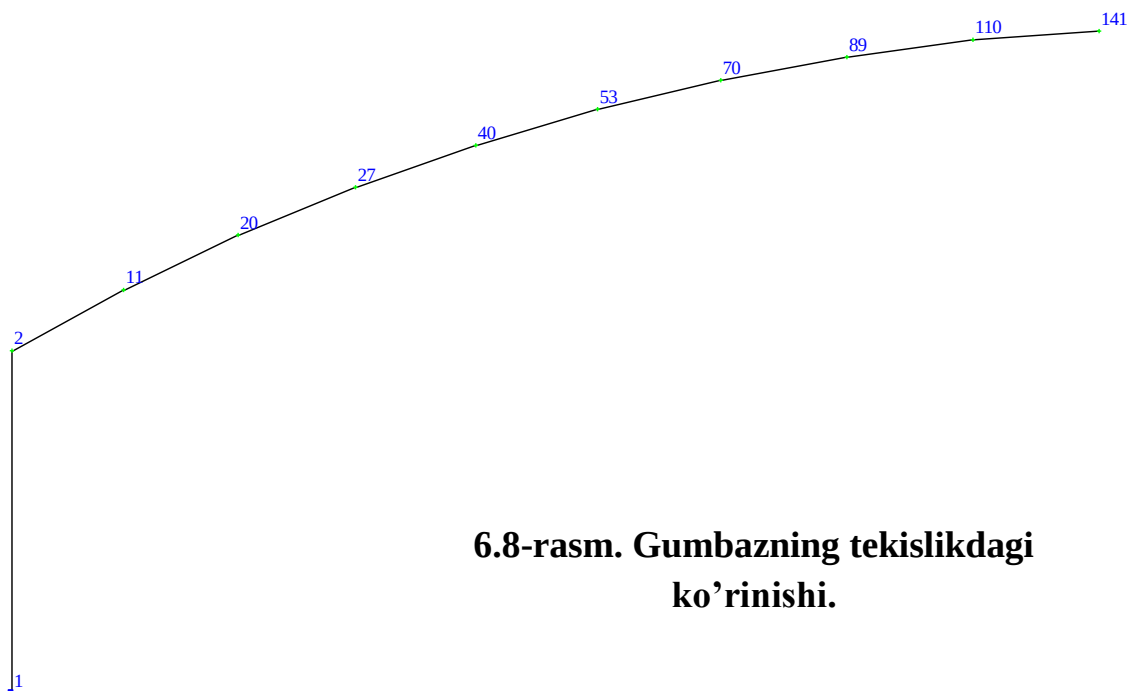


6.7-rasm. Tekis arka ko'rsatgichlari topshirig'i.

5-toifali sistemani qo'llab, misolning yangi faylini yaratamiz. So'ngra yuqoridagi ko'rsatgichlar asosida aylana shaklidagi tekis arkani tuzamiz. Buning uchun kompyuterdagi "Добавить узел" oynasidan foydalanamiz. "По окружности" ilovasini tanlaymiz (6.7-rasm). Bunda markaz koordinatalari (0,0,0), arka tekisligi (XOZ), sfera radiusi, tugunlar soni 21 ni kiritamiz. Bu arkani uzunligi 3 m bo'lgan 20 ta elementlarga bo'ladi.

So'ngra arkaning o'ng tomoni va yuqoridagi oxirgi elementni yo'qotib, uni chap ustunning tuguniga keltiramiz va to'liq

konstruksiyani belgilaymiz. So'ngra ustun ostki qismining koordinatasi $Z=0$ teng bo'lguncha arkani qayta siljitamiz. Buni jamlaymiz (Упаковка) va sistemani qayta nomerlaymiz, natijada gumbazning tekis shaklini hosil qilamiz (6.8-rasm).



6.8-rasm. Gumbazning tekislikdagi ko'rinishi.

Yarim arka qovurg'a elementlari uchun (qo'shtavr 35K2) va ustun 180x7 Quvur (труба) uchun birklik turlarini belgilaymiz. So'ngra gumbazning tekislikdagi ko'rinishini (6.8-rasm) $11,25^\circ$ burib, Z o'qi atrofida bir marta nusxalab olamiz. Hosil bo'lgan juft arkaga xalqa va progon elementlarni qo'shamiz. Ular uchun birkliklarni tayinlaymiz. Tashqi xalqa uchun 35K2 qo'shtavr, ichki va oraliq xalqalar uchun 23K2 qo'shtavrn tanlaymiz.

So'ngra gumbaz va ustunga ta'sir etuvchi yuklarni aniqlaymiz.

Doimiy yuk:

Yengil profnastil asosli isitiladigan tom uchun hisobiy yuk $g = 1,2$ kN/m². Metall konstruksiyalarning og'irligi avtomatik tarzda hisobga olinadi. Gumbaz yassi ko'rinishda bo'lganligi uchun, nishabligini e'tiborga olmagan holda, progonlar qadami 3,139 m teng. Unda pogonli yuklar quyidagicha:

Tashqi xalqa uchun: $q_{n1} = 3,139 \cdot 1,2/2 = 1,883$ kN/m;

Progonlar uchun: $q_{n2} = 3,139 \cdot 1,2 = 3,767$ kN/m.

Qor bosimi yuki:

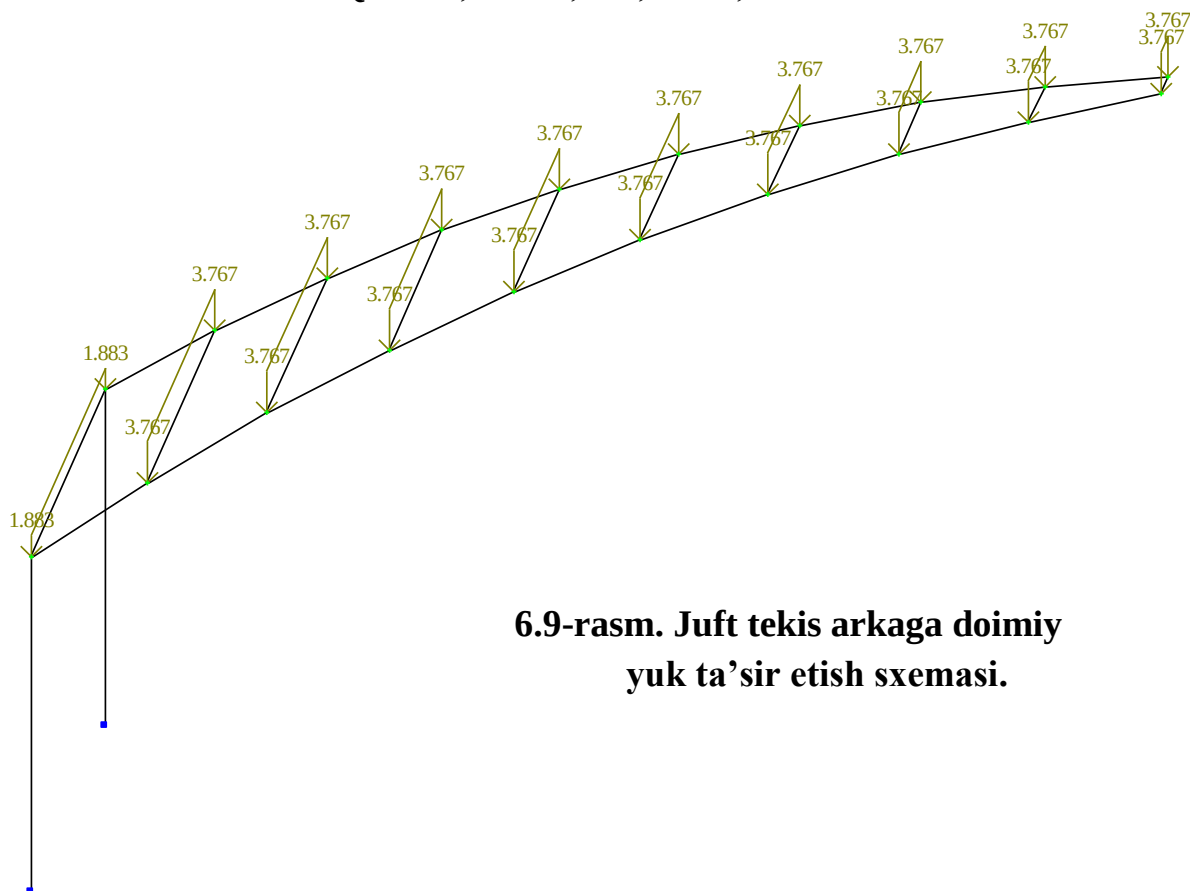
Qor bosimi me'yorlarga asosan yassi sfera ko'rinishidagi gumbaz sirtiga 2 varianti qabul qilinadi (teng taqsimlangan, har xil taqsimlangan). Bu misolda yassi gumbaz uchun teng taqsimlangan yuk μ_1 koeffitsiyent bilan hisoblanadi:

$$\mu_1 = D/(8f) = 60/(8 \cdot 8) = 0,938 < 1. \rightarrow D/8f$$

Bunda; D – gumbaz diametri, f=8 gumbaz balandligi.

Hisobiy yuk:

$$Q_{ch} = 0,938 \cdot 1,4 \cdot 0,5 = 0,657 \text{ kN/m}^2.$$



6.9-rasm. Juft tekis arkaga doimiy yuk ta'sir etish sxemasi.

1 metrga to'g'ri keladigan qor yuki (doimiy yukka o'xshash):

Tashqi xalqa uchun: $q_{sn1} = 3,139 \cdot 0,657/2 = 1,031 \text{ kN/m}$;

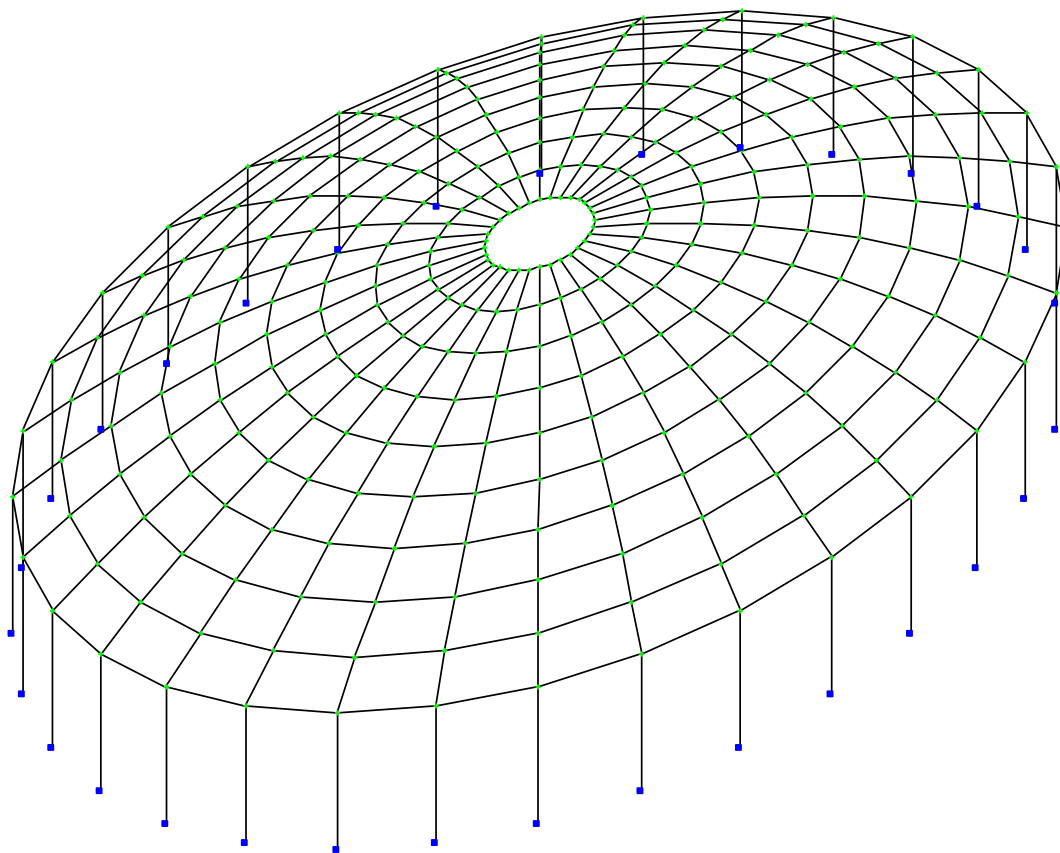
Qolgan progonlar uchun: $q_{sn2} = 3,139 \cdot 0,657 = 2,062 \text{ kN/m}$.

So'ngra bu yuklarni juft arka progonlariga qo'yamiz (1 va 2-yuklanish); 1-yuklanish uchun 6.9-rasmda ko'rsatilgan.

So'ngra butun fragmentni Z o'qiga nisbatan $11,25^\circ$ ga burib, 31 marta nusxalaymiz. Hosil bo'lgan gumbaz modeli 6.10-rasmida ko'rsatilgan.

Yuklanishni notekisligini (yarim ravog'da) hisobga olish uchun 2-

yuklanishni 3 va 4-yuklanishga nusxalaymiz (скопировать), so‘ngra bu yuklanishlardan gumbaz o‘ng va chap yarmidan (mos ravishda) yukni olamiz.



6.10-rasm. Gumbazning izometrik proyeksiyasi.

Shamol yuki. Gumbaz yassi bo‘lganligi sababli shamol ta’sirini e’tiborga olmaymiz. Ustunga ham shamol ta’sirini hisobga olmaymiz, chunki gorizontalseysmik yuk hisobga olinadi.

Seysmik yuk. Seysmik yuk faqat gorizontalseysmik yo‘nalishda hisobga olinadi. Vertikalseysmik yuk esa gumbazda zo‘riqish va siljishni hosil qilmaydi, chunki konstruksiya vertikal yo‘nalishda, tebranishning simmetrik shakliga ega emas.

Seysmik massa gumbazning progon va qovurg‘alari kesishgan tugunga qo‘yiladi. Massa qiymatlari:

$$\text{Tashqi xalqa uchun: } m_1 = (0,9 \cdot q_{n1} + 0,5 \cdot q_{ch1}) \cdot l_i;$$

$$\text{Qolgan progonlar uchun } m_i = (0,9 \cdot q_{n1} + 0,5 \cdot q_{ch1}) \cdot l_i;$$

bunda i – xalqa nomeri, l_i – progon uzunligi (sxemadan aniqlanadi).

Hisoblashni Microsoft Excel ilovasida bajarish qulay hisoblanadi. Soʻngra 6.2-jadval hosil qilinadi.

6.2-jadval

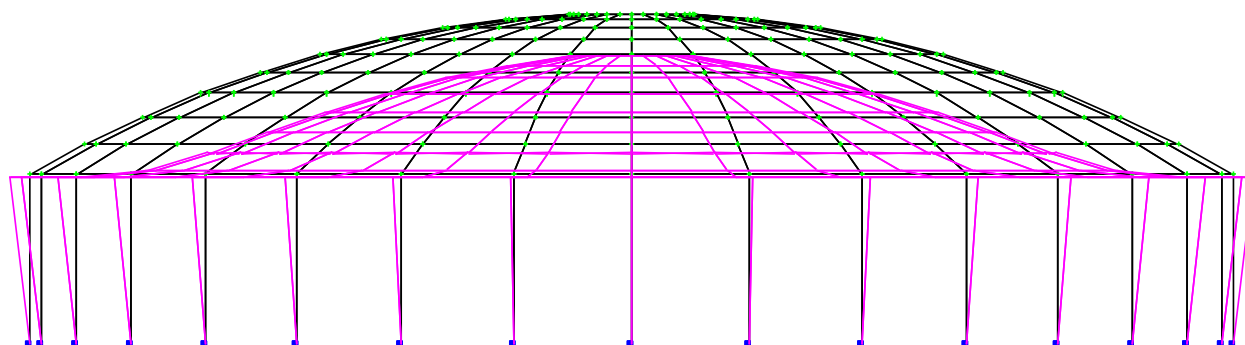
№	Постоянная нагрузка (Doimiy yuk)	Снеговая нагрузка (Qor yuki)	Длина прогона (м) (Progon uzunligi, m)	Сейсм. масса (кН) (Seysmik yuk, kN)
1	1.883	1.031	5.881	12.998
2	3.767	2.062	5.339	23.605
3	3.767	2.062	4.783	21.147
4	3.767	2.062	4.214	18.631
5	3.767	2.062	3.633	16.063
6	3.767	2.062	3.043	13.454
7	3.767	2.062	2.445	10.810
8	3.767	2.062	1.839	8.131
9	3.767	2.062	1.229	5.434
10	3.767	2.062	0.615	2.719

Koʻrsatilgan massalarni gorizontal yoʻnalishda kiritamiz (5-yuklanish).

Soʻngra HZJ jadvali shakllantiriladi. Qor yuklanishi (2,3,4) bir-birini istisno qiluvchi yuk deb kiritiladi. Seysmik yuklanish 5 uchun dinamik yuklanishlar jadvali toʻldiriladi.

Bundan tashqari elementlarning noelastik cheklangan deformasiyalar qiymati kiritiladi (“Нагрузки-Динамика” menyusi): Ustun uchun $\mu = 7,5$, Qovurgʻalar uchun $\mu = 10$ va progonlar uchun $\mu = 15$.

Sistemani hisoblash. Hisoblash bayonnomasida koʻrsatilgan tenglamalar sistemasi soni 1920 ta, elementlar soni 640 ta..



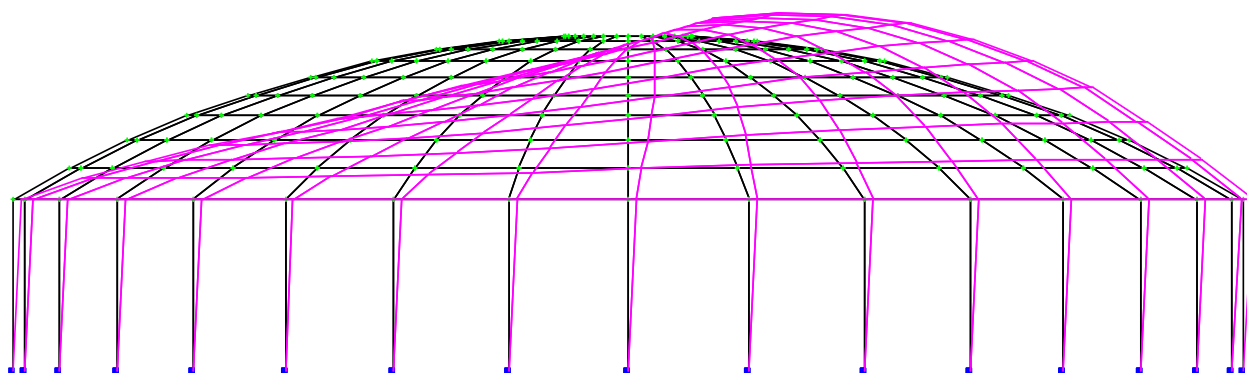
6.11-rasm. Gumbazning simmetrik yuklanishdagi deformasiyalangan holati.

6.10 va 6.11-rasmlarda gumbazning tekis taqsimlangan qor yuklanishlaridan hosil bo'lgan deformasiyalangan sxemasi ko'rsatilgan. Gumbazning o'rta tugunlarini maksimal solqiligi tekshiriladi. Buning uchun me'yoriy yuklardan 1 va 2-yuklanishlarning Z o'qi bo'yicha ko'chishlari qo'shiladi:

$f_{max} = 1,601/1,1 + 0,871/1,4 = 1,455 + 0,622 = 2,077\text{sm} = L/2888,$
 Ya'ni konstruktsiya bikrligi to'la yetarli.

1,3 yuklanishlardan (doimiy yuk va notekis taqsimlangan qor yuki) gumbazning chap yarmi uchun (solqilik pastga)

$f_{max} = 1,601/1,1 + 19,508/1,4 = 1,455 + 13,934 = 15,389\text{sm} = L/390,$
 ya'ni bikrlilik yetarli.

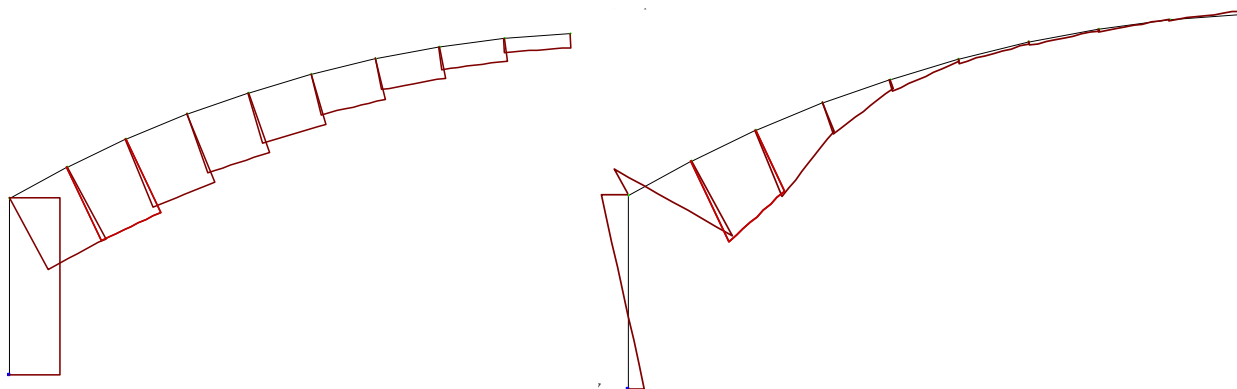


6.12-rasm. Gumbazning nosimmetrik yuklanishdagi deformasiyalangan sxemasi.

Gumbaz o'ng yarmining 1,3 yuklanishdan hosil bo'ladigan siljishlar har-xil ishorali bo'ladi, shuning uchun jami siljishlar kichik bo'ladi. Shuningdek nosimmetrik yuklanishdagi solqilik simmetrik yuklanish nisbatan ko'proq bo'ladi.

6.13-rasmda tekis gumbazning 1-yuklanishdan hosil bo'ladigan N, M_y epyuralari ko'rsatilgan.

Gumbaz qovurg'asidagi (yarim arka) kuch eng katta siquvchi N = 196 kN, ustunda N = 120,58kN. Eguvchi moment (mos ravishda) M = 26,65 kN·m va M = 7,86kN·m. Momentlar ko'p katta emas, ammo qovurg'ani ustunga birikish tugunida ko'payishi kuzatiladi.



6.13-rasm. Tekis gumbazdagi N, My epyuralari.

Tashqi xalqada bo‘ylama kuch $N = 843,37 \text{ kN}$, ichki xalqada esa $-N = -176,94 \text{ kN}$; oraliq xalqalarda bo‘ylama kuch eng katta cho‘zilishdan, eng katta siqilishgacha ravon o‘zgarib boradi. Xalqadagi eguvchi momentlar asosan maxalliy taqsimlangan yukdan hosil bo‘ladi, ular qiymati bo‘yicha ko‘p katta emas.

Ajratib olingan elementlar uchun HZJ 6.3-jadvalda berilgan. Unda ustun-1 chi element, tashqi xalqa-2, yarim arkaning eng chetki elementi-6 va 257-element – ichki xalqa. HZJ ga hamma yuklanishlar kiritilgan, jumladan seysmik yuklanish ham.

6.3-jadval. Ajratib olingan elementlar uchun HZJ.

№ эл. (Element №)	№ сеч. (Kesim №)	Сейсм	Группа РСУ (HZJ)	Крите рий (Mezon)	Усилия (Kuchlanish) (kN, kN·m)			№№ загруж ений (Yuklan ish №№)
					N	My	Qz	
1	1	-	A	2	-174.014	-21.874	3.397	1 3
1	1	-	A	6	-129.016	1.888	0.410	1 4
1	1	-	A	18	-182.608	-12.125	2.310	1 2
1	1	S	B	1	-110.483	11.766	-2.840	1 4 5
1	1	S	B	2	-137.494	-28.044	5.941	1 3 5
1	1	-	B	18	-182.608	-12.125	2.310	1 2
1	2	-	A	1	-129.016	5.375	0.410	1 4
1	2	-	A	2	-174.014	6.998	3.397	1 3
1	2	-	A	6	-182.608	7.507	2.310	1 2
1	2	S	B	1	-114.995	21.643	4.448	1 4 5
1	2	S	B	2	-132.982	-11.567	-1.347	1 3 5
1	2	S	B	5	-106.264	-12.635	-2.297	1 5
1	2	S	B	6	-141.791	22.709	5.397	1 2 5

1	2	S	B	13	-137.494	22.455	5.941	1 3 5
1	2	S	B	14	-110.483	-12.378	-2.840	1 4 5
1	2	-	B	18	-182.608	7.507	2.310	1 2
2	1	-	A	1	1208.619	44.277	11.478	1 3
2	1	-	A	5	1304.308	5.062	12.198	1 2
2	1	-	A	9	937.7063	-37.163	9.886	1 4
2	1	-	B	1	1208.619	44.277	11.478	1 3
2	1	-	B	5	1304.308	5.062	12.198	1 2
2	1	-	B	9	937.7063	-37.163	9.886	1 4
2	2	-	A	1	1208.619	40.043	-12.918	1 3
2	2	-	A	5	937.7063	-32.930	-8.447	1 4
2	2	-	A	7	1304.308	5.063	-12.198	1 2
2	2	-	B	1	1208.619	40.043	-12.918	1 3
2	2	-	B	5	937.7063	-32.930	-8.447	1 4
2	2	-	B	7	1304.308	5.063	-12.198	1 2
6	1	-	A	1	-212.431	38.814	-9.439	1 4
6	1	-	A	2	-284.824	25.537	-17.865	1 3
6	1	-	A	6	-302.187	39.066	-16.619	1 2
6	1	S	B	1	-183.827	36.360	-8.133	1 4 5
6	1	S	B	2	-221.097	16.076	-14.075	1 3 5
6	1	-	B	6	-302.187	39.066	-16.619	1 2
6	1	-	B	14	-284.824	25.537	-17.865	1 3
6	2	-	A	2	-284.824	-30.558	-17.865	1 3
6	2	-	A	6	-212.431	9.177	-9.439	1 4
6	2	-	A	18	-302.187	-13.117	-16.619	1 2
6	2	-	B	2	-284.824	-30.558	-17.865	1 3
6	2	S	B	5	-221.097	-28.119	-14.075	1 3 5
6	2	-	B	6	-212.431	9.177	-9.439	1 4
6	2	-	B	18	-302.187	-13.117	-16.619	1 2
257	1	-	A	1	-254.535	94.755	-2.107	1 3
257	1	-	A	2	-191.208	-105.175	4.998	1 4
257	1	-	A	18	-273.798	-6.649	1.793	1 2
257	1	-	B	1	-254.535	94.755	-2.107	1 3
257	1	-	B	2	-191.208	-105.175	4.998	1 4
257	1	-	B	18	-273.798	-6.649	1.793	1 2
257	2	-	A	1	-254.535	92.355	-5.693	1 3
257	2	-	A	2	-191.208	-102.812	2.680	1 4
257	2	-	A	18	-273.798	-6.650	-1.794	1 2
257	2	-	B	1	-254.535	92.355	-5.693	1 3
257	2	-	B	2	-191.208	-102.812	2.680	1 4
257	2	-	B	18	-273.798	-6.650	-1.794	1 2

LIR-STK dasturida kesim yuzalarini tanlash..

Bikrlik tiplari uchun qo‘shimcha ma’lumotlar kiritiladi. Po‘lat markasi 18пс, elementlarning hisobiy uzunliklari geometrik uzunliklariga teng olinadi. Barcha elementlar cho‘zilishga yoki siqilib-egilishga ishlaganligi uchun element tipi – «колонна» qabul qilinadi.

Ustun, yarim-arka, shuningdek tashqi, o‘rta va ichki xalqalar uchun dastlab kesim yuzalarini tanlaymiz. Natijalar 6.4-jadvalda ko‘rsatilgan.

6.4-jadval. Kesim tanlash natijalari (fragment)

Элемент	НС	Группа (guruh)	Шаг решетк и (ребер), м (Panjara qadami, m)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, % (Kesimlar bo'yicha ustunning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)												Длина элемент а, м (Element zunligi, m)
				но р	UY 1	UZ 1	UY Z	ГY 1	ГZ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У		
Сечение (Kesim): 1. Труба 180х7																
Профиль: 180х7; ГОСТ 8732-78*																
Сталь (Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80																
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная (choksiz quvur)																
1			Подобрано(Tanlandi):1. Труба 203х6.5													
			Профиль: 203х6.5; ГОСТ 8732 - 78*													
			Сталь(Po'lat): ВСт3пс; ГОСТ 1075-80													
1	1		0.00	62	94	48	0	99	99	73	0	94	99	73	8.50	
1	2		0.00	56	87	48	0	96	96	66	0	87	96	66	8.50	
Сечение (Kesim): 2. Двутавр (Qo'shtavr) 30К1																
Профиль: 30К1; ГОСТ 26020 - 83																
Сталь(Po'lat): 18пс; ГОСТ 23570-79																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный) (Ustun tipidagi keng tokchali qo'shtavr)																
6			Подобрано(Tanlandi):2. Двутавр 20К1													
			Профиль: 20К1; ГОСТ 26020-83													
			Сталь(Po'lat): 18пс; ГОСТ 23570-79													
6	1		0.00	58	69	76	0	27	45	17	51	76	45	51	3.14	
6	2		0.00	34	45	49	0	25	42	32	47	49	42	47	3.14	
Сечение(Kesim): 3. Двутавр(Qo'shtavr) 35К2																
Профиль: 35К2; ГОСТ 26020 - 83																
Сталь(Po'lat): 18пс; ГОСТ 23570-79																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный) (Ustun tipidagi keng tokchali qo'shtavr)																
2			Подобрано(Tanlandi):3. Двутавр(Qo'shtavr) 23К1													
			Профиль: 23К1; ГОСТ 26020-83													

Элемент	НС	Группа (guruh)	Шаг решетк и (ребер), м (Panjara qadami, m)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, % (Kesimlar bo'yicha ustunning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)											Длина элемент а, м (Element zunligi, m)
				но р	UY 1	UZ 1	UY Z	ГY 1	ГZ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
			Сталь(По'lat): 18пс; ГОСТ 23570-79												
2	1		0.00	86	0	0	0	20	32	0	0	86	32	0	5.88
2	2		0.00	88	0	0	0	20	32	0	0	88	32	0	5.88

6.5-jadval. Bikrlik tiplari bo'yicha jamlangan kesim yuzalari

Тип жесткости (Bikrlik tiplari)	Конструктивный элемент (Konstruktiv element)	Принятое сечение (Qabul qilingan kesim)	Подобранное сечение (Tanlangan kesim)
1	Колонна (Ustun)	Труба(Quvur) 180x7	Труба(Quvur) 203x6,5
2	Полуарка (Yarim arka)	Двутавр(Qo'shtavr) 30K1	Двутавр(Qo'shtavr) 20K1
3	Наружное кольцо (Tashqi xalqa)	Двутавр(Qo'shtavr) 35K2	Двутавр(Qo'shtavr) 23K1
4	Промежут. Кольцо (Oraliq xalqa)	Двутавр(Qo'shtavr) 23K2	Двутавр(Qo'shtavr) 20K2
5	Внутреннее кольцо (Ichsi xalqa)	Двутавр(Qo'shtavr) 26K2	Двутавр(Qo'shtavr) 20K2

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ustun kesimi katta, qolgan elementlarning kesimlari qabul qilingandan kichik. Yarim-arka, oraliq va ichki xalqalar uchun bir xil kesim olish mumkin. Tugunlarni va bikrliklarni hisoblashda HZJ jadvalidan foydalanish mumkin.

VI.3. To'rsimon gumbazlar.

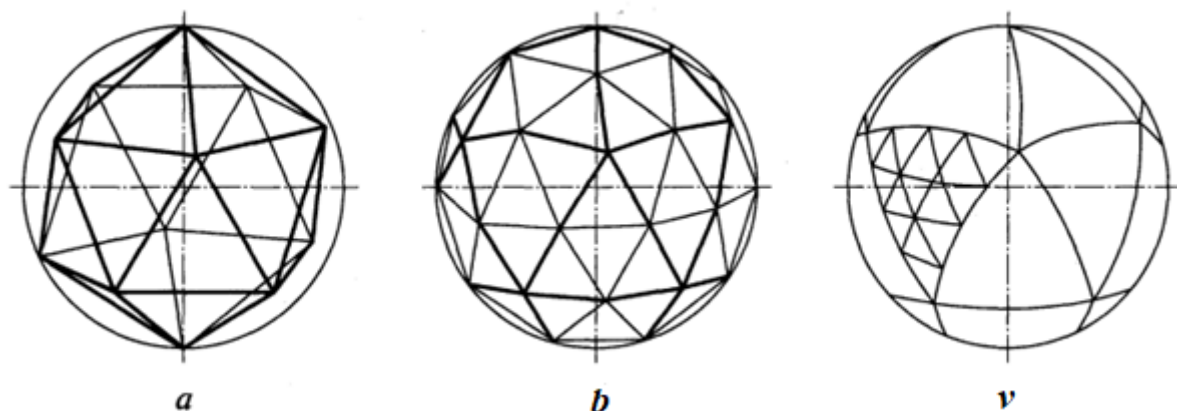
Agar qovurg'ali va aylana qovurg'ali (qovurg'a-halqali) gumbazlar konstruksiyasida bog'lovchi elementlar soni ko'p bo'lsa, to'qli gumbazlar hosil bo'ladi. Bunda sterjenlar tugunlarga sharnirli biriktiriladi. To'rsimon gumbazlarda qovurg'alar va aylana progonlar o'rtasida havonlar joylashadi (6.14-rasm, v). Shu sababli zo'riqishlar gumbaz sirti bo'yicha taqsimlanib, sterjenlar faqat bo'ylama (o'q bo'yicha) kuchlarni qabul qiladi. Bu esa qovurg'a va aylanma progonlar og'irligini kamaytiradi.

To'rsimon gumbazlar yengil va chiroyli konstruktiv sxemaga ega bo'lganligi uchun katta diametrli binolarni yopishda keng qo'llaniladi.

To'rsimon gumbazning eng oddiy sxemasi radial qovurg'alar progonlar va diagonal sterjenlardan tashkil topadi. Progonlar aylanalar bo'yicha joylashtiriladi. Gumbaz ostki halqa bilan tugallanadi. Bu halqa tortqich kuchini o'ziga qabul qiladi. Gumbaz yuqori qismidagi halqasiga to'rning yuqori sterjenlari biriktiriladi, ba'zida bu halqaga yoritgich (fonar) konstruksiyasini ham o'rnatiladi.

Ko'p burchakli gumbazlar turli xil bo'lishi mumkin. Bularga qirralari uchburchakli bo'lgan yulduzsimon gumbazlar va geodezik gumbazlar kiradi (6.14-rasm). Bularda sterjen va tugunlarini bir xilligiga erishish mumkin. Shu sababli bu gumbazlarni ishlab chiqarish ancha afzalliklarga ega hisoblanadi.

Bu gumbazlarda bir xil qirrali, 5 ta ko'pqirralikni joylashtirish mumkin. "Ikosaedr" shakldagi takrorlanuvchi kristalda eng ko'p qirra mavjud (6.14-rasm, a). Shu ekosaedr shakldagi kristalni asosida ko'p qirrali uchburchaklarni hosil qilib, ularni sonini ko'paytirish mumkin. Masalan 80 ta qirralisi ikki xil qirraga ega (6.14-rasm, b).



6.14-rasm. Geodezik gumbaz sxemalari. Ikosaedr va uning rivojlanishi.

Gumbazlar bir qatlamli va ikki qatlamli bo'lishi mumkin. Ikki qatlamli geodezik gumbazlarda sterjen va tugunlarning birikishi struktura tugunlari kabi bajariladi. Ikki qatlamli gumbaz konstruksiyalari katta birklikka va yuk ko'tarish qobiliyatiga ega

bo'lganligi sababli, ular bilan deyarli har qanday ravog'li binolarni yopish mumkin.

To'rsimon gumbaz sterjenlari ko'p hollarda truba(quvur)dan tayyorlanadi, tugunlari esa struktura tugunlari singari bajariladi. Tom yopma to'shamalari varaqli po'latdan yoki shtamplangan alyuminiy qotishmali listlardan tayyorlanadi.

To'rsimon gumbazlar kompyuter texnologiyalardan foydalanib maxsus dasturlar yordamida hisoblanadi. Gumbaz vertikal yaxlit teng taqsimlangan yukka (o'z og'irligi, tom yopma to'shama og'irligi) va shamol ta'siriga hisoblanadi. Bundan meridian va halqa zo'riqishlari aniqlanadi. Gumbaz sterjenlarida bo'ylama (o'q bo'yicha) zo'riqishlar va mahalliy yukdan eguvchi moment hosil bo'lishi mumkin.

Sterjenlar vertikal tekislikda ustivorligini yo'qotmasligi uchun uning inersiya momenti quyidagicha bo'lishi kerak:

$$J \geq (T_1 \cdot R \cdot a) / (0,5E) \sqrt{(T_1 R) / 0,5E}; \quad (6.15)$$

bunda: R – gumbazning egrilik radiusi, T_1 – meridian yo'nalishdagi sterjenlardagi zo'riqish, a – uchburchakli yacheyka tomonining o'lchami (6.14-rasm).

$$T_1 = -g \frac{R^2}{R+y} = -g \frac{R}{1+\cos\varphi} \quad (6.16)$$

bunda: g – gumbaz sirti bo'yicha teng tarqalgan yuk (gumbaz o'z og'irligi), kN/m^2 ; y – gumbaz markazidan ko'rilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Gumbaz halqalari bo'yicha joylashgan sterjenlardagi zo'riqish quyidagicha aniqlanadi

$$T_2 = -R_g \left(\cos\varphi - \frac{1}{1+\cos\varphi} \right) = -g \frac{J^2 + yR - R^2}{y+R} \quad (6.17)$$

Gumbaz yuqori nuqtasida, ya'ni $y = R$ bo'lganda

$$T_1 = T_2 = -g(R/2) \quad (6.18)$$

gumbaz asosida

$$y = 0 - T_2 = T_2 = gR \quad (6.19)$$

Gumbaz sterjenlardagi zo'riqishlar:

meridional yo'nalishda

$$N_1 = (T_1 a) / (2\cos\alpha) \quad (6.20)$$

Halqa yoʻnalishida

$$N_1 = T_2 b \quad (6.21)$$

Sterjenlarning kesim yuzalari choʻzilishga, siqilishga yoki nomarkaziy siqilishga ishlaydigan sterjenlar kabi tanlanadi.

Nazorat uchun savollar

1. Fazoviy gumbazli konstruksiyalarning turlari necha xil boʻladi?
2. Qovurgʻali gumbazlar nimalardan tashkil topgan?
3. Aylana qovurgʻali gumbazlar deganda nimani tushunasiz?
4. Toʻrsimon gumbazlar qanday hosil qilinadi?
5. Gumbaz sterjenlarida zoʻriqishlar qanday hisoblanadi?
6. Gumbaz sterjenlarining kesimlari qanday topiladi?
7. Gumbazlarning “Lira” dasturida hisoblash tartiblari.
8. Gumbazlarga taʼsir etuvchi yuklar.

VII bob. Cho‘zilishga ishlaydigan osma trosli (vantli) tom yopma konstruksiyalari

VII.1. Umumiy ma’lumotlar.

Osma tom yopmalarida, asosan yuk ko‘taruvchi konstruksiya sifatida elementlari cho‘zilishga ishlaydigan sistemalar kiradi. Cho‘ziluvchi elementlar yuqori mustahkamli po‘latlardan tayyorlanadi. Bularda yuk ko‘tarish qobiliyati ustuvorlik shartidan emas balki mustahkamlik shartidan aniqlanadi. Asosiy yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar yuqori mustahkamli po‘lat sim o‘ramlaridan ($\sigma_b = 1200 \div 2400 \text{ MPa}$) troslar(vantlar)dan tashkil topadi.

Vantlarning cho‘zilishga ishlashi uning kesim yuzasidan to‘la foydalanish imkonini beradi. Bu konstruksiyalar nisbatan yengil bo‘lganligi sababli binoning ravog‘i oshishi bilan uning samaradorligi oshib boradi.

Bunday konstruksiyalar jamoat va katta ravog‘li sport inshootlarini ustini yopishda qo‘llaniladi.

Vantli konstruksiyalarning tashilishi oson, montaji pastda (yerda) bajariladi. Bu turdagi konstruksiyalarda havon kuchini qabul qilish maqsadida quvvatli tayanch qurilmalarni barpo etish talab etiladi. Bu qurilmalarning narxi, jami bino narxining ancha qismini tashkil etadi. Tayanch qurilmalarning ishlash samaradorligini oshirish hisobiga ularni narxini kamaytirishga erishish mumkin. Shu maqsadda vantli konstruksiyali binolarni tarxda (planda) aylana, oval va boshqa to‘rtburchak bo‘lmagan ko‘rinishda loyihalanadi.

Osma tom yopma konstruksiyalarining o‘ziga xos xususiyatlaridan biri ularning yuqori deformativligidir. Chunki troslarning elastiklik moduli yoyma po‘latlarga nisbatan kichikdir. ($E \approx 1,5 \div 1,8)10^5 \text{ MPa}$). Shuningdek vant-troslarning elastik ishlash bosqichidagi mustahkamligi po‘latga nisbatan yuqori, shu sababli Guk qonuniga asosan ($\varepsilon = \sigma/E$) vantlarning deformatsiyasi yoyma po‘lat profillarga nisbatan katta bo‘ladi.

Bunday konstruksiya faqat teng taqsimlangan (tom yopmaning og'irligi) yuklardan elastik ishlaydi. Boshqa teng taqsimlanmagan yuklardan vantlarda elastik deformatsiyalar bilan birga kinematik siljishlar (ko'chishlar) hosil buladi. Bu siljishlar vantlarni geometrik shaklini o'zgarishiga sabab bo'ladi. Kinematik siljishlarni kamaytirish maqsadida vantlar maxsus muvozanatlashtiruvchi moslamalar bilan loyihalanadi va oldindan zo'riqtiriladi. Bu tadbirlar osma yopma konstruksiyalar samaradorligini birmuncha pasaytiradi. Bunday yopma konstruksiyalarning deformativligi yuqori bo'lganligi sababli, ularni ishlab chiqarish, ya'ni ko'priksimon kranlari bo'lgan binolarda qo'llash qiyinlashadi.

Osma konstruksiyalar kompyuter texnologiyalardan foydalanib maxsus dasturlar yordamida hisoblanadi.

VII.2. Bir kamarli egiluvchi vantli tom yopma konstruksiyalari.

Bunday sistemalarga Krasnoyarsk shahridagi ravog'i 78 m bo'lgan garaj binosi va Moskvadagi diametri 80 m bo'lgan bozor tom yopmalari misol bo'la oladi.

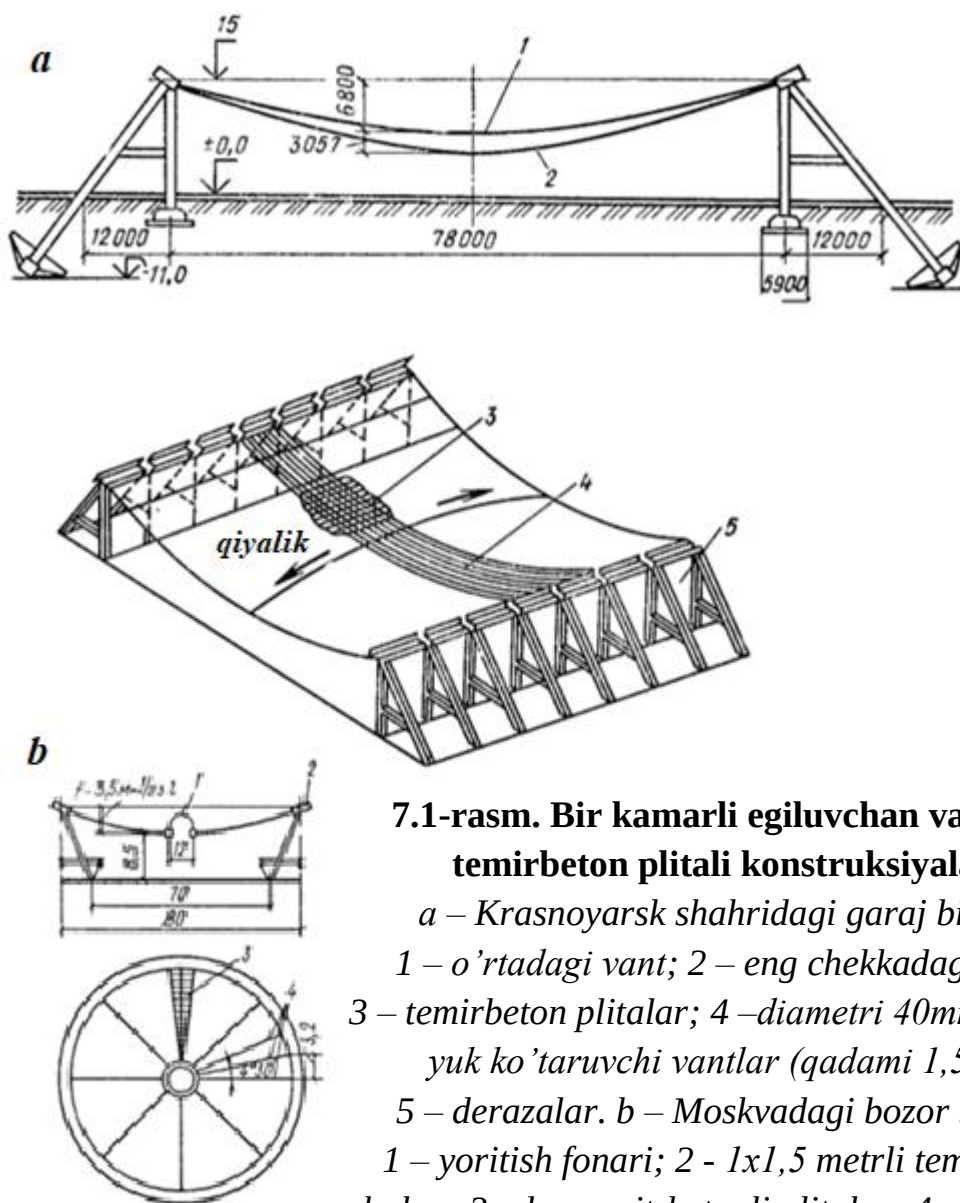
Bu ikki tom yopma konstruksiyalarini oldindan zo'riqtirilgan, cho'zilishga ishlaydigan temirbeton qobiqlar ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Bularga (montaj vaqtida) oldindan zo'riqtirilgan egiluvchan vantlar ustidan temirbeton to'shamalar joylashtiriladi. Temirbeton to'shamalar oralig'ini monolit beton bilan to'ldirishdan oldin, vantlarga pastga qarab vertikal yuklar osiladi. Bu yuklar vantda hisobiy qarshilikka yaqin bo'lgan cho'zuvchi zo'riqishni hosil qiladi. Monolit beton qotgandan keyin osilgan yuklar olinadi. Natijada vant temirbeton yaxlit to'shamani siqib, unda oldindan siqilish zo'riqishini hosil qiladi. Bu yaxlit temirbeton to'shama-qobiq tashqi yuklardan cho'ziluvchi kuchlanishlarni o'ziga qabul qilib konstruksiyani umumiy bikrligini ta'minlaydi. Bu qobiqning yuk ko'tarish qobiliyati cho'ziluvchi vantlar bilan ta'minlanadi.

Tarxda (planda) to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lgan binolarda vantlarning tortqich kuchi, gruntga mahkamlangan anker boltli tayanch qurilmalar va tortqilar bilan qabul qilinadi (7.1. rasm, a).

Tarxda (planda) aylana shaklda bo'lgan binolarda esa vantning tortqich kuchi, ustunlar ustiga o'rnatilgan siqilgan temirbeton halqa bilan qabul qilinadi (7.1. rasm, b).

Bunday binolardagi vantlarning solqiligi quyidagicha qabul qilinadi:

$$f = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{20} \right) l; \quad l - \text{bino ravog'i.} \quad (7.1)$$



7.1-rasm. Bir kamarli egiluvchan vantli va temirbeton plitali konstruksiyalar:

- a* – Krasnoyarsk shahridagi garaj binosi;
 1 – o'rtadagi vant; 2 – eng chekkadagi vant;
 3 – temirbeton plitalar; 4 – diametri 40mm bo'lgan yuk ko'taruvchi vantlar (qadami 1,5 m);
 5 – derazalar. *b* – Moskvadagi bozor binosi;
 1 – yoritish fonari; 2 – 1x1,5 metrli temirbeton halqa;
 3 – keramzit-betonli plitalar; 4 – diametri 5,25 mm vant (tros).

Vantning kesim yuzasi montaj yuki bo'yicha aniqlanadi. Bu yukka konstruksiyaning teng taqsimlangan o'zining og'irligi va vaqtinchalik osilgan yuk kiradi.

Tortqich (zatyajka) kuchi:

$$H = M/f \quad (7.2)$$

bunda: M – hisobiy yukdan eguvchi moment (oddiy to'sinda aniqlangandek aniqlanadi). f – vantning o'sha kesimdagi solqiligi.

Vantdagi eng katta zo'riqish tayanchga to'g'ri keladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$T = \sqrt{H^2 + V^2} \quad (7.3)$$

bunda: V – tayanch reaksiyasi (oddiy to'sinda aniqlangandek aniqlanadi).

Vantdagi tortqich kuchi H_3 uning deformasiyasini e'tiborga olgan holda quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$H^3 + \left(\frac{EAD_0}{2lH_0^2} - H_3 \right) H^2 = EAD/2l \quad (7.4)$$

bunda: H_0 – boshlang'ich tom og'irligidan (g) hosil bo'lgan tortqi kuchi, (1) formula bilan aniqlanadi.

H – vantdagi tortqich kuchi (jami yuklardan).

D, D_0 – boshlang'ich va to'la yuk ko'rsatkichi (teng yoyilgan yuk uchun). Jadval 6.1 [Q.2].

$$D = (g + P)^2 l^3 / 12 \quad (7.5)$$

l – vant ravog'i.

EA – vantning cho'zilishdagi bikrligi (A – vant kesim yuzasi).

Teng taqsimlangan yukdan (g) vant ravog'ining o'rtasidagi solqilik quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta f = \frac{3}{128} \frac{m^2 Pl^4}{EAf^2}; \quad (7.6)$$

$$m = \frac{L}{l} = 1 + \frac{8}{3} \left(\frac{f}{l} \right)$$

f – boshlang'ich solqilik.

Bir kamarli sistemalarda vantlar bikrligi yuqori bo'lgan po'lat profillar ishlatiladi. Bunga, Xarkov shahridagi suzish basseyni misol bo'la oladi. Bu bino vantlari ko'shtavrdan bo'lib, uchlari qiya shaklda

60

$f=5-1/12L$

5x6

1

2

724x250

3000

700x8

200x12

200

300

1 – bo‘ylama egiluvchi bikr vantlar; 2 – ko‘ndalang qovurg‘alar: $t=1,5$ mmli alyumin membranalar (po‘lat listlar).

a) Ravog' o'rtasidagi solqilik

$$\frac{4}{15} \frac{A}{Im_1} f^3 + \left(1 - \frac{4}{15} \cdot \frac{A}{Im_1} f_0^2 + \frac{H_0 \cdot l^2}{10EI}\right) f = \frac{(g+P)l^4}{80EI} + f_0 \quad (7.8)$$

f_0 – vantning boshlang‘ich egilishdagi solqiligi.

$$H = \frac{8}{3} \frac{EA}{l^2 m_1} (f + f_0) \Delta f + H_0 \quad (7.10)$$

$$M = (g + P) l^2 / 8 - Hf \quad (7.11)$$

Bunday sistemalarda vantlar oldindan zo‘riqtirilmaydi. (bu vazifani bikrligi yuqori bo‘lgan vantlar bajaradi) va ularda yangi yengil tom yopma to‘shmalarini qo‘llash imkoni yaratiladi. Bu esa vantlarning va tayanch ustunlar og‘irligini kamaytiradi. Shuningdek bunday sistemali konstruksiyalar bilan Moskvadagi “Olimpiya” suzish basseyini majmuasi yopilgan.

Hisoblashga doir misol

O‘lchami 60x40 metr bo‘lgan binoning bir qatlamli osma tom yopma konstruksiyasini hisoblash (7.3-rasm).

Cho‘zilishga ishlaydigan vant o‘rtasining solqiligi ravog‘ning $\left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) f_{H0} = 5M$ dan $f_{H0} = 6M$ gacha olinadi. Bu esa 10 m dan suv qochirishni ta‘minlaydi. Osilgan vant kvadrat parabola shaklida bo‘lib, ular qadami 4 m tashkil etadi. Vantlar ustidan po‘lat prof. nastil, issiqlik saqllovchi material va paroizolyasiya gilami to‘shalgan (0,7 KPa; kN/m²). Qor yuki 1,0 KPa (kN/m²). To‘la vaqtinchalik yuk ta‘siridan yopmaning mustahkamligini aniqlaymiz. Bitta vantga ta‘sir etuvchi hisobiy yuk: doimiy $g = 0,7 \cdot 4 \cdot 1,1 = 3,08$ kN/m; vaqtinchalik (qor bosimidan) $p = 1,0 \cdot 4 \cdot 1,4 = 5,6$ kN/m. Taqribiy hisoblash usulidan foydalanib, vantdagi zo‘riqishni aniqlaymiz:

$$H_H = \frac{(g + p)l^2}{8f_{H0}} = \frac{(3,08 + 5,60) \cdot 60^2}{8 \cdot 5} = 781 \text{ } \kappa H; \quad (7.12)$$

$$V_H = \frac{(g + p)l}{2} = \frac{(3,08 + 5,60) \cdot 60}{2} = 260 \text{ } \kappa H; \quad (7.13)$$

$$S_H = \sqrt{H_H^2 + V_H^2} = \sqrt{781^2 + 260^2} = 823 \text{ } \kappa H. \quad (7.14)$$

Vantning uzilishdagi talab etiladigan zo‘riqishi:

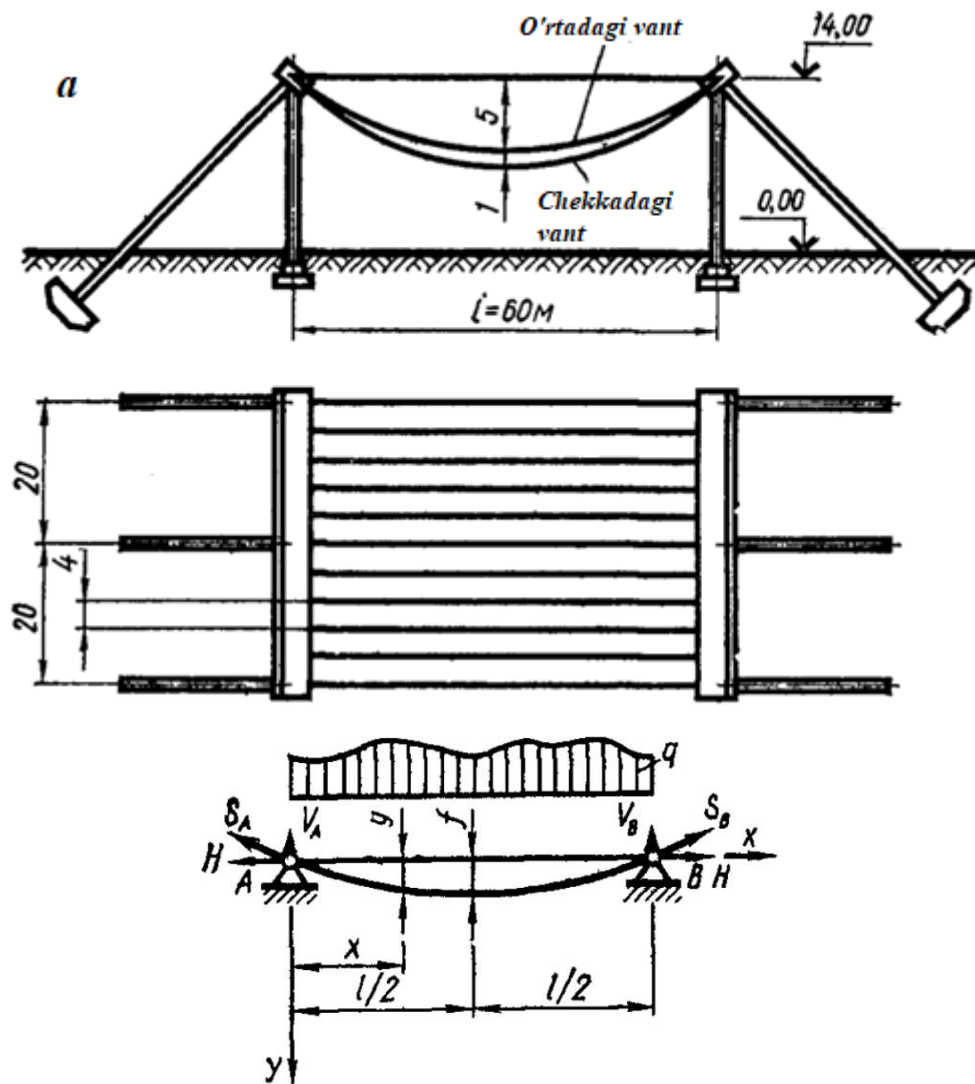
$$N_{pazp} = \frac{S_H}{0,6} = \frac{823}{0,6} = 1371,67 \text{ } \kappa H. \quad (7.15)$$

TK tipidagi (GOST 3068-74) ikki o‘ramli kanat(tros)ni qabul qilamiz. $d = 55,0$ mm; $d_n = 2,8$ mm; $N_{paz} = 1445$ kN.

$$\sigma_{ep.np} = 1400 \text{ MPa}; \quad A_{np} = 13,8102 \text{ sm}^2; \quad E = 1,47 \times 10^5 \text{ MPa}.$$

Vantga ruxsat etilagigan zo'riqish $[N] = 0,6 N_{paz} = 0,6 \times 1445 = 867 \text{ kN}$.

Nosimmetrik doimiy yuk ta'siridan tomning deformativligini kamaytirish maqsadida, qo'shimcha yuk yoki tom konstruksiyasini og'irligi hisobidan doimiy yukni ko'paytiramiz.



7.3-rasm. Osma tom yopmaning konstruktiv (a) va hisobiy sxemasi (b).

Quyidagi formulaga asosan maksimal zo'riqish:

$$S = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{\left(\frac{ql^2}{8f}\right)^2 + \left(\frac{ql}{2}\right)^2}.$$

bundan

$$q = \frac{S}{\sqrt{\left(\frac{l^2}{8f}\right)^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}} = \frac{867}{\sqrt{\left(\frac{60^2}{8 \cdot 5}\right)^2 + \left(\frac{60}{2}\right)^2}} = 9,139 \text{ kN/m.}$$

q ni qiymatini aniqlashda elastik deformasiyalar e'tiborga olinmaganligi uchun $q = 9,75 \text{ kN/m}$ qabul qilamiz.

U holda hisobiy doimiy yuk

$$g = q - p = 9,75 - 5,6 = 4,15 \text{ kN/m.}$$

Elastik deformasiyalarni hisobga olgan holdagi vantning mustahkamligini aniqlash uchun hisobiy yukni (birikish elementlari bilan vantning og'irligi) 15 kN/m qabul qilib ($g_0 = 0,15 \text{ kN/m}$)

$$H_0 = \frac{g_0 l^2}{8f_0} = \frac{0,15 \cdot 60^2}{8 \cdot 5} = 13,50 \text{ kN};$$

$$D_0 = \frac{g_0^2 l^3}{12} = \frac{0,15^2 \cdot 60^3}{12} = 405 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m};$$

$$D = \frac{q^2 l^3}{12} = \frac{9,75^2 \cdot 60^3}{12} = 171,1 \cdot 10^4 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m}.$$

Tortqich kuchi (N) uchun quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$H^3 + \left(\frac{EAD_0}{2lH_0^2} - H_0 \right) H^2 = \frac{EAD}{2l};$$

$$H^3 + \left(\frac{1,47 \cdot 10^4 \cdot 13,81}{2 \cdot 6000} \cdot \frac{40500}{13,50^2} - 13,50 \right) H^2 =$$

$$= \frac{1,47 \cdot 10^4 \cdot 13,81}{2 \cdot 6000} \cdot 171,1 \cdot 10^6;$$

$$H^3 + 3745,89 \cdot H^2 = 289,45 \cdot 10^7.$$

Ushbu tenglamadagi N qiymatini taqriban qo'yib ko'rish usuli bilan yechamiz. $N = 835 \text{ kN}$ bo'lganda

$$(58,22 + 261,17) \cdot 10^7 = 319,39 \cdot 10^7 > 289,45 \cdot 10^7.$$

$N = 798,1 \text{ kN}$ bo'lganda

$$(50,84 + 238,60) \cdot 10^7 = 289,44 \cdot 10^7 \approx 289,45 \cdot 10^7.$$

Vertikal reaksiya

$$V = \frac{9,75 \cdot 60}{2} = 292,50 \text{ kN};$$

Tortqidagi zo'riqish

$$S = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{(63,70 + 8,55) \cdot 10^4} = 850,0 < 867 \text{ kN}.$$

Konstruksiyanı bikrligini tekshirish uchun vantning birikish elementlari va o'z og'irligidan hosil bo'ladigan normativ (me'yoriy) yukni aniqlaymiz.

$$\frac{0,15}{1,1} = 0,136 \text{ kN/m } (g_0^H)$$

Shuningdek tom yopma konstruksiyasi va taranglashtiruvchi osma yuk og'irliklaridan hosil bo'ladigan normativ yuk

$$\frac{4,15 - 0,15}{1,1} = 3,64 \text{ kN/m } (g_1^H);$$

$$p_1^H = g_0^H + g_1^H = 0,136 + 3,64 = 3,77 \text{ kN/m}$$

Qor yuki $p_2^H = 4 \text{ kN/m}$.

Doimiy va vaqtinchalik yuklardan tortqich qiymatini aniqlash uchun dastlab kerakli ko'rsatgichlarni hisoblaymiz

$$H_0 = \frac{(g_0^H l^2)}{8 f_0} = \frac{0,136 \cdot 60^2}{8 \cdot 5} = 12,24 \text{ kN};$$

$$D_0 = \frac{(g_0^H)^2 l^3}{12} = \frac{0,136^2 \cdot 60^3}{12} = 3,34 \cdot 10^2 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m};$$

$$D_1 = \frac{(p_1^H)^2 l^3}{12} = \frac{(3,64 + 0,136)^2 \cdot 60^3}{12} = 25,67 \cdot 10^4 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m};$$

$$D_2 = \frac{(p_1^H + p_2^H)^2 l^3}{12} = \frac{(3,64 + 0,136 + 4)^2 \cdot 60^3}{12} = 108,8 \cdot 10^4 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m};$$

$$\frac{EA}{2l} = \frac{1,47 \cdot 10^4 \cdot 13,81}{2 \cdot 6000} = 16,92 \text{ kN/sm}.$$

Tenglamani tuzib olib, N qiymatini o'rniga qo'yib ko'rish (urinish) usuli bilan yechamiz:

$$H_1^3 + \left(16,82 \frac{3,34 \cdot 10^4}{12,24^2} - 12,24 \right) H_1^2 = 16,92 \cdot 25,67 \cdot 10^6;$$

$$H_1^3 + 3759,9 H_1^2 = 43,43 \cdot 10^7.$$

$H_1 = 326$ kN bo'lganda

$$(3,46 + 39,96)10^7 = 43,42 \cdot 10^7 \cong 43,43 \cdot 10^7;$$

$$H_2^3 + 3759,9 H_2^2 = 184,09 \cdot 10^7.$$

$H_2 = 646,4$ kN bo'lganda

$$(27,01 + 157,10)10^7 = 184,11 \cdot 10^7 \cong 184,09 \cdot 10^7.$$

Doimiy va vaqtinchalik yuklardan vantning osilish solqiligini hisoblaymiz:

$$f_1 = \frac{M_{x1}}{H_1} = \frac{p_1^H l^2}{8H_1} = \frac{3,776 \cdot 60^2}{8 \cdot 326} = 5,21 \text{ m};$$

$$f_2 = \frac{M_{x2}}{H_2} = \frac{(p_1^H + p_2^H) l^2}{8H_2} = \frac{7,776 \cdot 60^2}{8 \cdot 646,4} = 5,21 \text{ m};$$

Simmetrik yukdan sistemaning o'rtasidagi egilish aniqlanadi va bikrligi tekshiriladi:

$$\Delta f_{cp} = f_2 - f_1 = 5,41 - 5,21 = 0,20 \text{ m};$$

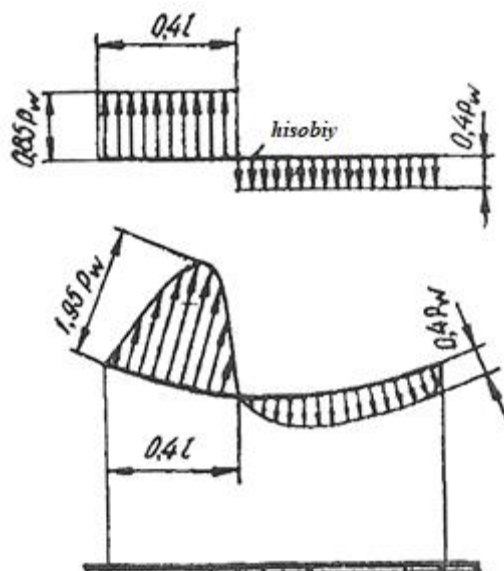
$$\frac{\Delta f_{cp}}{l} = \frac{0,2}{60} = \frac{1}{300} = \left[\frac{1}{300} \right],$$

bunda: $\left[\frac{1}{300} \right]$ - cheklangan egilish.

Bikrligi ta'minlangan.

Vantga nosimmetrik yuklar ta'sir etganda bikrlikni tekshirish uchun uning o'rtasidagi tayanchdan 1/3 va 1/4 ravog'iga teng bo'lgan masofadagi solqiligi tekshirib ko'riladi. (Yuqoridagi formulalar orqali)

Shamol ta'sirida osma konstruksiyaning hosil bo'ladigan deformasiyasini aniqlaymiz. Shamol yuki $q^H = 0,35$ kPa (kN/m²) 7.4-rasmda shamol ta'sirining hisobiy sxemasi ko'rsatilgan.



7.4-rasm. Vantga shamol ta'sirining hisobiy sxemasi

Shamol ta'siridan tashqari tom yopma konstruksiyasining og'irligi ham hisobga olinadi, ya'ni

$$g^H = 0,70 \text{ kPa (kN/m}^2\text{)}$$

Tom yopma konstruksiya og'irligidan va shamol ta'siridan hosil bo'ladigan yukni, vantning ikki qismida aniqlanadi.

birinchi qismida:

$$g^H + q^H c_1 = 0,7 + 0,35(-0,85) = 0,40 \text{ kPa;}$$

ikkinchi qismida:

$$g^H + q^H c_2 = 0,7 + 0,35(+0,4) = 0,84 \text{ kPa.}$$

c_1, c_2 – koeffitsiyentlar sxemadan olinadi.

Teng taqsimlangan chiziqli yuk

$$g' = 1,61 \text{ kN/m va } (g' + p') = 3,36 \text{ kN/m, bundan } p' = 1,75 \text{ kN/m.}$$

Konstruksiyaning yuk ko'rsatkichlarini hisoblaymiz:

$$H_0 = 16,40 \text{ kN; } D_0 = 5,96 \cdot 10^2 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m;}$$

$$D_1' = \frac{(g^H)^2 l^3}{12} = \frac{2,80^2 \cdot 60^3}{12} = 14,1 \cdot 10^4 \text{ (kN)}^2 \cdot \text{m;}$$

$$\begin{aligned}
D_4 &= \frac{(g')^2 l^3}{12} + \frac{(p')^2 a^3}{12l} (4l - 3a) + (p')(g')a^2 \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{3} \right) = \\
&= \frac{1,61^2 \cdot 60^3}{12} + \frac{1,75^2 (0,6 \cdot 60)^3}{12 \cdot 60} \cdot (4 \cdot 60 - 3 \cdot 0,6 \cdot 60) + 1,75 \times \\
&\times 1,61 \cdot (0,6 \cdot 60)^2 \cdot \left(\frac{60}{2} - \frac{0,6 \cdot 60}{3} \right) = 13,86 \cdot 10^4 (\kappa H)^2 \cdot m.
\end{aligned}$$

Har xil yuklardan tortqich uchun quyidagi tenglama tuziladi va H_1 o'rniga qo'yib ko'rish usuli bilan yechiladi:

$$(H_1')^3 + 4413,27 \cdot (H_1')^2 = 28,19 \cdot 10^7.$$

$H_1' = 245,9$ kN bo'lganda

$$(1,49 + 26,69)10^7 = 28,18 \cdot 10^7 \cong 28,19 \cdot 10^7;$$

$$H_4^3 + 4413,27 \cdot H_4^2 = 27,71 \cdot 10^7.$$

$H_4 = 244$ kN bo'lganda

$$(1,45 + 26,27)10^7 = 27,72 \cdot 10^7 \cong 27,71 \cdot 10^7.$$

Vantning solqiligini hisoblash uchun nosimmetrik yukdan p' (ravoqning o'rtasida va $\frac{1}{4}$ qismida) eguvchi momentlar aniqlanadi:

$$M_{cp} = 0,42 p' \frac{l^2}{2} - \frac{p'l}{2} \cdot \frac{l}{4} = 0,085 p' l^2;$$

$$M_{1/4} = 0,42 p' l \frac{l}{4} - \frac{p'l}{4} \cdot \frac{l}{8} = 0,0737 p' l^2.$$

Unda vantning solqiligi:

$$f'_{1(cp)} = \frac{g^H l^2}{8H_1'} = \frac{2,80 \cdot 60^2}{8 \cdot 245,9} = 5,12;$$

$$f'_{1(1/4)} = \frac{3}{32} \cdot \frac{g^H l^2}{H_1'} = \frac{3 \cdot 2,80 \cdot 60^2}{32 \cdot 245,9} = 3,84;$$

$$\begin{aligned}
f'_{4(cp)} &= \frac{g' l^2}{8H_4} + 0,085 \frac{p' l^2}{H_4} = \frac{1,61 \cdot 60^2}{8 \cdot 244} + \\
&+ 0,085 \cdot \frac{1,75 \cdot 60^2}{244} = 5,16
\end{aligned}$$

$$f_{4(1/4)} = \frac{3}{32} \cdot \frac{g'l^2}{H_4} + 0,0727 \frac{p'l^2}{H_4} = \frac{3}{32} \times \\ \times \frac{1,61 \cdot 60^2}{244} + 0,0737 \frac{1,75 \cdot 60^2}{244} = 4,13$$

Shamol ta'siridan solqilik

$$\Delta f_{(cp)} = f_{4(cp)} - f'_{1(cp)} = 5,16 - 5,12 = 0,04 \text{ } \mathcal{M} < \frac{1}{150} \cdot 60 = 0,4 \text{ } \mathcal{M};$$

$$\Delta f_{(1/4)} = f_{4(1/4)} - f'_{1(1/4)} = 4,13 - 3,84 = 0,29 \text{ } \mathcal{M} < 0,4 \text{ } \mathcal{M}.$$

Shamol ta'siridan vantli konstruksiyaning bikrligi to'la ta'minlangan.

VII.3. Ikki kamarli vantli sistemalar

Bunday sistemalarda yuk ko'taruvchi botiq ko'rinishdagi vantlar va uni stabillashtiruvchi (muvozanatlovchi) qavariq ko'rinishdagi vantlar qo'llaniladi (7.5-rasm, a). Bu ikki vantlar bir-biri bilan siqilishga yoki cho'zilishga ishlaydigan ustunlar bilan biriktirilib, bir butun bo'lgan bokr konstruksiyani hosil qiladi.

Bu sistemalar ikki yo'nalishda ta'sir etuvchi yuklarni o'ziga qabul qiladi.

Tom qurilmasi og'irligi va qor bosimi yuki, vertikal pastga yo'nalgan bo'lib, yuk ko'taruvchi botiq shakldagi vantlarda cho'zilish hosil qiladi. Muvozanatlovchi vantlar bino ichkarisida yuqoriga yo'nalgan shamol ta'sirini (otsos) qabul qilib, siqilishga ishlaydi. Bunday ikki kamarli vantli sistemalarda yengil tom yopma to'shamalari qo'llaniladi (metall to'shama panellari va h.k.).

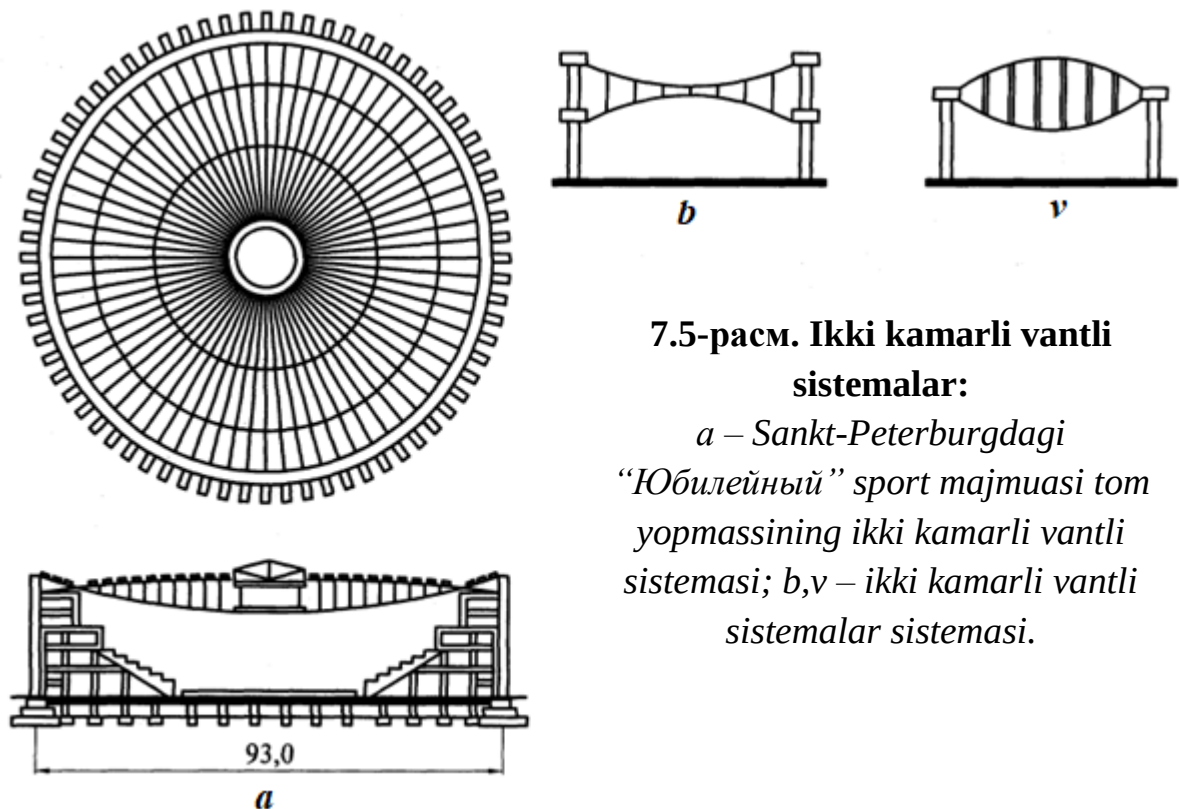
Yuk ko'taruvchi vantli sistema bilan Sank-Peterburg shahridagi "Юбилейный" sport majmuasi yopilgan. Uning diametri 93 m ga teng bo'lib, unda yarim shaffov plastmassa to'shama ko'llanilgan.

Ikki kamarli vantli sistemalarda troslar, atmosfera ta'siridan himoya qilish va korroziyaga uchramaslik maqsadida ruhlanadi yoki plastiklar bilan qoplanadi.

Muvozanatlovchi vantning ishlash qobiliyatini ta'minlash maqsadida sistema oldindan zo'riqtiriladi. Bu cho'ziluvchi zo'riqishlar vaqtinchalik yukdan hosil bo'ladigan siqilish zo'riqishdan katta bo'lishi kerak.

Bunday sistemalarning iqtisodiy samaradorligi yuk ko'taruvchi va muvozanatlovchi vantlarning joylashish usuliga bog'liq bo'ladi (7.5-rasm,a).

Bu ikki vant o'zaro ustunchalar bilan biriktiriladi. Bunga ko'p metall sarf qilinmaydi. Lekin bu holda har qaysi vant uchun alohida tayanch qurilmasi loyihalanishi kerak bo'ladi (7.5-rasm, b).



7.5-рasm. Ikki kamarli vantli sistemalar:

a – Sankt-Peterburgdagi “Юбилейный” sport majmuasi tom yopmassining ikki kamarli vantli sistemasi; b,v – ikki kamarli vantli sistemalar sistemasi.

Vantli sistema kamarlardagi vaqtinchalik teng taqsimlangan vertikal R yukdan hosil bo'lgan zo'riqishlar, ya'ni tortqich kuchlari quyidagicha aniqlanadi:

Yuk ko'taruvchi kamarning tortqich kuchi:

$$H_H = H_{H0} + [M^0(P_H)]/f_H \quad (7.16)$$

Muvozanatlovchi kamardagi:

$$H_C = H_C^n - [M^0(P_C)]/f_C \quad (7.17)$$

bunda: $H_{H0} = H_H^n + [M^0(g)]/f_H$ - yuk ko'taruvchi kamarning boshlang'ich tortqich kuchi.

H_H^n – shu kamardagi oldindan zo'riqishdagi tortqich kuchi.

$M^0(g)$ – sistema og'irligidan to'sin kabi ishlagandagi eguvchi moment.

$M^0(P_H)$ – yuk ko'taruvchi vant qabul qiladigan, $P_H = P - P_c$ vaqtinchalik yukdan hosil bo'ladigan eguvchi moment.

$P_c = \alpha_1 P / (1 + \alpha_1)$ – muvozanatlovchi, kamar qabul qiluvchi, vaqtinchalik yukning qismi.

bunda, $\alpha_1 = \frac{m_H^2 A_c \cdot f_c^2}{m_c^2 A_H \cdot f_H^2}$ – kamarlarga yuklarni mutanosib taqsimlash koeffitsiyenti.

A_H, f_H, A_c, f_c – yuk ko'taruvchi va muvozanatlovchi kamarlarning kesim yuzalari va solqiligi.

$m_H = L_H / l, m_c = L_c / l$ – bino uzunligining ravog'iga nisbati.

$H_c^n = H_H^n (f_H / f_c)$ – muvozanatlovchi kamarning oldindan zo'riqishdagi tortqich kuchi.

$M^0(P_c)$ – muvozanatlovchi kamar qabul qiladigan vaqtinchalik yuk qismidan, (P_c) dan hosil bo'ladigan eguvchi moment (to'sindagi momentdek).

Ikki kamarli vantli sistemaning vaqtinchalik R yukdan hosil bo'lgan solqiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta f = \kappa \frac{Pl^4}{(1 + \alpha_1) E A_H f_H^2}; \quad (7.18)$$

bunda: κ – koeffitsiyent, teng taqsimlangan yuk uchun $\kappa = 3/128$, radial joylashgan vantlarga ta'sir etuvchi yuklar uchun $\kappa = 5/864$.

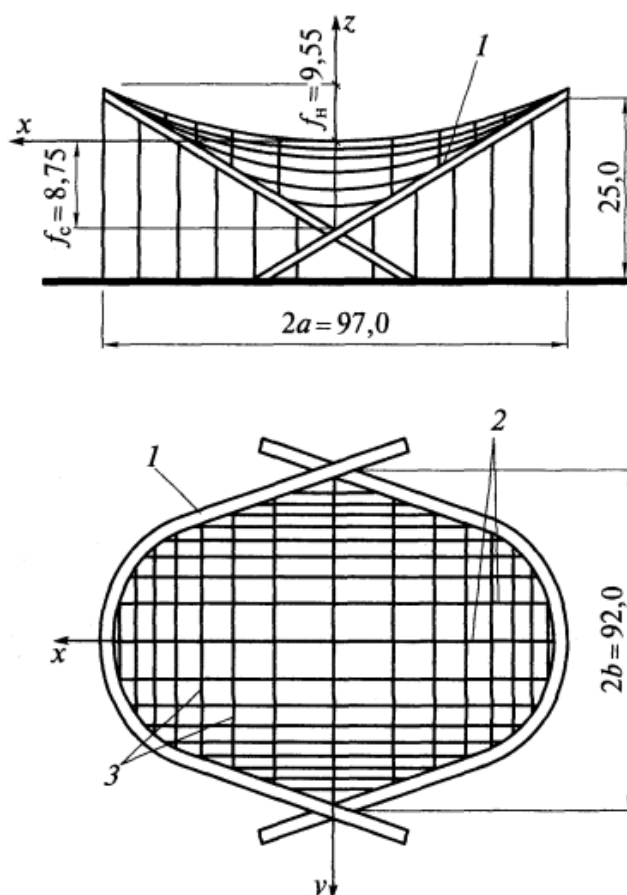
VII.4. Egarsimon zo'riqtirilgan to'rli sistemalar

Egarsimon to'rli sistemalar doimiy binolar va vaqtinchalik inshootlarni yopishda qo'llaniladi. Masalan: AQSHdagi Reley-arena doimiy inshootining tom yopma konstruksiyasi (7.6-rasm). Bu inshoot

1953 yilda barpo etilgan. Shuningdek Myunxendagi vaqtincha barpo etilgan Olimpiya stadioni ham egarsimon toʻrli sistema bilan yopilgan.

Bunday sistemali tom yopma konstruksiyalari bilan Rossiya va xorijdagi doimiy va vaqtincha qurilgan inshootlarning usti yopilgan.

Doimiy qurilgan inshootlarda zoʻriqtirilgan toʻrlar, ikkita qiya oʻrnatilgan parabola shaklidagi temirbeton arkalar (*7.6-rasm*) yoki murakkab shakldagi tayanch halqalarga biriktiriladi. Yuk koʻtaruvchi vantlar botiq shaklda, muvozanatlovchi vantlar esa qavariq shaklda boʻlib, tayanchga biriktiriladi. Toʻrlar oʻzaro perpendikulyar yoʻnalgan boʻladi. Arka yoki tayanch halqalar toʻrlarning tortilish kuchini oʻziga qabul qiladi. Toʻrlar qadami, tom yopma toʻshamalar qurilmasidan bogʻliq boʻladi. Brezent yoki plyonka bilan yopilgan tomlarda toʻrlar orasidagi masofa (qadami) bir metrdan oshmasligi kerak.



7.6-rasm. Reley-arena:

1 – temir-beton arkalar; 2 – yuk koʻtaruvchi vant (troslar); $\varnothing$ 32 mmli, qadami 1,83 m; 3– muvozanatlovchi vantlar $\varnothing$ 19 mm, qadami 1,83 m.

Tashqi yuklar ta'siridan to'rlar (vantlar) ishlashi, ikki kamarli sistemalarning ishlashiga mos keladi, ya'ni tashqi yuk ko'taruvchi vantdagi boshlang'ich cho'ziluvchi zo'riqishlarni oshiradi, muvozanatlovchi vantda esa kamaytiradi.

To'rlarning (vantlarning) ishlashiga tayanch konstruksiyalarning deformasiyalari katta ta'sir ko'rsatadi. Bu deformasiya to'rlardagi oldindan zo'riqishlarni kamaytirib, ularning solqiligini oshiradi.

Egarsimon to'rli konstruksiyalarni hisoblash zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanib, maxsus dasturlar yordamida bajariladi.

VII.5. Po'lat membranali qobiqlar

Membranali qobiqlar fazoviy konstruksiya bo'lib, yupqa varaqli po'latdan va bikrli konstruksiyadan iborat bo'ladi.

Yupqa varaqli po'latlar juda kichik egilish bikrligiga ega bo'lgani uchun faqat cho'zilishga ishlaydi. Shuning uchun metallning yuk ko'tarish qobiliyatidan to'la foydalanish imkonini beradi.

Shuningdek bino yoki inshoot massasini (og'irligi) keskin kamaytiradi. Membranalar bir vaqtning o'zida yuk ko'taruvchi konstruksiya va tom to'shamasi funksiyasini bajaradi (7.7, 7.8-rasm).

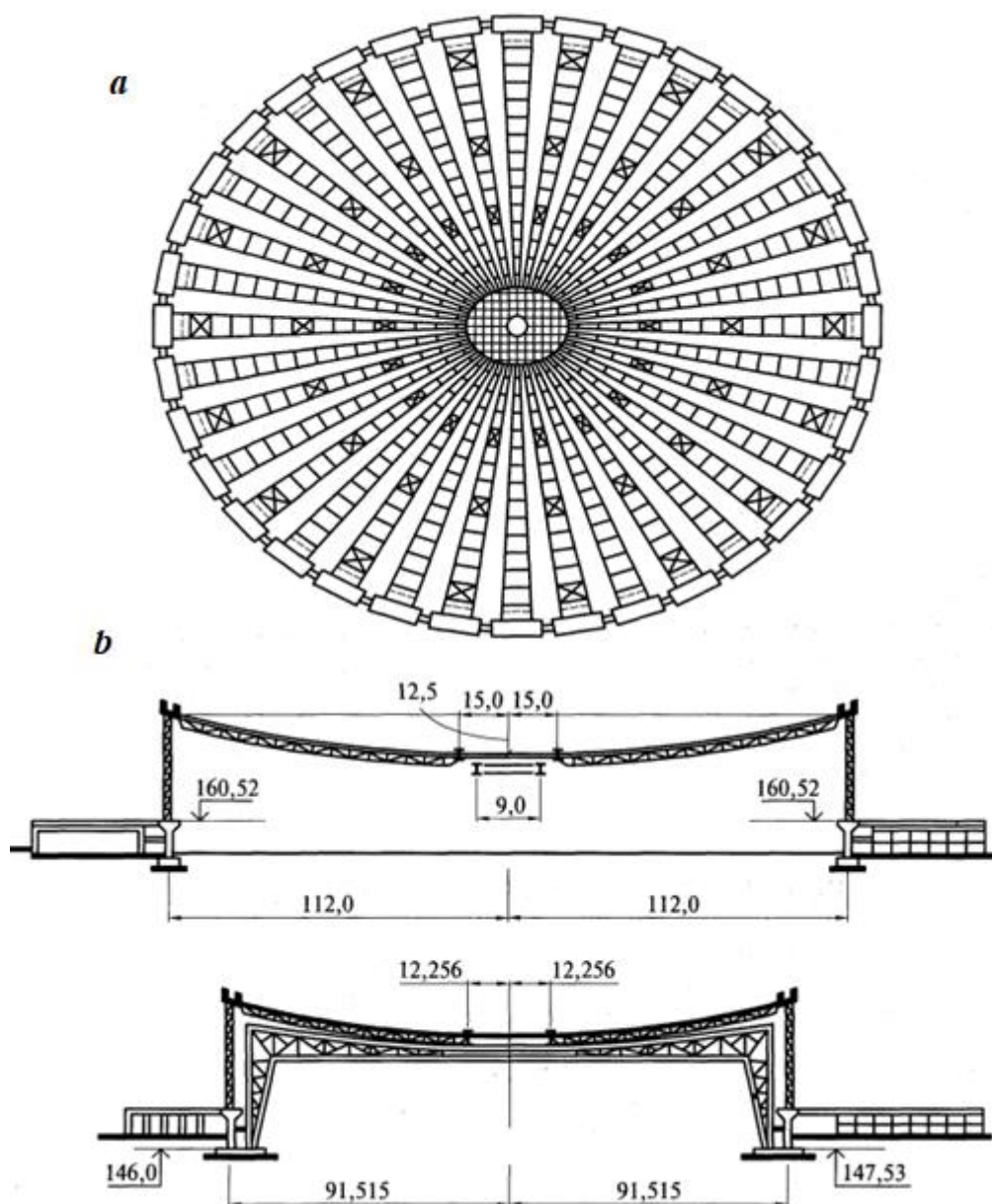
Amaliyotda silindrik, konus sirtli, sferik, egarsimon va h.k membranalaridan foydalaniladi. Membranalarning asosiy kamchiligi yupqa varaqli po'latni korroziyaga uchrashi. Shu sababli korroziyani oldini olish choralari ko'rilishi kerak.

Bu konstruksiyalarda tom yopma, to'shama-plitalar ishlatilmaydi. Issiqlik saqlovchi va gidroizolyasiya gilam qatlami be'vosita membrananing ustiga yotqiziladi. Membrana varaqlari ishlab chiqarish korxonasida tayyorlanib, qurilish maydoniga rulon(o'ram) shaklida yetkaziladi. Ular bir-biriga payvandlanib tayanch halqalarga biriktiriladi. Bunda montaj lesalari qo'llaniladi.

Membranalar fazoviy sxemalar bo'yicha ishlaganligi sababli, ularni qo'llash qulay hisoblanadi. Bu esa ularda qalinligi 2-5 mm bo'lgan listlarni qo'llash imkonini beradi. Shuning uchun membrana

qalinligi kamuglerodli varaqli po‘latdan yoki 17Г2С, 17П2СФ markali kamlegirlangan varaqli po‘latdan loyihalanadi.

Membranali konstruksiyalarda АМг21/2Н markali varaqli alyuminiy qotishmasi ham qo‘llaniladi. Membranali konstruksiya o‘rtasining egilganligini (solqiligi) $\left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{25}\right) L$ oralig‘ida qabul qilib, u bilan istalgan ravog‘li bino va inshootlarni tomini yopish mumkin bo‘ladi. Membrana ravog‘ining oshishi bilan uning iqtisodiy jihatdan samaradorligi oshib boradi.



7.7-rasm. Moskvadagi universal stadion (Mir prospektida):

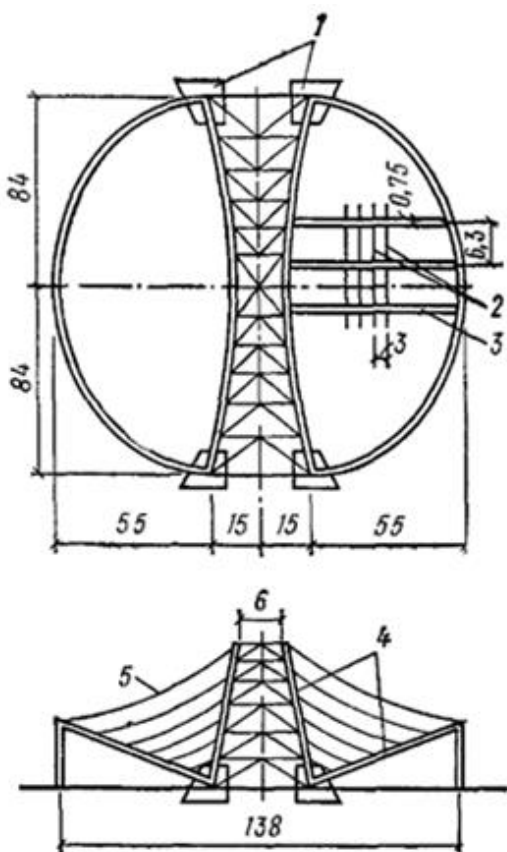
a – tom yopma tarxi (plani); b – bo‘ylama va ko‘ndalang qirg‘im ($t=5\text{ mm}$ membrana).

Membranali, ya'ni yupqa varaqli po'lat konstruksiyalar ishlash xususiyatiga ko'ra ikkiga bo'linadi: - lentasimon (tasmason) yopma konstruksiyalar va membrana-qobiqlar.

Lentasimon tom yopma konstruksiyalari alohida, bir-biri bilan bog'lanmagan tasmalardan tashkil topgan bo'ladi. Ular bir kamarli vantli konstruksiyalar kabi ishlaydi.

Membranali konstruksiyalardan normal foydalanish maqsadida quyidagi muvozanatlovchi usullar qo'llaniladi:

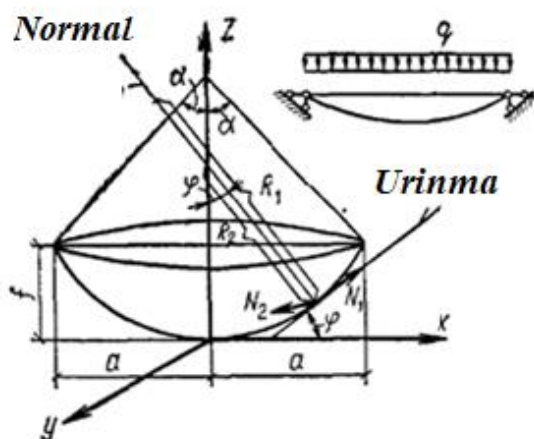
1. Vantlarga vertikal osma yuklar osiladi.
2. Membranani tayanch qurilmasiga tortib biriktirish orqali oldindan zo'riqtiriladi.
3. Vantali fermalarni tortish orqali tomning geometrik shakli o'zgartiriladi.
4. Membranali konstruksiyaga egri chiziqli ferma yoki to'sin ko'rinishidagi egiladigan bikrli elementlarni kiritish usuli orqali.



7.8-rasm. Moskvadagi velosport majmuasi:

1 – temirbeton tayanchlar; 2 – yo'naltiruvchi shvellerlar; 3 – o'lchami 50x6 mm bo'lgan tasmali (lenta) yo'naltiruvchilar; 4 – metall arkalar; 5 – $t=4$ mmli membrana.

7.9-rasm. Aylanma qobiqni hisoblashga doir sxemalar



Muvozanatlovchi usullarni tanlash esa, membranali konstruksiya turidan, uning o'lchamidan, tarxdagi shaklidan, tayanch konstruksiyasidan va h.k. bog'liq holda aniqlanadi.

Membranali konstruksiyalarga Moskvada qurilgan Olimpiada stadioni (7.7-rasm) binosining tom yopma konstruksiyasi va Krilatskiy shahridagi (Moskva) velotrek (velosport) inshooti misol bo'la oladi (7.8-rasm). Bundan tashqari membranali inshootlar Sank-Peterbergda, Toshkent, Bratsk, Bishkek shaharlarda barpo etilgan.

Membranalarni teng yoyilgan yukdan, chiziqli momentsiz nazariya-orqali hisoblash mumkin (7.9-rasm).

Membrana-qobiqlarni hisoblash zamonaviy kompyuter texnologiyalardan foydalanib, maxsus dasturlar yordamida bajariladi.

Nazorat uchun savollar

1. Osmo tom yopma konstruksiyalarining turlari.
2. Bir kamarli vantli tom yopma konstruksiyalari.
3. Vantli konstruksiyalarining tom to'shamalari.
4. Osmo tom yopma konstruksiyalari qanday hisoblanadi?
5. Bir kamarli vantlarda deformasiya va zo'riqishlar qanday aniqlanadi?
6. Ikki kamarli vantli sistemalar deb qanday sistemalarga aytiladi?
7. Egarsimon zo'riqtirilgan to'rtli sistemalarni hisoblash.
8. Po'lat membranali qobiqlar deganda nimani tushunasiz?
9. Po'lat membrananing afzalligi va kamchiligi.
10. Membranalarni hisoblash usullari.

qo'llaniladi. Bunday konstruksiyalar yuqori industrial bo'lib, korxona sharoitida tayyorlanadi. Ularning qo'llanilishi binoni barpo etish muddatlarini keskin kamaytiradi. Ko'p qavatli binolar kichik maydonni egallaydi.

Sinch materialining texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlari tahlili asosida va qurilish sharoitini hisobga olgan holda tanlanadi.

Baland bino sinchlari po'lat va temirbetondan bo'lishi mumkin.

Binoning qavatlar soni oshishi bilan sinchlarni po'latdan tayyorlash talabi oshib boradi.

Po'lat sinchning asosiy afzalligi uning, mustahkamligi yuqori materialdan tayyorlanganligi. Bu sinch ustunlar kesim yuzalarini kichikroq (minimum) qabul qilish imkonini beradi. Bu esa xona yuzasini kattalashtiradi.

Po'lat sinchni yong'indan va korroziyadan himoya qilish maqsadida, ular keramik bloklar, beton, maxsus plitalar va boshqa kimyoviy elementlar bilan himoyalangani.

Ko'p qavatli bino sinchlari vertikal (binoning o'z og'irligi), xonaning foydali yuki, gorizonta-shamol ta'siri va maxsus-seysmik yuklarni qabul qiladi. Shuningdek binoga harorat (temperatura) ham ta'sir ko'rsatadi. Sinchning 1m² ga ishlatiladigan po'lat sarfi taqriban quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G = (0,12 + n/200), kN/m^2 \quad (8.1)$$

bunda: n – qavatlar soni.

VIII.2. Sinch turlari va uning tarxda (planda) joylashishi

Ko'p qavatli binolar xonalarni tarxda joylashishi va bino balandligiga qarab sinchli, sinchsiz (plastinka yoki qobiq ko'rinishida) va aralash ko'rinishda loyihalanadi.

Ko'p qavatli binolarda eng ko'p qo'llaniladigan sinch to'rlariga quyidagilar kiradi:

1. Ramali;
2. Bog'lovchi elementlardan iborat bo'lgan sinch;
3. Ramali va bog'lovchi elementlari bo'lgan sinch.

Sinchlarni asosiy elementlariga ustun va rigellar (to'sinlar) kiradi. Ular vertikal va gorizontal yuklarni qabul qilib, poydevorga uzatadilar.

Binoning shamol ta'sirida hosil bo'ladigan siljishi, ruxsat etilgandan oshmasligi maqsadida, sinchning gorizontal yo'nalishda bikrligi ta'minlangan bo'lishi kerak.

Ko'p qavatli binolarning poydevorlari yaxlit temirbeton plita ko'rinishida loyihalanadi. Bu plita poydevorga har xil ta'sir etadigan yuklarni, asos yuzasiga bir tekisda taqsimlaydi. Bog'lovchili sinch to'rlari bir-biridan ma'lum masofada joylashgan vertikal bog'lovchilardan iborat bo'ladi. Ular o'zaro gorizontal biker disklar ko'rinishda loyihalanadi (8.2-rasm, a).

Bunda sinchning gorizontal yo'nalishdagi bikrligi vertikal va gorizontal bog'lovchi disklar bilan ta'minlanib, shamol ta'sirini o'ziga qabul qiladi. Sinchning ustun va to'sinlari oddiy to'sinli sistemalari kabi loyihalanadi. Ustun va to'sinlar o'zaro sharnirli biriktirilib, faqat vertikal yuklarni qabul qiladi. Bog'lovchili sistemalarda sinch elementlari va ularning birikishi oson bo'lib, oddiy konstruktiv shaklga ega bo'ladi. Shu sababli ular ko'p qo'llaniladi.

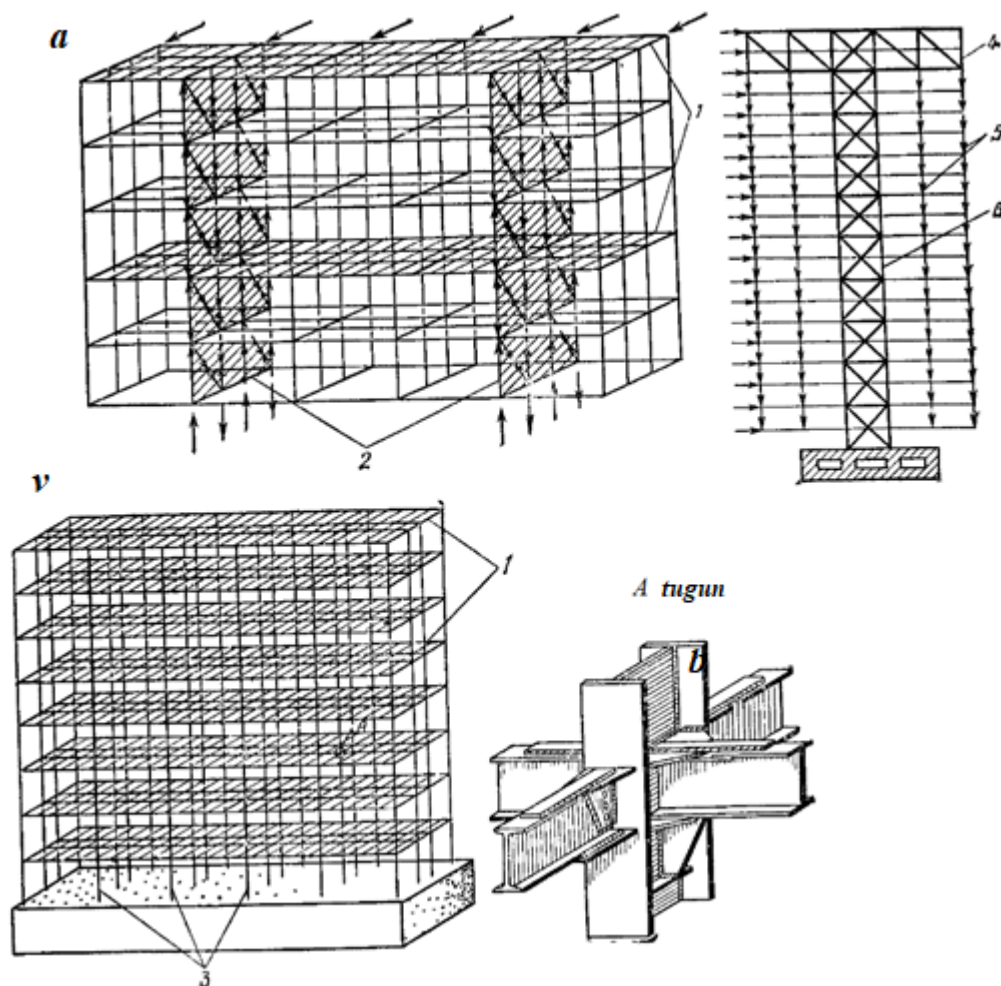
Ramali sinch sistemalar har qaysi ustun qatorida joylashgan ramali konstruksiya bo'lib, ular gorizontal biker disklar bilan bog'langan bo'ladi (8.2-rasm, b). Bunda sinchning gorizontal bikrligi, ustun qatorlararo joylashgan ramali sistemalar bilan ta'minlanadi. Ustun va to'sinlar o'zaro biker qilib biriktiriladi.

Rama-bog'lovchili sistemalar, vertikal bog'lovchilardan tashkil topgan bo'lib, gorizontal yuklarni o'ziga qabul qiladi. Rama, bog'lovchilar bilan bitta yoki bir nechta tekislikda joylashgan bo'ladi.

Ramali sistemalar konstruktiv jihatdan murakkab hisoblanib, bikrligi katta emas. Shu sababli ular nisbatan kam qavatli binolarda qo'llaniladi.

Gorizontal disklar bir nechta qavatlar oralig'ida loyihalanadi. Ular monolit temirbeton orayopma plitalar ko'rinishida bo'ladi. Bu bikerli orayopmalar shamol ta'sirini, vertikal bog'lovchilar yoki ramalar o'rtasida taqsimlab, sinchning umumiy bikrligini ta'minlaydi.

Vertikal bog‘lovchilar poydevorga biriktirilib, konsolli ferma ko‘rinishida loyihalanadi. Bu fermalar shamol ta’siridan hosil bo‘ladigan katta mahalliy zo‘riqishlarni o‘ziga qabul qiladi (8.2-rasm, a). Ramali sistemalarda esa shamol ta’siridan zo‘riqishlar poydevorga bir tekisda taqsimlanadi.

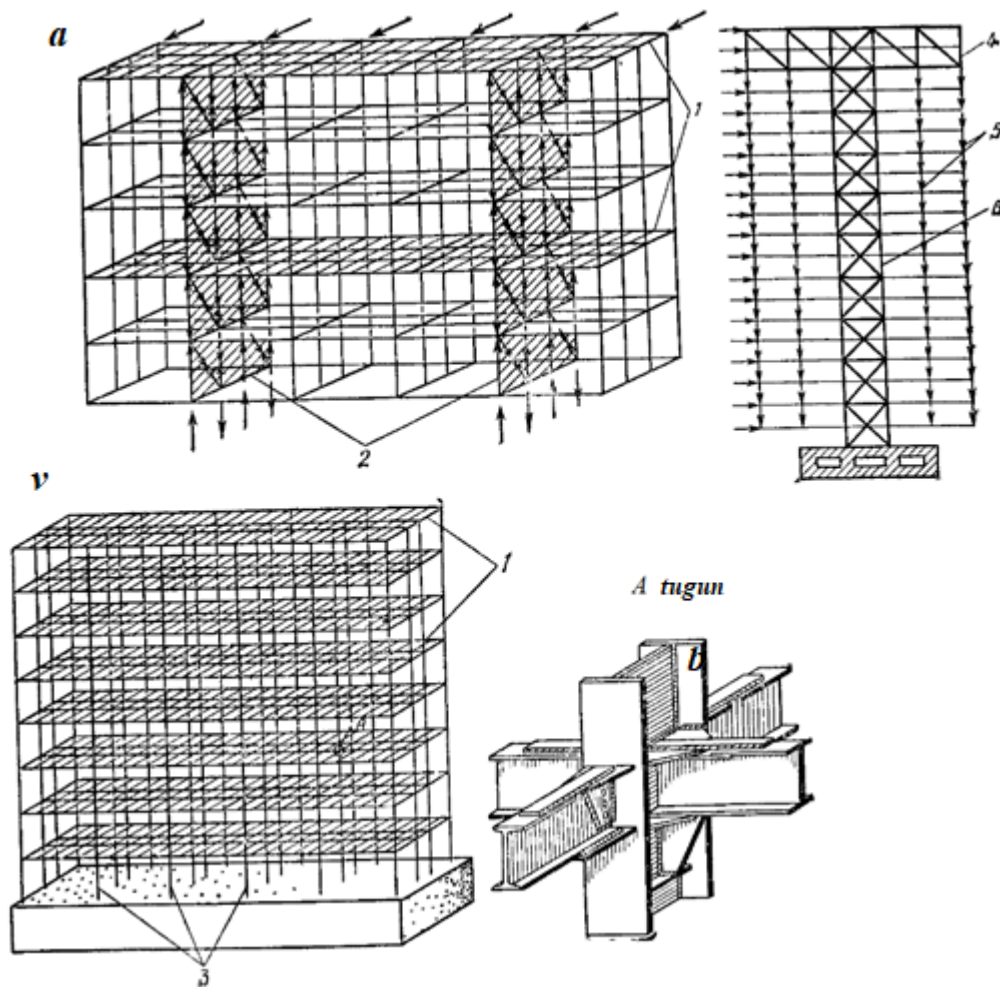


8.2-rasm. Po‘lat sinchlar sxemasi:

a - vertikal ferma ko‘rinishdagi bog‘lovchisi bo‘lgan sinch; *b* – ramali sistema;
v – orayopma konstruksiyalari yuqoridagi traversga biriktirilgan sinch; 1 – orayopmaning gorizontal diskleri; 2 – vertikal bog‘lovchi diskler; 3 – ramalar;
 4 – travers; 5 – tortqilar; 6 – vertikal ferma.

Ba’zi hollarda vertikal va gorizontal yuklarni sinch o‘rtasidagi baquvvat vertikal fermalarga uzatish ham mumkin (8.2-rasm, v). Bu holda qavatlararo orayopmalar sinch yuqorisidagi gorizontal traverslarga tortqilar yordamida biriktiriladi. Bunday sinchlarda ustunlarning ishtirok etmasligi uning og‘irligini kamaytiradi.

Tortqilarni poydevorga biriktirish orqali, ya'ni ularni oldindan zo'riqtirib, binoning ko'ndalang yo'nalishidagi bikrligini oshirish mumkin bo'ladi.



8.2-rasm. Po'lat sinchlar sxemasi:

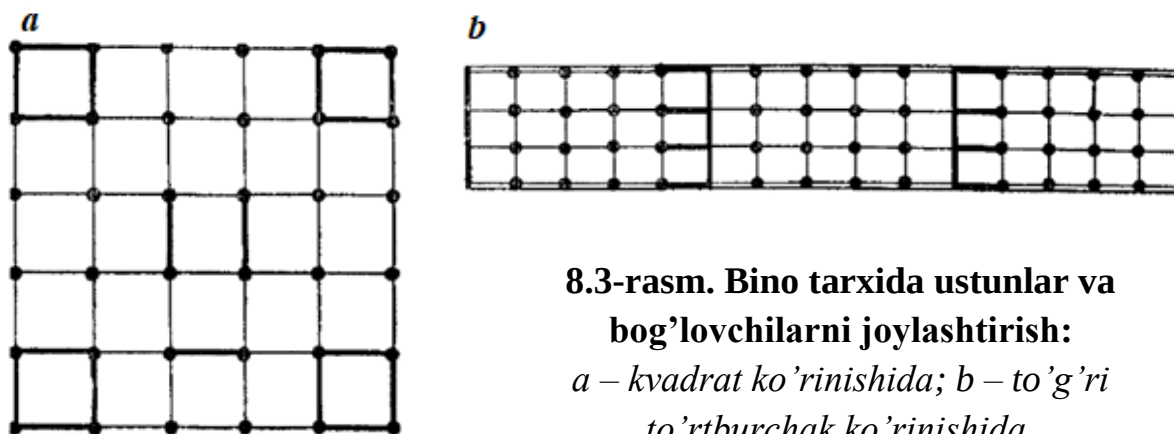
- a* - vertikal ferma ko'rinishdagi bog'lovchisi bo'lgan sinch; *b* - ramali sistema;
v - orayopma konstruksiyalari yuqoridagi traversga biriktirilgan sinch;
 1 - orayopmaning gorizontall diskleri; 2 - vertikal bog'lovchi diskler;
 3 - ramalar; 4 - travers; 5 - tortqilar; 6 - vertikal ferma.

VIII.3. Ustunlarni tarxda (planda) va bino balandligi bo'yicha joylashtirish

Binoning shakli uning nima maqsadda foydalanishiga va arxitekturaviy yechimiga bog'liq bo'ladi.

Binoning tarxda kvadrat yoki to'g'ri burchakli ko'rinishda bo'lishi sinchning sodda konstruktiv yechimlarini loyihalash imkonini beradi.

Ustunlarni tarxda joylashtirishda, ular orasidagi masofa standart modul sistemasiga mos bo'lishi kerak (8.3-rasm).



8.3-rasm. Bino tarxida ustunlar va bog'lovchilarni joylashtirish:

a – kvadrat ko'rinishida; b – to'g'ri to'rtburchak ko'rinishida.

Bu holda sinch elementlari (ustun va to'sinlar) shuningdek to'siq konstruksiyalarining(devor va orayopmalar) bir xilligi ta'minlanadi va ustunlar orasidagi masofa sinchga sarflanayotgan po'lat miqdori bilan aniqlanadi. Ustun qadami oshishi bilan uning umumiy og'irligi kamayib, to'sin og'irligi oshadi. Ustun qadami kichik bo'lganda to'sin og'irligi kamayadi va aksincha ustun og'irligi oshadi. Shuning uchun loyihalashda ustun qadamini eng qulay (optimal) yechimini qabul qilish kerak bo'ladi.

Bundan tashqari ustunning eng qulay qadami binoning balandligidan ham bog'liq bo'ladi. Bino ko'p baland bo'lmaganda ustun qadami kichik qabul qilinadi.

Bino balandiligi 30-40 qavat bo'lganida, ustunning eng qulay qadami 4-6 metr oralig'ida olinadi. Ammo arxitektura-rejaviy talablarga ko'ra ustunlar qadamini qulay (optimal) balandlikdan katta olishga to'g'ri keladi.

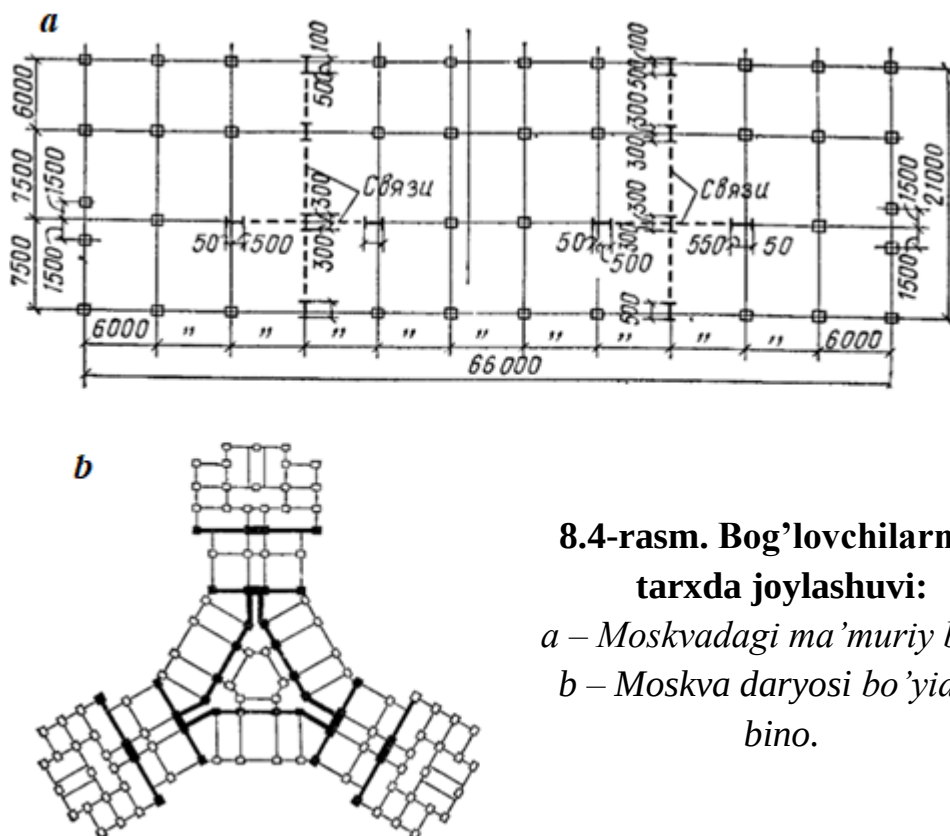
Agar bino tarxda murakkab shaklda loyihalanadigan bo'lsa, uni alohida to'g'ri to'rtburchaklarga ajratib, ustunlar qadamini standartga moslash talab etiladi. Bino balandligi bo'yicha ustunlar uzluksiz ko'rinishda loyihalanadi.

VIII.4. Bog'lovchilarni joylashtirish va ularning konstruktiv sxemalari

Binoga shamol turli yo'nalishda ta'sir etishi mumkin. Shu sababli bog'lovchilar binoning fazoviy bikrligini ta'minlab, uni buralishdan saqlab qolishi talab etiladi.

Ramali sistemalarda ramalar ikkala yo'nalishda joylashganligi sababli, ularning fazoviy bikrligi ta'minlangan hisoblanadi.

Bino bikrligini ta'minlash maqsadida ferma ko'rinishidagi bog'lovchilarni bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishda, binoning asosiy o'qiga nisbatan simmetrik joylashtirish tavsiya etiladi (8.4-rasm).



8.4-rasm. Bog'lovchilarning tarxda joylashuvi:

a – Moskvadagi ma'muriy bino;

b – Moskva daryosi bo'yidagi bino.

Agar vertikal bog'lovchilar nosimmetrik joylashtirilsa, shamol ta'siri binoni buralishiga sabab bo'ladi va bog'lovchilarda qo'shimcha zo'riqishlarni hosil qiladi.

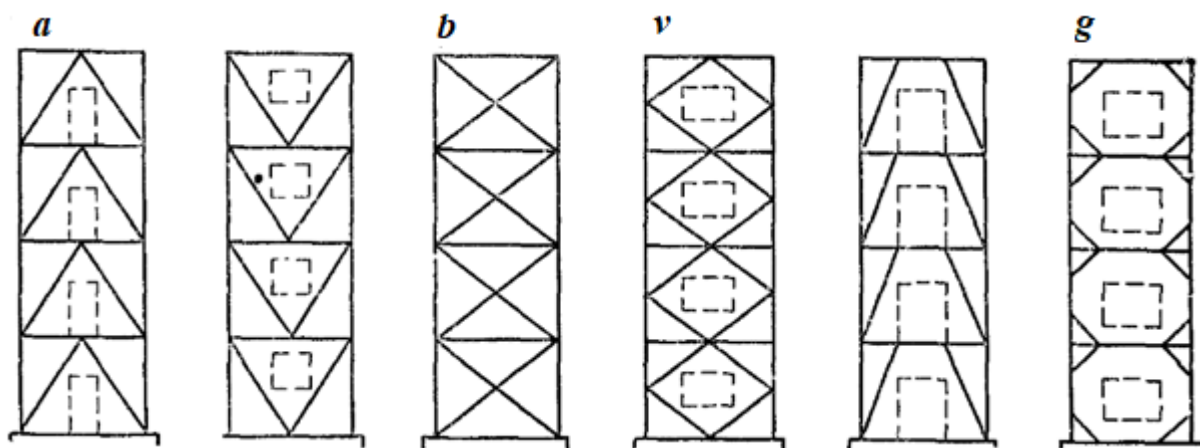
Vertikal bog'lovchi fermaning panjaralari turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Eng ko'p qo'llaniladigan panjara yarim havonli sistemadir (8.5-rasm,a). Bularda deraza va eshiklarni joylashtirish imkoni bo'ladi.

Xochsimon panjarali bog‘lovchilar (8.5-rasm, b) bikrligi katta bo‘lib, deraza va eshiklari bo‘lmagan yaxlit devor panellarida qo‘llaniladi. Panjara havonlari ustunlar siqilishidan hosil bo‘ladigan qo‘shimcha zo‘riqishlarni qabul qiladi. Bu zo‘riqishlar quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma_{\pi} = \sigma_{\kappa} \cos^2 \alpha \quad (8.2)$$

bunda: σ_{κ} – ustundagi siqilish zo‘riqishi. α - havonning nishablik burchagi.

Ba’zi hollarda eshik va derazalarni joylashtirish talabidan kelib chiqib, romb (8.5-rasm,v) va to‘liq bo‘lmagan havon shaklidaga (8.5-rasm, g) panjaralar ham qo‘llaniladi. Romb shakldagi panjaralarda tugunlar soni ko‘p bo‘lganligi sababli, sistema yuk ostida ishlaganda ustunda egiluvchi zo‘riqishlarni hosil qiladi. To‘liq bo‘lmagan havonli panjaralar ham kam bikrli bo‘lib, ustun va to‘sinlarda qo‘shimcha eguvchi momentlarni hosil qiladi.

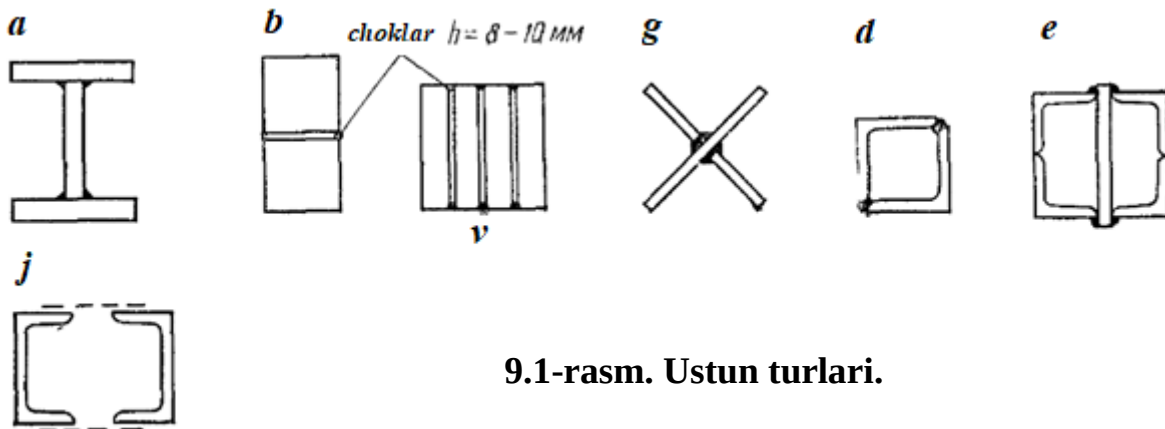


8.5-rasm. Vertikal bog‘lovchilarning konstruktiv sxemalari.

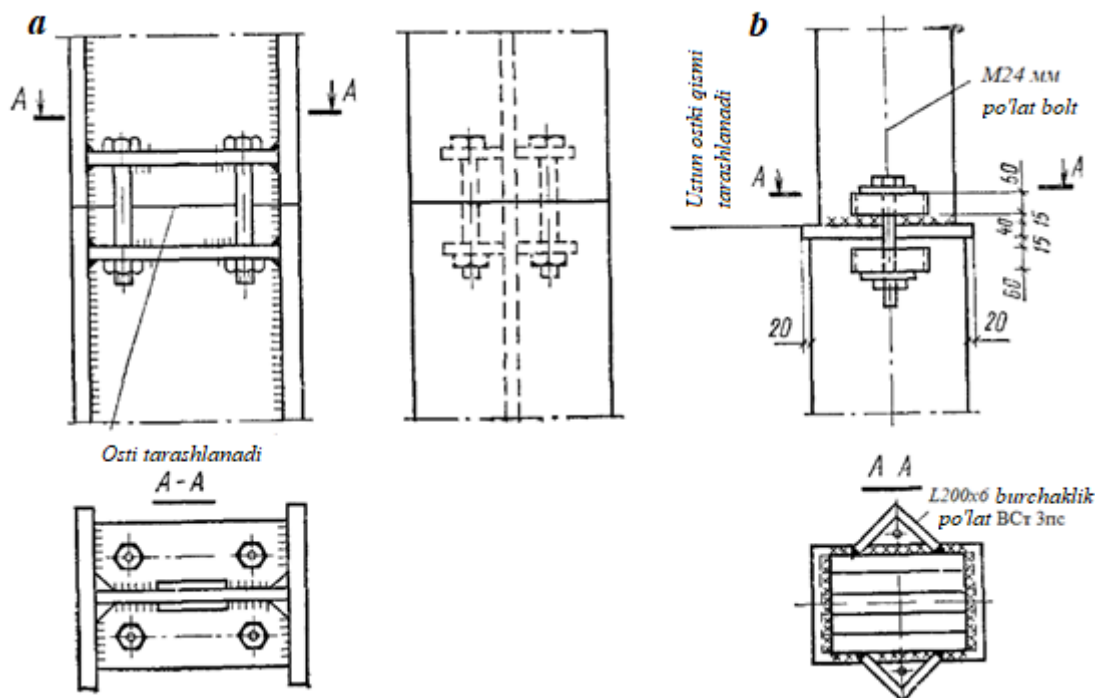
VIII.5. Ustunlar

Kesim turlari. Sinch ustunlar kesimini loyihalashda uni ixcham bo‘lishiga intilish kerak. Bu xonaning foydali yuzasini kengayishiga olib keladi. Ustunning har qaysi qavatdagi uzunligi 3-4 metr bo‘lib, kesim yuzasi yetarlicha bo‘lganda bo‘ylama egilish koeffitsiyenti birga yaqinlashadi (egiluvchanlik 20-30). Shu sababli egiluvchanlik shartidan kesim yuzasini kattalashtirish talab etilmaydi.

Ko'p qavatli binoning sinchlaridagi ustunlar payvand qo'shtavrdan tayyorlanadi (8.6-rasm). Bu qo'shtavrning tokchalari va devorchasi qalin (40-60 mm) varaqli po'latdan payvandlanib, korxonada tayyorlanadi.



Shuningdek qo'shtavr kesimli ustunga sinch to'sinlari oson va tez biriktiriladi. Shu sababli bunday ustunlar ko'p qavatli bino sinchlarida ko'p qo'llaniladi. Lekin, ba'zi hollarda ko'p qavatli binoning pastki qavat ustunlari yaxlit kvadrat yoki to'g'ri to'rtburchak shakldagi po'latdan yasaladi (8.6-rasm, b, v). Masalan, Moskvadagi ko'p qavatli bino ustunlari qalinligi 40-60 mm bo'lgan bir-biriga payvandlangan yaxlit varaqli po'latdan tayyorlangan (8.6-rasm, v).



а

б

М24 гайка атрофи пайвандланади ($h=3\text{ мм}$)

Таянч плитаси ва устун ости тараиланади

$\delta=12$

Тараиланади

Анкер болт М36

120x20, $l=120\text{ мм}$, Платкадаги тешик диаметри $d=27\text{ мм}$

Пўлат остиги қисми

в

400x20

400x20

550x60 $l=2300$

550x60 $l=2300$

550x60 $l=1500$

550x60 $l=1500$

Тараилангандан кейинги ўлчам

210, 5

215, 215

80

Анкер болт М36

Тешик $d=80$

г

Урнатувчи болт $\phi 20$

А-А

Тараиланади

150 150

Шайба $\delta=30$

Шайбадаги $\phi 40$ тешик

$\delta=20$

L 200x12

285 285

80 550 550 80

550 550 60 60

560 20

Б-Б

a – qo‘shstavrlı; b – varaqli po‘lat kesimli ustun uchun; v – katta zo‘riqishga ega bo‘lgan ustun uchun; g – momentni poydevorga uzatuvchi.

Xochsimon kesimli ustun MDU (Moskva davlat universiteti) sinchda qo'llanilgan (8.6-rasm, g). Ustundagi zo'riqish ko'p katta bo'lmaganda (4000-5000 kN) uning kesimi payvandlangan burchakliklardan va ikkita shvellardan qabul qilinadi (8.6-rasm, d, e).

Yengil ustunlarning kesimi esa panjarali ikkita shvellardan yasaladi (8.6-rasm, j).

Ustunlar balandligi bo'yicha har ikki qavatdan so'ng montaj tuguni orqali bir-biri bilan biriktiriladi. Birikish tuguni montaj qilish oson bo'lishi uchun, orayopmalar sathidan ($0,5 \div 1,0$) metrda yuqorida joylashtiriladi. Birikish tugunini soddalashtirish maqsadida ustun tutash qismlari tarashlangan qilib loyihalanadi. Birikish tugunlari payvand va boltlar yordamida bajariladi (8.7-rasm, a, b).

Ustun sterjeni bazaning tayanch plitasiga birikishi uchun uning osti qismi tarashlangan bo'lishi kerak. Tayanch plita o'rnatuvchi uchta boltlar yordamida poydevorga aniq joylashtirilib, anker boltlar bilan tortib mahkamlanadi (8.8-rasm, b). Tayanch plita bilan poydevor oralig'i sementli qorishma bilan to'ldiriladi.

Ramali sistemalarda eguvchi momentni poydevorga uzatish maqsadida ustunning baza qismi traversa va maxsus biriktiruvchi anker boltlar bilan loyihalanadi (8.8-rasm, g).

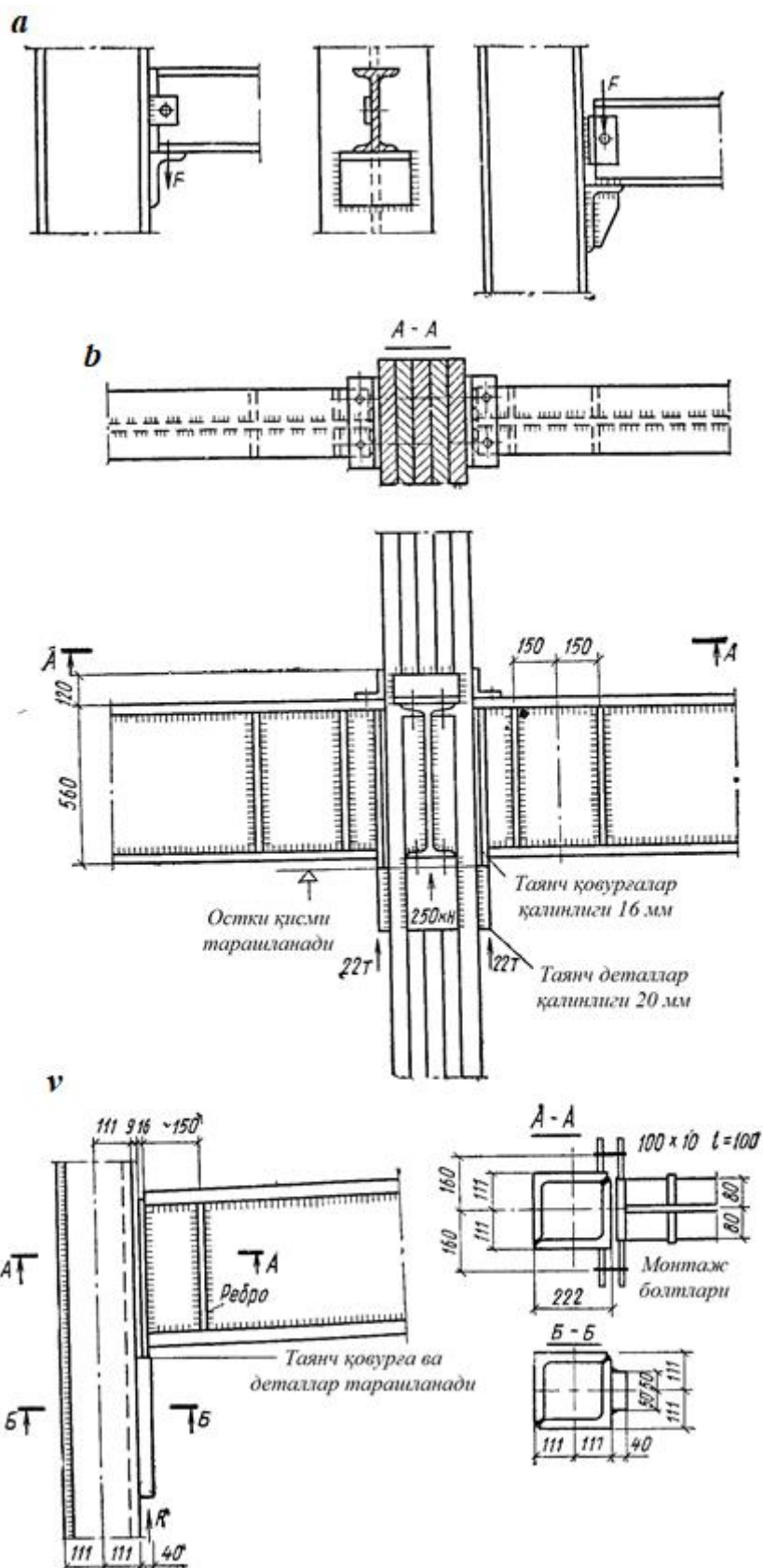
VIII.6. Sinch to'sinlari

Ko'p qavatli bino sinchi to'sinlar katagini tashkil etadi. Ularni joylashtirish usullari yuqorida ko'rib chiqilgan edi. Ustun o'qlari bo'yicha joylashgan to'sinlar ramali bog'lovchilar bo'lib, vertikal va gorizontal yuklar ta'siridan egilishga ishlaydi.

Qavatlararo yopma konstruksiyalarning qurilish balandligi 350-400 mm oralig'ida qabul qilinganligi sababli, to'sinlar yoyma yoki payvand ko'shtavr kesimli loyihalanadi.

To'sinlar ustunga sharnirli yoki bikr qilib biriktiriladi. Sharnirli biriktirganda, ustunga faqat vertikal reaksiyani, bikr qilib

mahkamlanganda esa vertikal reaksiya va momentni uzatadi. Ramali bog'lovchi sinchlarda to'sinlar ustunga bikr qilib loyihalanadi.



8.9-rasm. To'sinning ustunga sharnirli (erkin) birikishi:
a-v – birikish tugunlari.

To'sin ustunning yon tomondan biriktirilganda ular orasida 10-20 mm masofa qoldiriladi. Bu sinchni montaj qilishda qulaylik tug'diradi. Sharnirli biriktirilganda to'sin reaksiyasi montaj tayanch qovurg'aga uzatiladi va u o'rnatuvchi boltlar yordamida mahkamlanadi (8.9-rasm).

Bikrli biriktirilganda to'sinning vertikal qovurg'asi ustunga payvandlanadi. Ramali bog'lovchilari bo'lgan sinchlarda to'sin ustunga bikr biriktiriladi.

VIII.7. Panjarali bog'lovchi konstruksiyalar

Bu turdagi bog'lovchilar fermalar kabi loyihalanadi. Unda ferma kamari vazifasini ustunlar, ferma ustunchalari vazifasini esa orayopma to'sinlar bajaradi. Qo'shimcha ravishda havonlar joylashtiriladi. Element tugunlari fasonkalar yordamida bajariladi. Yig'ish ishlari montaj boltlar yordamida amalga oshirilib, so'ngra havonlar fasonkalarga payvandlab biriktiriladi.

Panjarali bog'lovchilar fasonka profillardan (shveller, burchaklik, qo'shtavr) tayyorlanib, ustunlar qadamiga bog'liq holda har xil ko'rinishda bo'ladi.

VIII.8. Ko'p qavatli binoning po'lat sinchlarini hisoblash asoslari

Umumiy ma'lumotlar

Ko'p qavatli binoning po'lat sinchi mustahkamlikka, ya'ni yuk ko'tarish qobiliyatiga va bikrlikka hisoblanadi. Bikrlikka hisoblashda, shamol ta'siridan po'lat sinchning maksimal egilishi, uning 1/500 balandligidan oshmasligi kerak. Mustahkamlikka hisoblashda sinchga hamma vertikal, gorizontaal va maxsus yuklarning noqulay birgalikda ta'sir etishi e'tiborga olinadi. Sinch sistemalari ko'p marta statik aniqmas sistemadir. Uni qo'lda qurilish mexanikasi usullari bilan hisoblash mumkin. Ramani solqiligini hisoblashda barcha yuklar sinch bilan qabul qilinadi deb hisoblangan. Bunda bikrlik hisobga

olinmagan. Lekin binoning bikrligi to'siq konstruksiyalari ichki devorlar bilan ta'minlanadi.

Vertikal va gorizontal yuklar QMQ va maxsus texnik shartlardan qabul qilinadi.

Hozirda ramalar kompyuter texnologiyalardan foydalanib maxsus dasturlar (masalan "PK LIRA SAPR") asosida hisoblanadi.

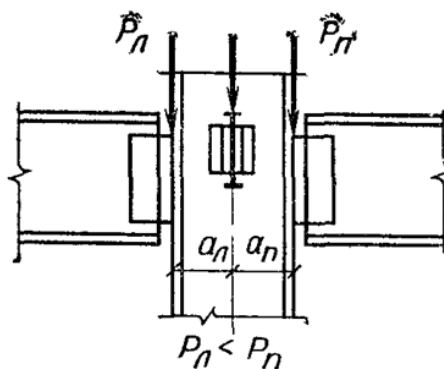
Vertikal yuklarga hisoblash

Sinch to'sinlari ustunga sharnirli birikkan bo'lsa, u huddi bir ravog'li to'sin kabi hisoblanadi. Sinch ustunlari esa vertikal doimiy va vaqtinchalik yuklardan markaziy siqilishga ishlaydi. Qo'shimcha ravishda ustun bir tomonlama ta'sir etayotgan vaqtinchalik yukka hisoblanib, yuk ko'tarish qobiliyati tekshiriladi. Bu holda, orayopmalar sathida ustunga tashqi eguvchi moment qo'yilgan deb qaraladi (8.10-rasm).

$$M = P_n \cdot a_n - P_{\pi} \cdot a_{\pi}$$

bunda: P_n, P_{π} - o'ng va chap tomondagi vertikal yuk.

a_n, a_{π} - ustun markaziy o'qidan vertikal yuklarga bo'lgan masofa.



8.10-rasm. To'sinni ustunga sharnirli birikishining hisoblash sxemasi:

Ustundagi hisobiy eguvchi moment qiymatlarini aniqlashda uzluksiz to'sin tayanchlariga tashqi moment ta'sir etayotgan sxemadan foydalanish mumkin. Agar sinch ramali sistemadan iborat bo'lib, to'sin ustunga biki payvandlab biriktirilgan bo'lsa, vertikal

yuklarga hisoblashda qurilish mexanikasi uslublaridan foydalanish mumkin bo‘ladi.

Ustun va to‘sindagi hisobiy eguvchi moment qiymatlari, doimiy va vaqtinchalik yuklarning noqulay birgalikdagi ta‘siridan aniqlanadi.

Gorizontal yuklarga hisoblash

Ramali sistemalarda gorizontal yukni barcha ramalar qabul qiladi. Bog‘lovchili sistemalarda esa bog‘lovchilar qabul qiladi.

Ramali sistemada, shamol ta‘siri barcha ramalar, bikrligiga mutanosib ravishda bir xil taqsimlanadi. Bu sinchning fazoviy ishlash xususiyatida e‘tiborga olinadi. Ramaga gorizontal yuklar aniqlangandan so‘ng u tekis rama ko‘rinishida hisoblanadi.

Alohida turuvchi vertikal bog‘lovchilarga shamol ta‘siri ularning bikrligiga mutanosib ravishda taqsimlanadi. Shamol ta‘siridan hosil bo‘ladigan yuklar aniqlangandan so‘ng bog‘lovchilar vertikal fermalar kabi hisoblanadi. Hisoblashda qurilish mexanikasining usullaridan foydalaniladi. Quyida ko‘p qavatli ramani “Lira” dasturida hisoblash keltirilgan.

Hisoblashga doir misol.

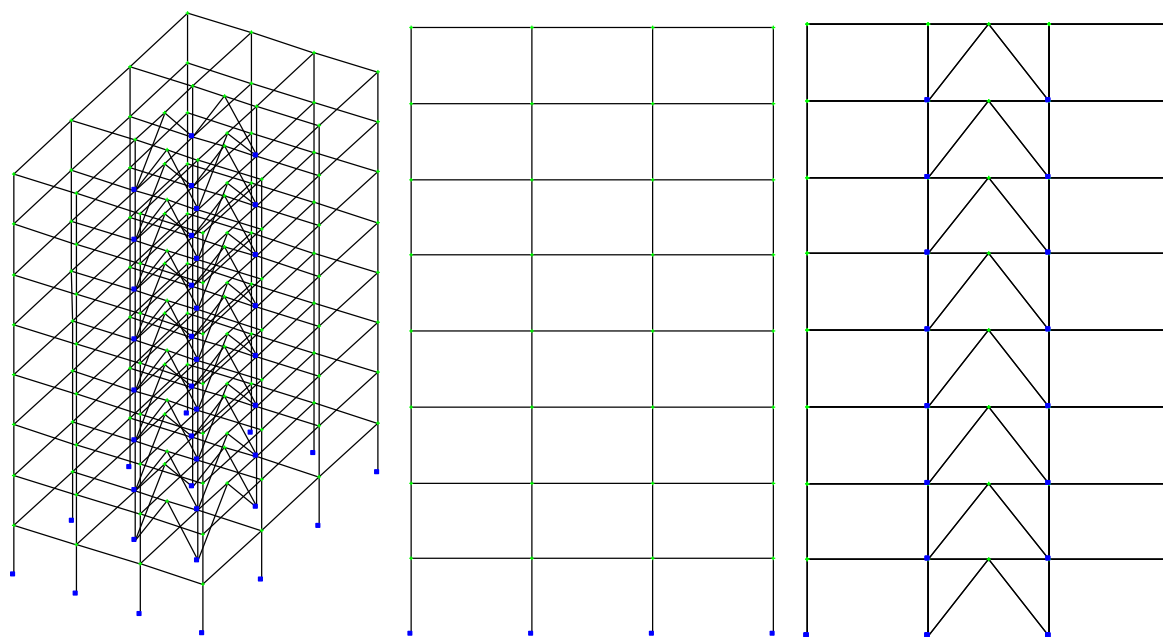
Hisoblash uchun kerakli ma‘lumotlar. Agar bino tarxi kvadrat shakliga yaqin bo‘lib, sinch bir jinsli bo‘lmasa, u holda butun sinchni fazoviy sistema kabi hisoblash talab etiladi.

Ushbu misolda tarxda kvadrat shaklda, sinchi rama-bog‘lovchili bo‘lgan, ustun va rigellar markaziy bikrlik yadrosiga biriktirilgan bino hisoblanadi. Bino o‘lchami 18x18m, ustunlar to‘ri 6x6m, bino 8 qavatli bo‘lib, qavat balandligi 3,8m (8.11-rasm).

Hamma yuklarni ferma misolida berilgandek qabul qilamiz. Bunda fermalar X o‘qi bo‘yicha joylashgan bo‘lib, to‘shamadan tushadigan yuklar unga uzatiladi. Shuningdek eng chekka fermalarga (ramaga) yuklar 2 marta kam tushadi.

Bikrlik tiplarini ham oldingi ferma misolidan olinadi. Bo‘ylama rigel-bog‘lovchilar uchun qo‘shimcha bikrlik tipini qabul qilamiz. Bog‘lovchi havonlarni faqat X va Y o‘qlar yo‘nalishida o‘rta ravoq

bo'yicha qo'yamiz. Bunda ustun, rigel va bog'lovchilar sinch markazida bikrlilik yadrosini hosil qiladi.



8.11-rasm. Fazoviy sinchning aksonometrik proyeksiyasi, chekka va o'rta ramalar qirqimi.

LIR-VIZOR ilovasida sinch sxemasini tuzish.

5-toifa sistemali yangi misol fayli yaratiladi. So'ngra tekis ramani yaratib va uni Y o'qi bo'yicha 6 m ga orttirib, 3 marta nusxalanadi (копировать). So'ngra bo'ylama rigelni kiritib hamma yo'nalish bo'yicha nusxalanadi. “полифильтр” vositasidan foydalanib bikrlilik yadrosi chegarasida hamma rigellarni belgilab, ularni ikki elementga bo'lamiz. So'ngra bog'lovchi havonlarini kiritib, uni barcha yo'nalishlar bo'yicha nusxalaymiz.

Sxemani yaratgandan so'ng uni jamlab, qayta nomerlaymiz. Sinchning aksonometrik proyeksiyasi 8.11-rasmda ko'rsatilgan.

“Полифильтр” vositasi yordamida bikrlilik tiplarini berishda elementlar guruhini ajratamiz. Elementlarning quyidagi bikrlilik tiplarini qabul qilamiz:

1. Tashqi ustunlar;
2. Bikrlilik yadrosidagi o'rta ustunlar;
3. Ravog'i 6m bo'lgan chekkadagi rigellar;
4. Ravog'i 3m bo'lgan bikrlilik yadrosidagi o'rta rigellar;
5. Bog'lovchilar havonlari.

«Полифильтр» vositasidan foydalanib yuklarni kiritamiz. Sinchning yuklanishlar ro'yxatini, shuningdek HZJ ko'rsatgichlari 8.1-jadvalda ko'rsatilgan.

Qo'shtavr kesimli ustunlarning bikrlilari X,Y o'qlar yo'nalishida xar xil bo'lganligi uchun gorizonta ta'sirlarni ikki yo'nalishda ham hisobga olish kerak bo'ladi. Bu zo'riqishga va ustun kesimini tanlash natijalariga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

8.1-jadval. Yuklanishlar va HZJ ko'rsatgichlari ro'yxati.

№ загр. (Yuklanish №)	Наименование нагрузки (Yuklarning nomlanishi)	Группа вдаим. загружений (Yuklanishlar guruhi)	Коэф. сочетаний (Yuklarni birgalikda ta'sir etish ehtimolini hisobga oladigan koeffitsiyent)		
			Осн.1 (Asos.1)	Осн.2 (Asos.2)	Особое (Maxsus)
1	Постоянная (Doimiy)		1	1	0,9
2	Снеговая(Qog)		1	0,9	0,5
3	Полезная (все перекрытия)(Foydali(orayotma og'irligi))		1	0,9	0,5
4	Ветер по направлению X+ (Shamol X+ yo'nalishida)	1	1	0,9	0
5	Ветер по направлению X- (Shamol X- yo'nalishida)	1	1	0,9	0
6	Ветер по направлению Y+ (Shamol Y+ yo'nalishida)	1	1	0,9	0
7	Ветер по направлению Y- (Shamol Y- yo'nalishida)	1	1	0,9	0
8	Сейсмическая по направл. X (Seysmika X yo'nalishida)	2	0	0	1
9	Сейсмическая по направл. Y (Seysmika Y yo'nalishida)	2	0	0	1

Seysmik ta'sirlar ko'rsatgichlarini oldingi misoldagidek qabul qilamiz, shuningdek elementlarning noelastik deformatsiyalarini kiritamiz: Ustun uchun $\mu = 7,5$; rigel uchun $\mu = 10$ va havonlar uchun $\mu = 15$.

Hisoblash natijalari.

[Q.2] me'yorga asosan ustunning gorizontal siljishi $N/200$ dan katta bo'lmasligi kerak, H – orayopma balandligi. X yo'nalish bo'yicha seysmik yukdan ustun yuqori tugunining siljishi, taqsimlanish shakli bo'yicha siljishlar yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

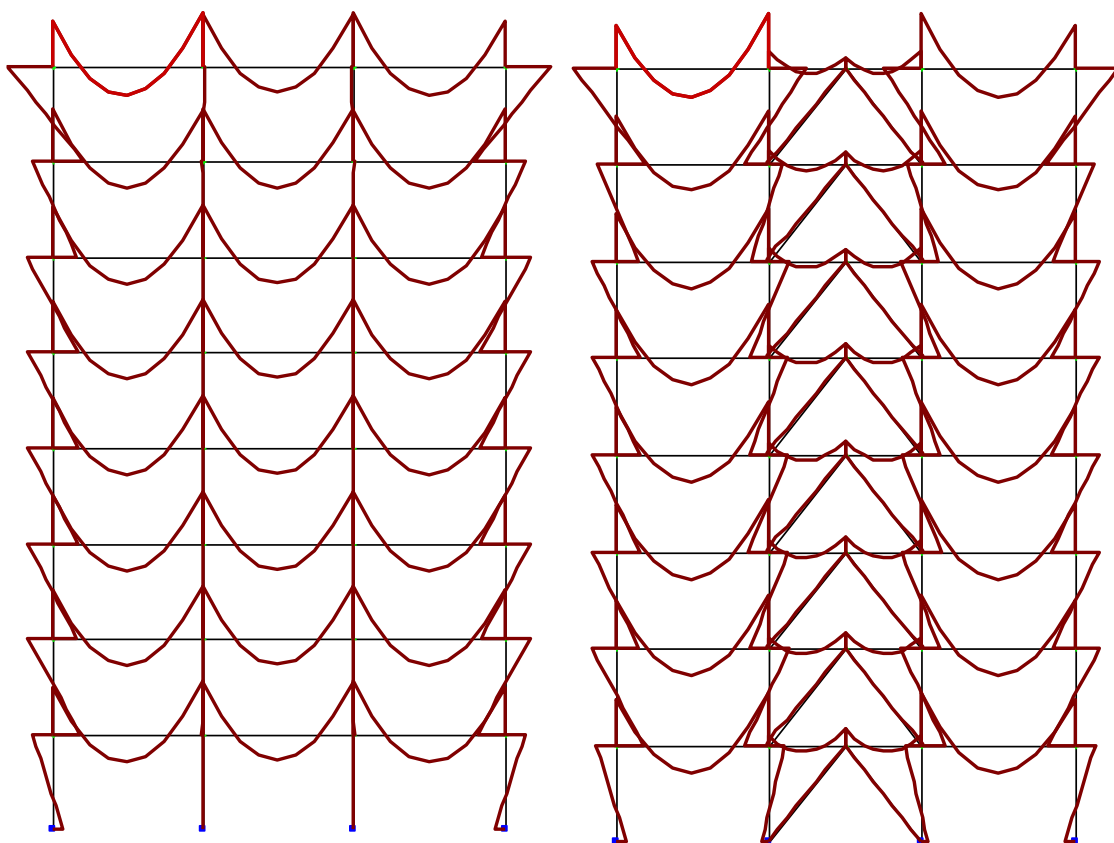
$$U_x = 17,087 - 2,711 + 1,062 = 15,438 \text{ sm} \approx N/200 = 30,4 \cdot 100/200 = 15,2 \text{ sm}.$$

Ustun bikrligi yetarli deb hisoblash mumkin, chunki siljishlar hisobiy yuklardan hisoblangan.

Huddi shunday Y o'qi yo'nalishida:

$$U_y = 17,438 - 2,544 + 1,738 = 13,156 \text{ sm} < N/200 = 30,4 \cdot 100/200 = 15,2 \text{ sm}.$$

Shamol ta'siridan hosil bo'ladigan siljishlar juda kichik bo'lgani uchun (1,293 sm) uni tekshirish talab etilmaydi.



8.12-rasm. Doimiy yukdan tashqi va ichki ramalardagi eguvchi moment epyuralari (X o'qi yo'nalishida).

Hisoblash natijalari yaxshi ko‘rinishi uchun sinchning ichki va tashqi ramalardagi eguvchi moment epyuralarini doimiy yukdan, hamda X o‘qi yo‘nalishida ko‘rsatamiz (8.12-rasm).

HZJ jadvalidan tashqi burchakda joylashgan va bikrlilik yadrosi tarkibidagi ustun (1-qavat) uchun tanlangan zo‘riqishni tanlaymiz. Bu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, HZJ tarkibiga X va Y yo‘nalishidagi shamol va seysmik ta’siri yuklanishlari kiradi. Hamma HZJda tekislikda va perpendikulyar tekislikda eguvchi momentlar ko‘p katta emas, ya’ni ustunlar faqat bo‘ylama kuchga ishlaydi. Burovchi moment qiymatlari kichikligi sababli jadvalda keltirilmagan. Elementlar nomerlari ekranda ko‘rinadi.

8.2-jadval. 1 chi qavat ustunlar uchun HZJ.

№ элем (Element №)	№ сеч. (Kesim №)	сейсм	Группа PCY (HZJ guruhi)	Критерий (Mezon)	Усилия (Kuchlanishlar) (kN, m)					№№ загруж. (Yuklanishlar №№)
					N	M _y	Q _z	M _z	Q _y	
1	1	-	A	2	-495.00	-	8.17	-0.38	-	1 2 3 5
1	1	-	A	6	-486.79	-2.29	3.30	-0.42	-	1 2 3 4
1	1	-	A	9	-347.19	-3.79	2.97	10.02	3.30	1 6
1	1	-	A	10	-357.59	-3.78	2.97	-	-	1 7
1	1	-	A	18	-500.05	-7.91	6.20	-0.40	-	1 3
1	1	-	A	24	-495.57	-7.50	5.88	-9.53	-	1 2 3 7
1	1	-	A	26	-486.21	-7.50	5.88	8.95	-	1 2 3 6
1	1	S	B	1	-303.86	14.84	-3.30	-0.43	-	1 8
1	1	S	B	2	-407.38	-	10.26	-0.24	-	1 2 3 8
1	1	S	B	5	-330.43	-	8.64	-0.22	-	1 8
1	1	S	B	6	-380.81	12.78	-1.68	-0.45	-	1 2 3 8
1	1	S	B	9	-302.40	-3.42	2.68	28.76	-	1 9
1	1	S	B	10	-408.84	-5.45	4.29	-	-	1 2 3 9
1	1	-	B	18	-500.05	-7.91	6.20	-0.40	-	1 3

									0.31	
1	1	S	B	26	-379.35	-5.49	4.29	28.74	6.41	1 2 3 9
1	2	-	A	2	-359.52	7.50	2.97	-0.40	- 1.58	1 2 7
1	2	-	A	4	-350.74	7.04	2.57	0.71	- 0.29	1 2 4
1	2	-	A	6	-496.90	15.66	6.20	0.78	- 0.31	1 3
1	2	-	A	9	-344.03	7.50	2.97	2.11	0.87	1 6
1	2	-	A	10	-354.43	7.50	2.97	-0.53	- 1.73	1 7
1	2	-	A	13	-491.84	15.47	6.55	0.77	- 0.30	1 2 3 5
1	2	-	A	24	-492.42	14.84	5.88	-0.34	- 1.61	1 2 3 7
1	2	S	B	1	-401.42	15.49	10.26	0.65	- 0.24	1 3 8
1	2	S	B	2	-304.13	2.09	-3.30	0.65	- 0.28	1 2 8
1	2	-	B	6	-496.90	15.66	6.20	0.78	- 0.31	1 3
1	2	S	B	9	-299.56	6.74	2.68	5.25	6.42	1 9
1	2	S	B	10	-406.00	10.83	4.29	-3.94	- 6.94	1 2 3 9
1	2	S	B	13	-404.54	15.49	10.26	0.65	- 0.24	1 2 3 8
1	2	S	B	14	-301.02	2.09	-3.30	0.65	- 0.28	1 8
1	2	-	B	24	-492.42	14.84	5.88	-0.34	- 1.61	1 2 3 7
105	1	-	A	2	- 1524.96	10.53	-9.03	-3.44	- 0.63	1 2 3 7
105	1	-	A	4	- 1528.31	-2.28	-5.03	1.39	- 1.13	1 2 3 5
105	1	-	A	9	- 1028.67	10.10	-8.66	5.87	- 2.60	1 2 3 6
105	1	-	A	10	- 1017.73	5.40	-4.64	-4.42	- 1.18	1 7
105	1	-	A	14	- 1025.30	22.97	12.69	1.02	- 0.82	1 2 3 4
105	1	S	B	1	54.39	4.03	-3.46	12.48	4.50	1 9
105	1	S	B	2	- 1687.14	8.11	-6.97	10.89	- 3.21	1 2 3 9
105	1	S	B	3	35.40	35.65	-	0.15	0.12	1 8

							13.05			
105	1	S	B	4	- 1668.16	- 23.51	2.62	1.44	1.17	1 2 3 8
105	1	-	B	6	- 1528.31	-2.28	-5.03	1.39	1.13	1 2 3 5
105	1	S	B	9	-242.73	6.90	-5.91	12.74	4.71	1 2 3 9
105	1	S	B	10	- 1390.03	5.25	-4.52	- 11.15	- 3.41	1 9
105	1	S	B	13	- 1371.04	- 26.37	5.07	1.18	0.97	1 8
105	1	S	B	14	-261.71	38.52	-15.50	0.41	0.33	1 2 3 8
105	2	-	A	2	- 1523.62	- 21.38	-5.03	-2.91	1.13	1 2 3 5
105	2	-	A	4	- 1520.27	- 23.78	-9.03	-1.05	- 0.63	1 2 3 7
105	2	-	A	9	- 1023.98	- 22.81	-8.66	-3.99	2.60	1 2 3 6
105	2	-	A	10	- 1013.04	- 12.22	-4.64	0.07	- 1.18	1 7
105	2	-	A	14	- 1020.61	- 25.27	-12.69	-2.11	0.82	1 2 3 4
105	2	S	B	2	- 1663.94	- 13.36	2.62	-3.03	1.17	1 2 3 8
105	2	S	B	3	58.61	-9.12	-3.46	-4.63	4.50	1 9
105	2	S	B	4	- 1682.92	- 18.37	-6.97	1.31	- 3.21	1 2 3 9
105	2	S	B	7	39.63	- 14.12	- 13.05	-0.30	0.12	1 8
105	2	S	B	9	-238.50	- 15.57	-5.91	-5.17	4.71	1 2 3 9
105	2	S	B	10	- 1385.81	- 11.92	-4.52	1.84	- 3.41	1 9
105	2	S	B	13	- 1366.82	-6.91	5.07	-2.50	0.97	1 8
105	2	S	B	14	-257.49	- 20.57	-15.50	-0.83	0.33	1 2 3 8

«Lir-STK» ilovasida kesim tanlash.

Hamma elementlar uchun 09Г2С po‘lat qabul qilamiz. Bikrlik tiplari uchun qo‘shimcha ko‘rsatgichlar kiritamiz. Ustunlarda eguvchi momentlar katta bo‘lmagani, bo‘ylama kuch yuqori qavatlardan pastga qarab oshgani uchun 1-qavat ustunining kesim yuzasini ham

tanlaymiz. Shuningdek rigel va bog'lovchi havonlar kesimini ham tanlaymiz.

Saralab olingan ustun va rigellarning kesim yuzalari natijalari 8.3-jadvalda keltirilgan. Tanlangan profillar qabul qilingan profillardan kichik bo'lib chiqdi, shu sababli qayta hisoblash talab etilmaydi.

8.3-jadval. Sterjen kesimlarini tanlash natijalari.

Элемент	НС	Группа (Guruh)	Шаг решетк и (ребер), м (Panjar a qadami, m)	Проценты истощения несущей способности колонны по сечениям, % (Keismlari bo'yicha ustunning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)												Длина элемент а, м (Element uzunligi, m)
				но р	УУ 1	УЗ 1	УУ Z	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У		
Сечение(Kesim): 1. Двутавр(Qo'shtavr) 30K1																
Профиль: 30K1; ГОСТ 26020-83																
Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный)(Ustun tipidagi keng tokchali qo'shtavr)																
1			Подобрано(Tanlandi):1. Двутавр 20K1													
			Профиль: 20K1; ГОСТ 26020-83													
			Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
1	1		0.00	63	75	50	75	57	34	0	54	75	57	54	3.80	
1	2		0.00	48	73	36	73	56	33	0	52	73	56	52	3.80	
Сечение(Kesim): 2. Двутавр(Qo'shtavr) 23K1																
Профиль: 23K1; ГОСТ 26020-83																
Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный) (Ustun tipidagi keng tokchali qo'shtavr)																
57			Подобрано(Tanlandi):2. Двутавр 20K2													
			Профиль: 20K2; ГОСТ 26020-83													
			Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
57	1		0.00	57	83	0	0	39	23	26	45	83	39	45	6.00	
57	2		0.00	62	93	0	0	39	23	26	45	93	39	45	6.00	
Сечение(Kesim):: 3. Двутавр(Qo'shtavr) 35K2																
Профиль: 35K2; ГОСТ 26020-83																
Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный) (Ustun tipidagi																

Элемент	НС	Группа (Guruh)	Шаг решетки (ребер) , м (Panjar a qadami , m)	Проценты истощения несущей способности колонны по сечениям, % (Keismlari bo'yicha ustunning yuk ko'tarish qobiliyati foizlari, %)											Длина элемента, м (Element t uzunligi, m)
				но р	УУ 1	УЗ 1	УУ Z	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
keng tokchali qo'shtavr)															
105			Подобрано(Tanlandi):3. Двутавр 26К1												
			Профиль: 26К1; ГОСТ 26020-83												
			Сталь(Po'lat): 09Г2С; ГОСТ 19281-73*												
105	1		0.00	72	89	67	89	48	28	42	71	89	48	71	3.80
105	2		0.00	68	91	66	91	47	28	0	70	91	47	70	3.80

Ko'p qavatli bino sinchini tekis va fazoviy sxema bo'yicha hisob natijalarini taqqoslaganda, markazida bikrlilik yadrosi bulgan fazoviy sxemada hisoblash murakkab, lekin aniq bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Ko'p qavatli po'lat sinchli binolarning asosiy xususiyatlari?
2. Sinch turlari va ularning planda joylashishi qanday bo'ladi?
3. Ustunlar tarxda va bino balandligi bo'yicha qanday joylashtiriladi?
4. Sinch bog'lovchilari qanday joylashtiriladi va ularning konstruktiv sxemalari qanday ko'rinishda bo'ladi?
5. Sinchlarga ta'sir etuvchi yuklar.
6. Bog'lovchilarning konstruktiv sxemalari va ularning ustunlarga birikishi.
7. Ustun kesimlarining turlari qanday bo'ladi?
8. Ustunlarning baza qismlarining konstruksiyasi.
9. Sinch to'sinlari deganda nimani tushunasiz?
10. To'sinlar va ularning tugunlari.
11. Panjarali bog'lovchilar qanday bog'lovchilar hisoblanadi?
12. Ko'p qavatli binoning po'lat sinchlari kompyuter dasturlarida qanday hisoblanadi?

IX bob. Varaqli po‘lat konstruksiyalar

IX.1. Umumiy ma’lumotlar

Varaqli po‘latdan tashkil topgan va asosan suyuqlik, gaz va sochiluvchan materiallarni saqlash va tashish uchun mo‘ljallangan konstruksiyalarga varaqli po‘lat konstruksiyalar deb aytiladi.

Ularga quyidagilar kiradi:

1. Rezervuarlar – suv, neft mahsulotlari va boshqa suyuqliklarni saqlash uchun;
2. Gazgolderlar – gazlarni saqlash va taqsimlash uchun;
3. Bunker va siloslar – sochiluvchi materiallarni saqlash va qayta yuklash uchun;
4. Katta diametrli quvurlar (trubalar) – suyuqlik va gazlarni uzatish (transportirovka) uchun;
5. Maxsus konstruksiyalar – metallurgiya, kimyo va boshqa sanoat tarmoqlari (domna pech qobiqlari, havo isitish moslamalari, chang ushlagichlar, elektrfiltrlar, kimyo idishlari va neftgaz apparatlari) uchun;
6. Tutun chiqaruvchi va ventilyasiya (shamollatish) trubalari (quvurlari) uchun;
7. Yaxlit minoralar;
8. AESlarning himoya qobiqlari.

Shuningdek bu konstruksiyalar raketasozlikda va kemasozlikda ham ishlatiladi.

Bunday konstruksiyalar xalq xo‘jaligida keng qo‘llaniladi. U jami qo‘llaniladigan metall konstruksiyalar hajmining 30 % tashkil etadi.

IX.2. Varaqli po‘lat konstruksiyalarning asosiy xususiyatlari

Varaqli po‘latdan yasalgan konstruksiyalar hajmli (idish) bo‘lib, yupqa devorli qobiqsimon konstruksiyalardir.

Bu turdagi konstruksiyalarning ishlash sharoiti va joylashishi har xil bo'ladi: yerda, yer ostida, yer ustida, yarmi yer ustida, suv tagida. Ular statik va dinamik yuklarni qabul qiladi. Varaqli po'latdan yasalgan konstruksiyalar past, o'rta va yuqori bosimda ishlashi mumkin. Shuningdek ular vakuum holatda, past, o'rta va yuqori harorat (temperatura) ta'sirida, normal yoki agressiv muhitda qo'llanilishi mumkin.

Varaqli po'latdan yasalgan konstruksiyalarning boshqa metall konstruksiyalar xususiyatlaridan farqi shuki, ularda ikki yo'nalishda kuchlanganlik holati kuzatiladi. Suyuqlikning bosimi natijasida idish devorining tubi bilan birlashgan joylarida mahalliy kuchlanishlar hosil bo'ladi. Lekin ular shu joydan uzoqlashgan sari tez so'nib boradi. Bu turdagi konstruksiyalar bir vaqtning o'zida yuk ko'taruvchi va to'suvchi konstruksiya vazifalarini bajaradi.

Ularni tayyorlashda quyidagi texnologik jarayonlar amalga oshiriladi: varaqli po'latni fasonli bichish, idish devori uchun varaqli o'ramli po'latni tayyorlash (valchovka) idish tubi va tomi uchun varaqli po'latlarni qirralariga ishlov berib, payvandlashga tayyorlash.

Varaqli po'latdan yasalgan konstruksiyalarda oddiy metall konstruksiyalarga qaraganda, payvand choklar uzunligi 2-3 marta, ya'ni payvandlash ishlari hajmi bir necha bor ko'pdir.

Bunday konstruksiyalarda payvand choklarga yuqori talablar qo'yiladi. Ular nafaqat mustahkam, balki zichligi ham yuqori bo'lishi kerak. Payvand birikmalar uchma-uch, ustma-ust shaklda bajariladi. Uchma-uchli birikmalar ishonchliroq va po'lat sarfi kamroq bo'lgani uchun, amalda keng qo'llaniladi. Lekin bunday birikmali varaqli po'lat konstruksiyalarda choklarni sifatini puxtaroq nazorat qilishga to'g'ri keladi. Ustma-ust bajarilgan choklardan kamroq foydalaniladi, chunki ularda choklar soni va uzunligi ko'p bo'ladi. Bunday birikmalar idishdagi zo'riqishlar katta bo'lmaganda qo'llaniladi.

Varaqli po'latdan yasalgan konstruksiyalarni tayyorlashda yarim avtomat va avtomat elektr yoyli payvandlash usullaridan foydalaniladi. Shuningdek elektroshtakli payvandlash ham qo'llaniladi.

Varaqli po‘latdan yasalgan konstruksiyalarda qalinligi 4 mmgacha bo‘lgan, sovuq holatda yoyilgan va qalinligi 10 mmgacha bo‘lgan issiq holatda yoyilgan o‘rama varaqli po‘latlar ishlatiladi. Po‘latning markasi 2.03.05-13 “Po‘lat konstruksiyalari. Loyihalash me‘yorlari” SHNQga asosan qabul qilinadi. Shuningdek po‘lat markalari zarbiy qovushqoqlik talablariga ham javob berishi kerak.

Magistral quvur o‘tkazgichlar, maxsus rezervuarlar, domna pech qobiqlari, havo haydagichlar va h.k. uchun po‘lat markalari maxsus ishlab chiqilgan ko‘rsatmalardan qabul qilinadi. Ishqor va boshqa agressiv suyuqlik saqlanadigan rezervuarlar uchun alyuminiy, alyuminiy qotishmalari va korroziyaga chidamli varaqli po‘latlar ishlatiladi.

Rezervuar va gazgolderlarni tashqi sirtini korroziyadan himoya qilish maqsadida ular lak-bo‘yoqli yupqa qatlam bilan himoyalangani. Bu konstruksiyalar tubining ostki yuzasini korroziyadan saqlash uchun uning qumli asosida himoyalovchi qatlam tashkil etiladi.

Varaqli po‘latdan yasalgan konstruksiyalarda saqlanadigan mahsulot agressiv (tajovuzkor) ta’sirga ega bo‘lsa, uning ichki sirti korroziyadan himoyalangani. Masalan oltingugurt, neft saqlanadigan idishlarning ichki sirti perxlorvinil bilan qoplanadi.

Varaqli po‘latdan yasalgan konstruksiyalardan foydalanish, ishlashining o‘ziga xosligi, loyihalash me‘yorlarida qo‘shimcha ishlash sharoiti koefitsiyenti (γ_c) bilan e’tiborga olinadi. Masalan silindrik rezervuar devorini mustahkamlikka hisoblaganda bu koefitsiyent $\gamma_c = 0,8$ ga teng bo‘ladi.

IX.3. Rezervuarlar. Umumiy ma’lumotlar, turlari va qo‘llanish sohasi

Neft, neft mahsulotlari, suyultirilgan gaz, suv, suyultirilgan ammiyak, ishqorlar, texnik spirt va suyuqliklar saqlanadigan katta hajmli idishlarga rezervuarlar deyiladi. Fazoda joylashishi va geometrik shakliga qarab, silindrik (vertikal va gorizontal) sfera (sharsimon), tomchisimon va h.k. bo‘lishi mumkin.

Rezervuarlar yer sathiga nisbatan, yer ustida, yerdan ko'tarilgan holda (tayanchlarga o'rnatilgan) yer sathidan pastda, yer ostida va suv ostida joylashishi mumkin.

Ularning hajmi o'zgarmas va o'zgaruvchan bo'ladi. Rezervuar turlari saqlanadigan suyuqlik xossasidan foydalanish rejimi va quriladigan hududning klimatik sharoitiga qarab tanlanadi.

Hozirda vertikal va gorizontal silindrik rezervuarlar keng qo'llaniladi. Ularni tayyorlash texnologiyasi oson va montaji qisqa muddatlarda amalga oshiriladi. Rezervuarining tom qismi doimiy o'zgarmas loyihalangan bo'lsa, ular past bosimli idishlarga kiradi. Ularda asosan neft mahsulotlari saqlanib, yiliga 10-12 marta to'ldirilib, bo'shatiladi. Bu idishlar to'ldirilganda ichida hosil bo'ladigan ortiqcha bosim 2 KPaga yetadi, bo'shatilganda vakuum hosil bo'lib, bosim 0,25 KPaga teng bo'lib qoladi.

Neft va bug'lanuvchi neft mahsulotlarni saqlash va yiliga ko'p marta to'ldirilib bo'shatiladigan rezervuarlarning tom qismi o'zgaruvchan (pontonli) qilib loyihalanadi. Bunday idishlarda ortiqcha bosim ham, vakuum ham hosil bo'lmaydi.

O'zgaruvchan tom konstruksiyasi suyuqlik bo'lmaganda idishning tubida, idish to'ldirilishi natijasida suyuqlik bilan birga yuqoriga ko'tarilib, idish ustki qismida joylashadi.

Neft mahsulotlarini uzoq muddat saqlash uchun yuqori bosimli rezervuarlar loyihalanadi. Ularda bosim 30 KPa gacha yetadi.

Katta hajmdagi suyultirilgan gazlarni saqlash uchun sharsimon rezervuarlar, benzin uchun esa tomchisimon rezervuarlardan foydalaniladi.

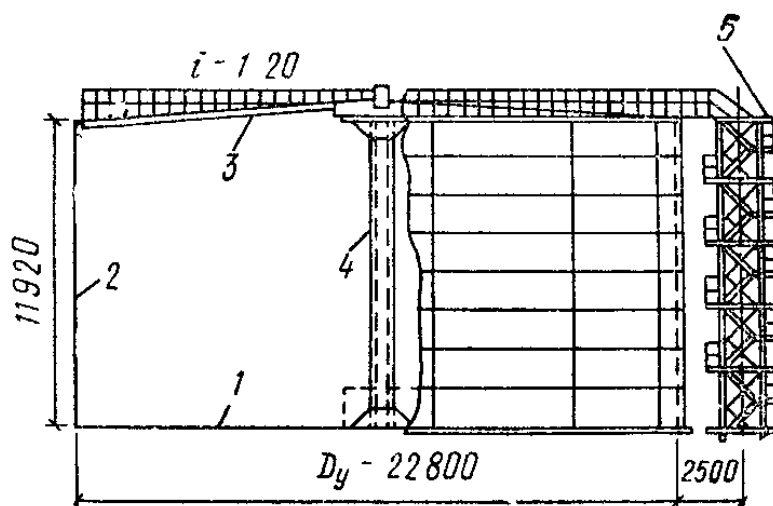
IX.4. Vertikal silindrik, past bosimli rezervuarlar.

Neft va neft mahsulotlarini saqlash uchun doimiy hajmga va tom qismi o'zgarmas bo'lgan vertikal silindrik rezervuarlar qo'llaniladi. Ularni tayyorlash va montaj qilish oson. Shuningdek ular metall sarfi bo'yicha tejamli hisoblanadi.

Bu rezervuarlarning sig'imi benzin uchun 100 m^3 dan 20000 m^3 gacha, mazut uchun 50000 m^3 gacha bo'lishi mumkin. Agar o'tga chidamlilik choralari ishlab chiqilgan bo'lsa, bunday rezervuarlarni katta hajmli qilib tayyorlash mumkin bo'ladi.

Rezervuarlar ko'p hollarda yer ustida joylashtiriladi. Buning uchun rezervuar gidrofob bilan qoplangan maxsus qumli asosga o'rnatiladi.

Rezervuarlar tub qismi, devor va tom qismidan iborat bo'lib, varaqli po'latdan tayyorlanadi (9.1-rasm). Rezervuarlar foydalanish moslamalari bilan jihozlangan bo'ladi. Bunga suyuqlikni quyish, bo'shatish, o'lchash va nazorat qilish moslamalari kiradi. Shuningdek rezervuarlarni tozalash va tekshirish ham jihozlar ko'zda tutiladi.



9.1-rasm. O'zgaras tomli, 5000 m^3 sig'imli vertikal silindrik rezervuar.
1 – tub qismi; 2 – devor qismi; 3 – tom qismi; 4 – markaziy ustun; 5 – shaxtali zina.

Rezervuarlarni loyihalashga asos solgan V.G.Shuxov hisoblanadi. V.G.Shuxovning tadqiqotlariga ko'ra rezervuar elementlarining (tubi, devori va tom qismi) konstruktiv yechimi uning hajmidan bog'liq bo'ladi.

V.G.Shuxov doimiy o'zgaras hajmli rezervuarining eng qulay (optimal) o'lchamlarini aniqlashga erishgan. Bunday o'lchamlarda rezervuarga sarflanadigan metall eng kam bo'ladi. Agar rezervuar tubi va tom qismining og'irliklar yig'indisi devor qismi og'irligidan (massasidan) 2 marta ko'p bo'lsa, rezervuarining massasi minimal

bo‘ladi. Bunda rezervuar devorining qalinligi doimiy, ya’ni balandligi bo‘yicha o‘zgarmas bo‘lishi kerak.

Yuqoridagi shartga ko‘ra rezervuarining eng qulay balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_{\text{опт}} = \sqrt[3]{(V/\pi)(\Delta/t_{\text{ст}}^2)} \quad (9.1)$$

bunda, V – rezervuar hajmi, Δ – rezervuar tubi va tom qismi qalinliklarining keltirilgan yig‘indisi. $t_{\text{ст}}$ – rezervuar devorining qalinligi.

Katta sig‘imli rezervuarlar devorining qalinligi uning balandligi bo‘yicha o‘zgaruvchan bo‘ladi. Rezervuar tubi va tom qismining og‘irliklari yig‘indisi devor og‘irligiga teng bo‘lganda, uning massasi eng kam (minimal) bo‘ladi. Bu holda:

$$h_{\text{опт}} = \sqrt{\gamma R^{\text{св}} \Delta / n \gamma_{\text{ж}}}; \quad \Delta = t_{\text{гн}} + t_{\text{кр}}^{\text{прив}}; \quad (9.2)$$

n – suyuqlikning gidrostatik bosimi uchun ishonchlilik koeffitsiyenti;

$\gamma_{\text{ж}}$ – suyuqlikning hajmiy og‘irligi, N/m^3 ; $t_{\text{гн}}$ – tub qismining qalinligi; $t_{\text{кр}}^{\text{прив}}$ – tom qismining keltirilgan qalinligi.

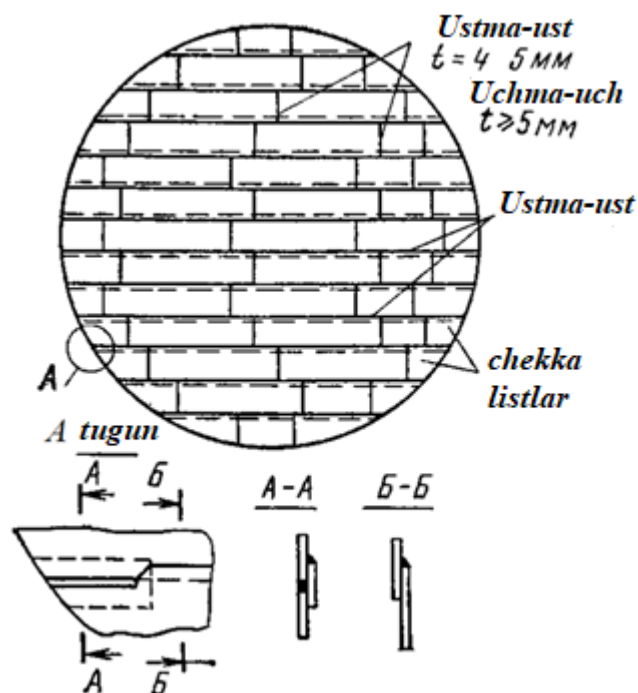
Devor qismi balandligi, varaqli po‘lat standartlarida ko‘rsatilgan po‘lat listlar eniga karrali olinadi (1400, 1500, 2000 mm).

Hajmi 1000 m³ gacha bo‘lgan rezervuarlarda $h/D = 1/4 \div 1$, 10000 m³ gacha bo‘lgan rezervuarlarda $h/D = 1/5 \div 1/2$ nisbatda qabul qilinadi: D – rezervuar diametri.

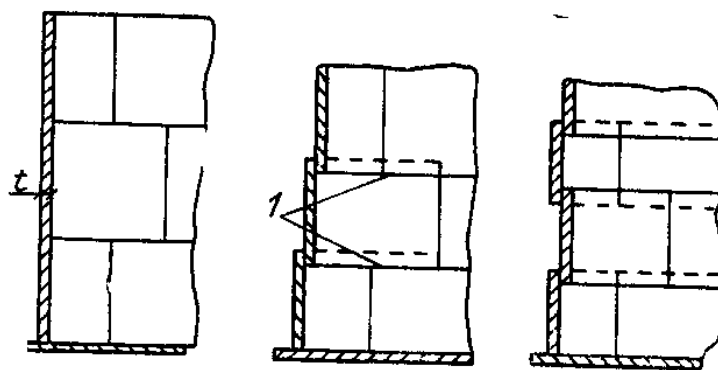
Rezervuar tub qismining konstruktiv yechimlari.

Rezervuarining tub qismi asosga tayangan bo‘lib, unda suyuqlik bosimidan ko‘p katta bo‘lmagan kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Shu sababli bu kuchlanishlar e’tiborga olinmaydi.

Rezervuar tub qismi qalinligi, undagi payvand birikmalarni qulay va ishonchli bajarilishini ta’minlash, shuningdek korroziyaga chidamligi talablaridan kelib chiqib aniqlanadi (9.2-rasm).



9.2-rasm. Rezervuar tub qismining umumiy ko‘rinishi



9.3-rasm. Rezervuar devor bo‘laklarining birikishi:

1 – uzlukli yoki uzluksiz choklar.

Rezervuar tubining asosiy qismi varaqli po‘latlardan tashkil topadi.

Varaqli po‘latning o‘lchami quyidagilarga bog‘liq bo‘ladi:

a) rezervuar diametri $D < 15$ m, hajmi 1000 m^3 gacha bo‘lsa, 1400×4200 mm, qalinligi 4 mm bo‘ladi.

b) rezervuar katta hajmli ($D = 18 \div 25$ m) bo‘lganda, 1500×6000 m, yoki 2000×8000 mm, qalinligi $t = 5$ mm.

v) rezervuar diametri $D > 25$ m bo‘lganda, $t = 6$ mm olinadi.

Rezervuar tubining chekka qismlardagi varaqlarning qalinligi, o'rta qismiga nisbatan 1-2 mmga qalinroq olinadi. Bunday o'lchamli varaqli po'latlar ustma-ust qilib payvandlanadi. U qalinligi $t=4$ mm bo'lganda 30-60 mmgacha bir-birini ustiga o'tkazib biriktiriladi. Qalinligi $t=6$ mm bo'lganda po'lat varaqlar uchma-uch qilib biriktiriladi.

Rezervuarining tub qismi korxona sharoitida tayyorlanib, qurilish ob'yektiga o'rama shaklida olib kelinadi. Bu o'ram og'irligi 60 tonnadan oshmasligi kerak.

Qurilish sharoitida rezervuarining tub qismi maxsus tayyorlangan asosga yoyib to'shaladi. Uning montaj choklari ustma-ust qilib bajariladi. Chunki uchma-uch bo'lganda chokning orqa tomonini payvandlash iloji bo'lmaydi.

Rezervuar devorini loyihalash.

Rezervuar devori aylana bo'yicha bir necha qator varaqli po'lat tasmalardan iborat bo'ladi. Har bir qatordagi tasma balandligi varaqli po'latning eniga teng qilib olinadi. Tasmadagi po'lat varaqlar bir-biriga uchma-uch qilib payvandlanadi. Tasmalar rezervuar balandligi bo'yicha o'zaro uchma-uch va ustma-ust qilib biriktiriladi (9.3-rasm).

Korxona sharoitida rezervuar devor qismining elementlari faqat uchma-uch qilib payvandlanadi.

Devordagi vertikal choklar bir-birini ostiga tushishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Rezervuar devorini tiklashda, tasmalar teleskopik ko'rinishda joylashtirilib, bir-biri bilan pastki holatda payvandlanadi. Bu ish hajmini ancha kamaytiradi.

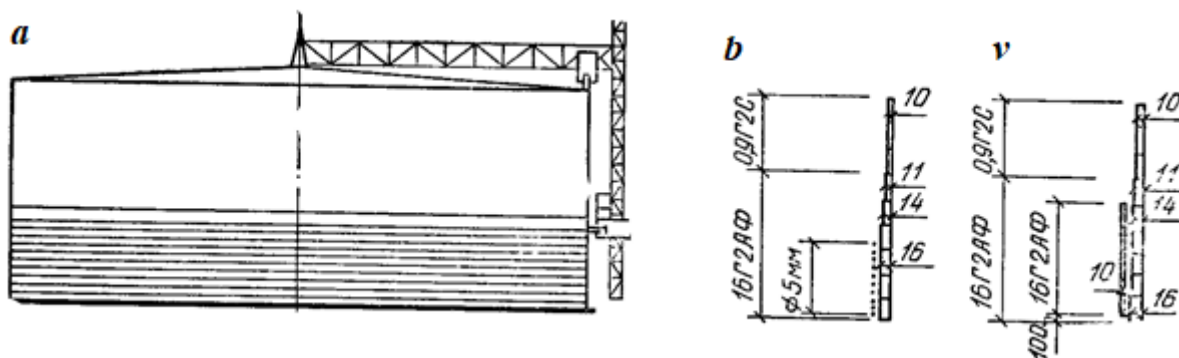
Rezervuarlarni barpo etishda, o'ram ko'rinishida bo'lgan rezervuar elementlari montaj qilish usuli keng qo'llaniladi. Bu usul, alohida varaqlardan yig'ish usuliga qaraganda afzalliklarga ega:

Montaj ishlari hajmi 1,5-2 marta kamayadi, rezervuarni tiklashdagi umumiy xarajatlar 30% ga kamayadi, qurilish muddati 1,7-2 marta, tannarxi 15-20% qisqaradi.

Rezervuarlarni barpo etish amaliyotida hajmi 30000 m³ gacha bo'lgan tipli loyihalardan foydalaniladi. Bu loyihalarda o'ram ko'rinishidagi po'lat varaqlar qo'llanilgan bo'ladi. Bunda rezervuarlar balandligi 18 m (hajmi 10000 m³) va 15 m (hajmi 5000 m³)ga teng qilib olinadi.

Payvand ishlar hajmini kamaytirish maqsadida ba'zi hollarda 2000x8000 mmli varaqli po'latlardan ham foydalaniladi.

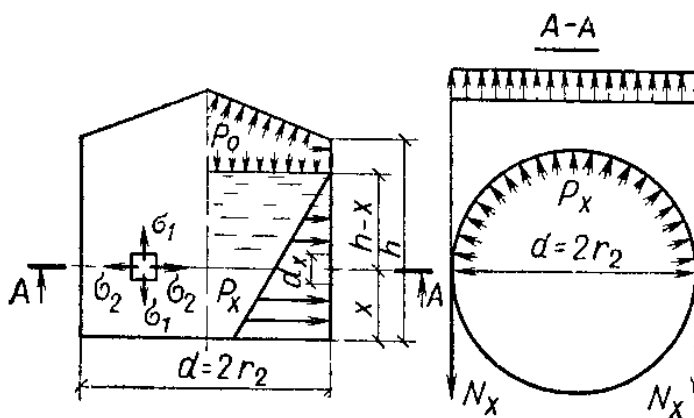
Hajmi 50000 m³ va undan ortiq bo‘lgan rezervuarlar ham o‘ram varaqli po‘latlarni montaj qilish usulidan foydalanib barpo etiladi. Bu xil rezervuar devorining pastki qismi oldindan zo‘riqtirilgan, yuqori mustahkamli sim belbog‘lar bilan mustahkamlanadi yoki rezervuarning ikkinchi qatlam devori tashkil etiladi (9.4-rasm).



a – oldindan zo ‘riqtirilgan rezervuar; b – hajmi 100000 m³ bo ‘lgan, devori zo ‘riqtirilgan rezervuar; v – hajmi 100000 m³, devori ikki qatlamli rezervuar.

Rezervuar devori asosiy suyuqlik bosimini qabul qiluvchi elementi bo‘lib, SHNQ 2.03.05-13 talablarga asosan, chegaraviy holat bo‘yicha hisoblanadi.

Rezervuar devor qismiga ta'sir etuvchi normativ yuk va yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti SHNQ talablariga ko'ra qabul qilinadi. Bulardan tashqari qo'shimcha quyidagi koeffitsiyentlar qabul qilinadi: ortiqcha bosim va vakuum uchun $n_2 = 1,2$, shamol ta'siri uchun $n_3 = 0,9$, devorni mustahkamlikka hisoblashda $\gamma_c = 0,8$, devorni tub qismi bilan birikkan tugunini hisoblashda $\gamma_H = 1,6$. Devor mustahkamligi momentsiz nazariya bo'yicha silindrik qobiqlar kabi hisoblanadi. Bunda rezervuarining devor qismi suyuqlikning gidrostatik va hosil bo'ladigan ortiqcha bosim ta'siridan cho'zilishga ishlaydi.



9.5-rasm. Vertikal silindrik rezervuarining hisobiy sxemasi.

Rezervuar tubidan x - masofada bo'lgan hisobiy bosim, quyidagicha aniqlanadi (9.5-rasm).

$$P_x = \gamma_{\text{ж}} \cdot (h - x)n_1 + P_u \cdot n_2 \quad (9.3)$$

bunda, $n_1 = 1,1$ gidrostatik bosim uchun ishonchlilik koeffitsiyenti; $n_2 = 1,2$ ortiqcha bosimning yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti; $\gamma_{\text{ж}}$ - suyuqlikning hajmiy og'irligi; h - rezervuar devorining balandligi; P_u - ortiqcha bosim.

Silindrik qobiqlarda aylana yo'nalishdagi kuchlanishlar meridian yo'nalishdagiga qaraganda 2 marta ko'p bo'lgani uchun rezervuar devorining x balandlikdagi qalinligi: $t = [n_1 \cdot \gamma_{\text{ж}}(h - x) + n_2 P_u] r_2 / \gamma R_{\omega y}$ devorning egilishdagi solqiligi me'yoriy bosim yukidan aniqlanadi (9.5-rasm).

$$Y = \Delta r = [\gamma_{\text{ж}}(h - x) + P_u] r_2 / E_t = P r_2^2 / E \cdot t = P / K \quad (9.4)$$

bunda: $K - Et/r_2^2$ – asos tushamasi koeffitsiyenti; $R_{\omega y}$ – payvand birikmaning hisobiy qarshiligi.

Rezervuar devorini ustuvorlikka hisoblash.

Silindrik rezervuar devorning yuqori qismini qalinligi pastki qismiga qaraganda kichikroq (yupqaroq) bo‘ladi. Shu sababli uni ustuvorlikka ham hisoblash talab etiladi.

Rezervuar devoriga, tom qurilmasi va devorning xususiy og‘irligi, qor bosimi yuki, shamol ta’siri, suyuqlikning ortiqcha bosimi va vakuum ta’sir ko‘rsatadi. Hisoblashda bu yuklarning noqulay birgalikda ta’sir etishi inobatga olinadi.

Devordagi bo‘ylama siqiluvchi kuchlanishlar quyidagi yuklar ta’siridan hosil bo‘ladi.

1. Tom va unga o‘rnatilgan jihozlar $P_{kp} = g_{kp} \cdot n_1$

bunda: $n_1=1,1$ – yuk bo‘yicha ishonchlilik koeffitsiyenti; g_{kp} – tom va uskunalarning og‘irligi rezervuar sig‘imiga bog‘liq holda quyidagicha olinadi:

Rezervuar sig‘imi, ming, m ³	1	5	10	20	30	50
g_{kp} , kN/m ²	0,3	0,35	0,45	0,55	0,6	0,65

2. Tom qismidagi issiqlik saqllovchi material og‘irligi

$$P_T = g_T \cdot n_T \quad (9.5)$$

bunda: g_T –material og‘irligi, kN/m^2 , $n_T = 1,2$ – material og‘irligini o‘zgaruvchanligini etiborga oladi. Issiqlik saqllovchi material va uning qalinligi texnologik talablardan qabul qilinadi.

3. Qor bosimi yuki

$$P_{CH} = P_0 \cdot c_1 \cdot n_{CH} \quad (9.6)$$

bunda: P_0 – qor bosimi yuki, kH/m^2 ; qurilish hududiga qarab 2.01.07-96 “Yuklar va ta’sirlar” QMQdan olinadi.

$$c_1=1; n_{CH} = 1,4.$$

4. Rezervuar ichidagi vakuumdan

$$P_{BAK} = P_{BAK} \cdot n_{BAK} \quad (9.7)$$

bunda: $P_{\text{BAK}} = 0,25 \text{ KПа}$, $n_{\text{BAK}} = 1,2$.

5. Shamol rezervuar devori sirtiga ta'sir ko'rsatib, unda bo'ylama cho'zuvchi kuchlanishlarni hosil qiladi.

$$P_b = q_0 \cdot c_2 \cdot \gamma_f \quad (9.8)$$

bunda: q_0 – shamolning me'yoriy (normativ) ta'siri, kN/m^2 ; qurilish hududiga qarab QMQdan olinadi; $c_2 = 0,8$ – tom qismi uchun aerodinamik koeffitsiyent; $\gamma_f = 1,4$ – shamol uchun ishonchlilik koeffitsiyenti.

6. Devorning hisoblanadigan (h_{II}) sathdagi va issiqlik saqllovchi qatlami bilan birgalikdagi og'irligi.

$$P_{\text{CT}} = \gamma_{\text{CT}} \cdot i t h_{\text{II}} \cdot n_1 + g_{\text{T}} \cdot h_{\text{II}} \cdot i \cdot n_{\text{T}} \quad (9.9)$$

bunda: i – devorning hisoblanadigan sathdan yuqorida joylashgan tasma qatorlari soni. $n_1 = 1,1$; $n_2 = 1,2$

h_{II} – hisoblanadigan sathgacha bo'lgan masofa;

t – devor qalinligi;

g_{T} – issiqlik saqllovchi material og'irligi, kN/m^2 .

Devordagi jami yuklardan hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlanishlar:

$$\sigma_1 = [P_{\text{KP}} + P_{\text{T}} + n_c(P_{\text{CH}} + P_{\text{BAK}} - P_b)](r_2/2t + P_{\text{CT}}/t) \quad (9.10)$$

bunda, $n_c = 0,9$ yuklar birgaligini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Rezervuar devoridagi aylanma siqiluvchi kuchlanishlar quyidagi yuklardan hosil bo'ladi.

1. Shamol ta'siri. U rezervuarining aylana sirti bo'yicha teng taqsimlangan deb qabul qilinadi. Devorga shamol ta'siri shartli vakuum ta'siri bilan almashtiriladi.

$$P_b = 0,5q_0 \cdot \gamma_f \cdot \kappa \quad (9.11)$$

bunda, $\gamma_f = 1,4$ – shamol ta'siri uchun ishonchlilik koeffitsiyenti; κ – shamol ta'sirining balandlik bo'yicha o'zgarishini e'tiborga oladigan koeffitsiyent, SHNKdan olinadi.

2. Vakuumdan

$$P_{\text{BAK}} = P_{\text{BAK}} \cdot n_{\text{BAK}} \quad (9.12)$$

Rezervuar devoriga ta'sir etuvchi jami yuklardan siqiluvchi aylanma kuchlanishlar:

$$\sigma_2 = (P_b + P_{\text{бак}})(n_c r_2/t) \quad (9.13)$$

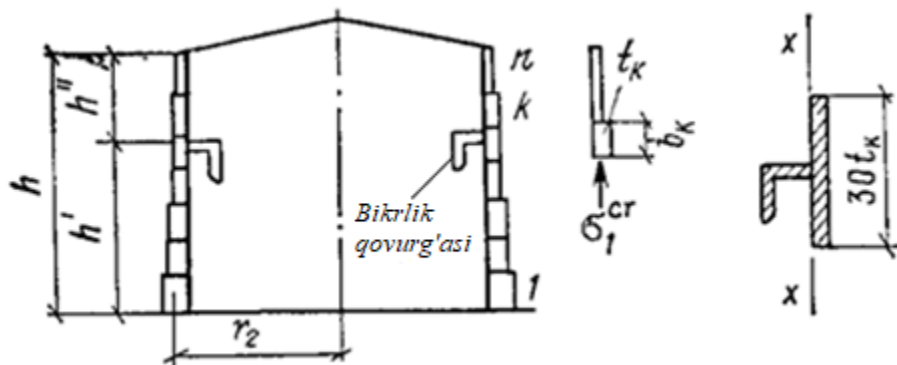
bunda, $n_c = 0,9$

Devorning ustuvorlik sharti:

$$(\sigma_1/\sigma_{\text{крит},1} + \sigma_2/\sigma_{\text{крит},2}) \leq \gamma_c \quad (9.14)$$

bunda, γ_c – rezervuarning ishlash sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

$\sigma_{\text{крит},1}$, $\sigma_{\text{крит},2}$ – kritik bo‘ylama va aylanma siqiluvchi kuchlanishlar (Q.A-1 ning 21.11 va 21.13 formulalaridan aniqlanadi). Rezervuar devori qalinligini ustuvorlik shartiga ko‘ra kattaroq olish talab etilsa, rezervuar devori aylanma birklik qovurg‘alari (1-3 tagacha) bilan kuchlantiriladi. Bu kritik ($\sigma_{\text{крит},2}$) kuchlanishlarni ortishiga sabab bo‘ladi (9.6-rasm).



9.6-rasm. Rezervuar devorini aylanma birklik qovurg‘alar bilan kuchaytirish sxemasi.

Quyidagi shartdan J_x – inersiya momenti aniqlanadi. Shunga qarab birklik xalqasi uchun kerakli profil tanlanadi.

$$\frac{3EJ_x}{r_2^2} \geq (P_b + P_{\text{бак}})a \cdot n_c \cdot r_2; \quad (9.15)$$

bunda: $a = (h' + h'')/2$.

Rezervuar tom qismini hisoblash va loyihalash

Past bosimli vertikal silindrik rezervuarning tom qismi turli xil konstruktiv shakllarda bo‘lishi mumkin.

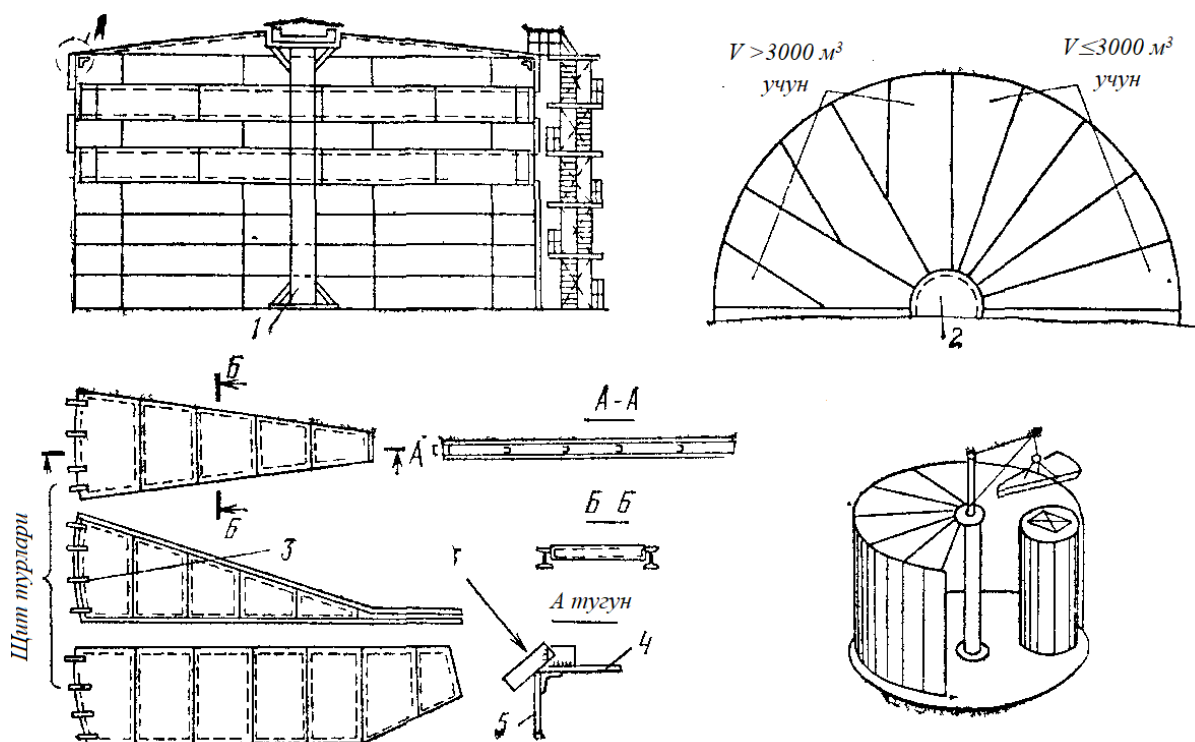
Rezervuarining sig‘imi 5000 m³ gacha bo‘lsa, uning tom qismi konussimon ko‘rinishdagi panellardan tashkil topadi. Bu panellar

yoyma yoki bukilgan sinch profillardan va qalinligi 2,5-3 mm bo'lgan varaqli po'lat qoplamadan iborat bo'ladi.

Bu panellar bir tomoni bilan rezervuar devoriga va ikkinchi tomoni rezervuar o'rtasida o'rnatilgan ustunga tayanadi (9.7-rasm).

Ushbu rezervuarni barpo etishda o'ram shaklidagi varaqli po'lat elementlarni montaj qilish usuli qo'llaniladi.

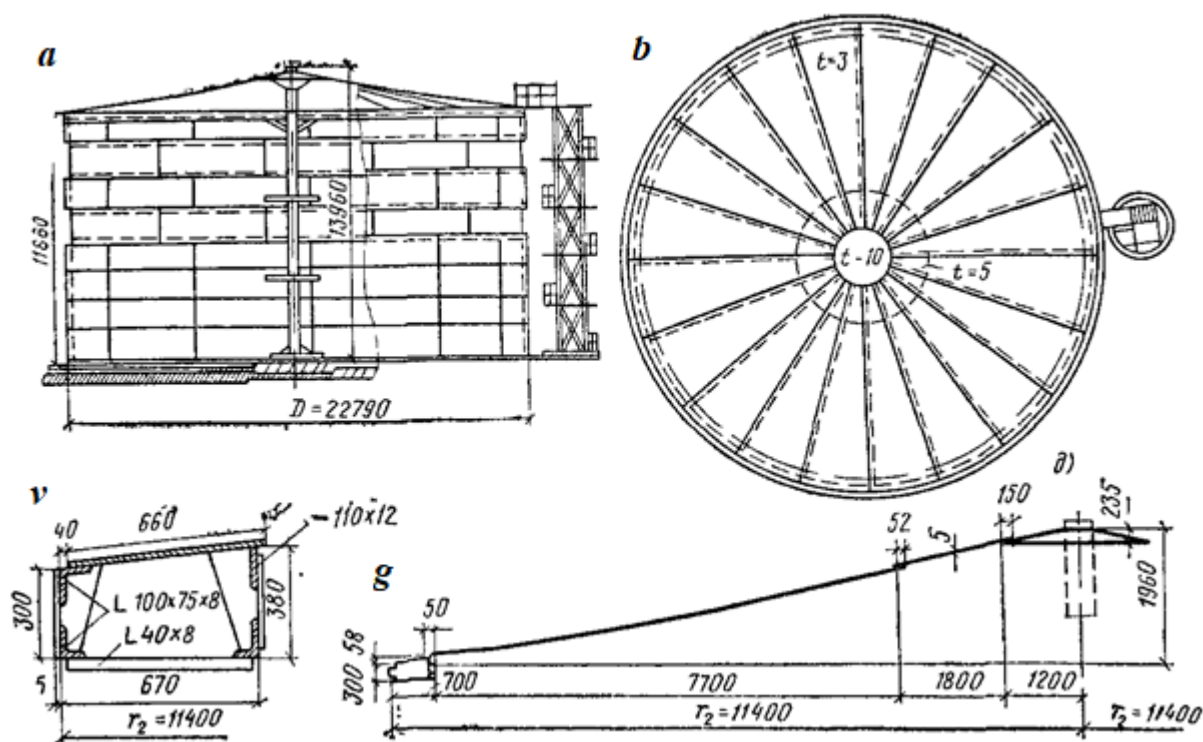
Bunda rezervuarining devor qismi shaxtali zinaga, tub qismi esa rezervuarining markaziy ustuniga o'ralgan holda qurilish ob'yektiga keltiriladi.



9.7-rasm. Rezervuarining umumiy ko'rinishi, tom qismining panellari va ularni montaj qilish sxemalari:

1 – ustun ($\emptyset$ 630 – 702,0 mm truba); 2 – markaziy panel; 3 – ushlagich;
4 – tom elementi; 5 – rezervuar devorining elementi.

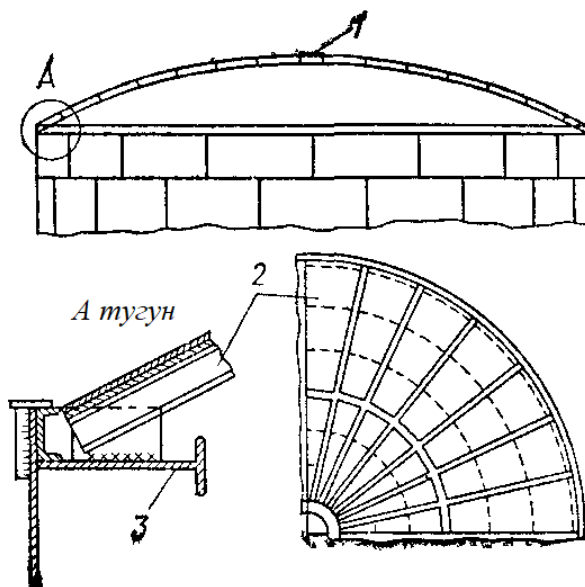
Hajmi 5000 m³ gacha bo'lgan va qor bosimi yuki qatta bo'lmagan (1500N/m² gacha) hududlarda quriladigan rezervuarda osma shaklidagi tom qurilmalari qo'llaniladi. Osma tom rezervuar markazidagi ustunga biriktiriladi.



9.8-rasm. Hajmi 5000 m³, osma tomli vertikal silindrik rezervuar:

a – umumiy ko‘rinishi; b – tom tarxi; v – birklik qovurg‘alari; g – tom sxemasi; d – tom ustuni zonti.

Osma tomli rezervuarlar, panel tomli rezervuarlardan metall sarfi bo‘yicha 10-15% ga yengil bo‘ladi (9.8-rasm). Katta hajmli rezervuarlarda (10-20 ming m³) tom qismi gumbaz ko‘rinishida loyihalash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunda rezervuar o‘rtasidagi ustun bo‘lmaydi (9.9-rasm).



9.9-rasm. Rezervuarning sferik tom sxemasi (sektor ko‘rinishidagi panellardan yig‘iladi):

*1 – markaziy halqa;
2 – panel; 3 – bog‘lovchi halqa.*

Gumbazsimon shakldagi tom elementlari, korxona sharoitida tayyorlanib montaj bloklar ko‘rinishida qurilish ob‘yektiga jo‘natiladi.

Gumbazsimon shakldagi tom rezervuar devoriga o‘rnatilgan tayanch halqaga biriktiriladi.

Bu rezervuarning radial yo‘nalishidagi qovurg‘alari o‘zaro aylanma elementlar bilan bog‘langan bo‘lib, qalinligi 2,5-4 mm li varaqli po‘lat bilan qoplanadi.

Past bosimli rezervuarning tom qismlarini hisoblashda ikkita ta‘sir etadigan yuk birgaliklari qabul qilinadi, kN/m^2 .

1. Yuqoridan pastga ta‘sir etuvchi yuk: tom va issiqlik saqlovchi material og‘irligi, qor bosimi va vakuum

$$\downarrow P = (n_{BAK} \cdot P_{BAK} + n_{CH} \cdot P_0 \cdot c_1) \cdot n_c + (n_1 g_{kp} + n_T g_T) \quad (9.16)$$

2. Pastdan yuqoriga ta‘sir etuvchi yuk: havo va pardan hosil bo‘ladigan ortiqcha bosim, shamol ta‘sirining 0,8 qismiga teng bo‘lgan, shamolning so‘rilish ta‘siri

$$\uparrow P = (n_2 \cdot P_H + n_b \cdot q_0 \cdot c_2) \cdot n_c - n_1 g_{kp} \quad (9.17)$$

Rezervuar tom kismining radial yo‘nalishda bo‘lgan qovurg‘alari oddiy to‘sin kabi hisoblanadi. Qovurg‘a devorga va markaziy ustunga tayangan deb olinadi.

Osma tomli rezervuarlarda eguvchi moment hosil bo‘lmaydi va tom qismi momentsiz qobiqdek ishlaydi. Meridian va xalqadagi zo‘riqishlar quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_1 = \frac{Pr_K^3}{3xh}; N_2 = \left(\frac{r_{2K}}{r_{1K}}\right) N_1 - r_{2K} \cdot z \quad (9.18)$$

bunda: r_{1K} , r_{2K} – meridian va halqa yo‘nalishida tomning o‘zgaruvchan egrilik radiuslari.

$$r_{1K} = x\sqrt{1 + (3ax^2 + b)^2/6ax},$$

$$r_{2K} = x\sqrt{1 + (3ax^2 + b)^2/3ax^2} + b. \quad (9.19)$$

$$a = -\frac{h^3}{2r_2^3}; b = \frac{3h}{2r_2} - \frac{tg\varphi}{2}; tg\varphi = 3ax^2 + b$$

$$z = \rho \cdot \cos\varphi = P1 + 3ax2 + b2 \quad (9.20)$$

h – tom o‘rtasining balandligi.

Sfera shaklidagi shitli tomalar eng samarali hisoblanadi. Ularning tashqi tomondan radial va halqa yoʻnalishda boʻlgan bikrlilik qovurgʻalari joylashtiriladi.

IX.5. Yuqori bosimli vertikal silindrik rezervuarlar

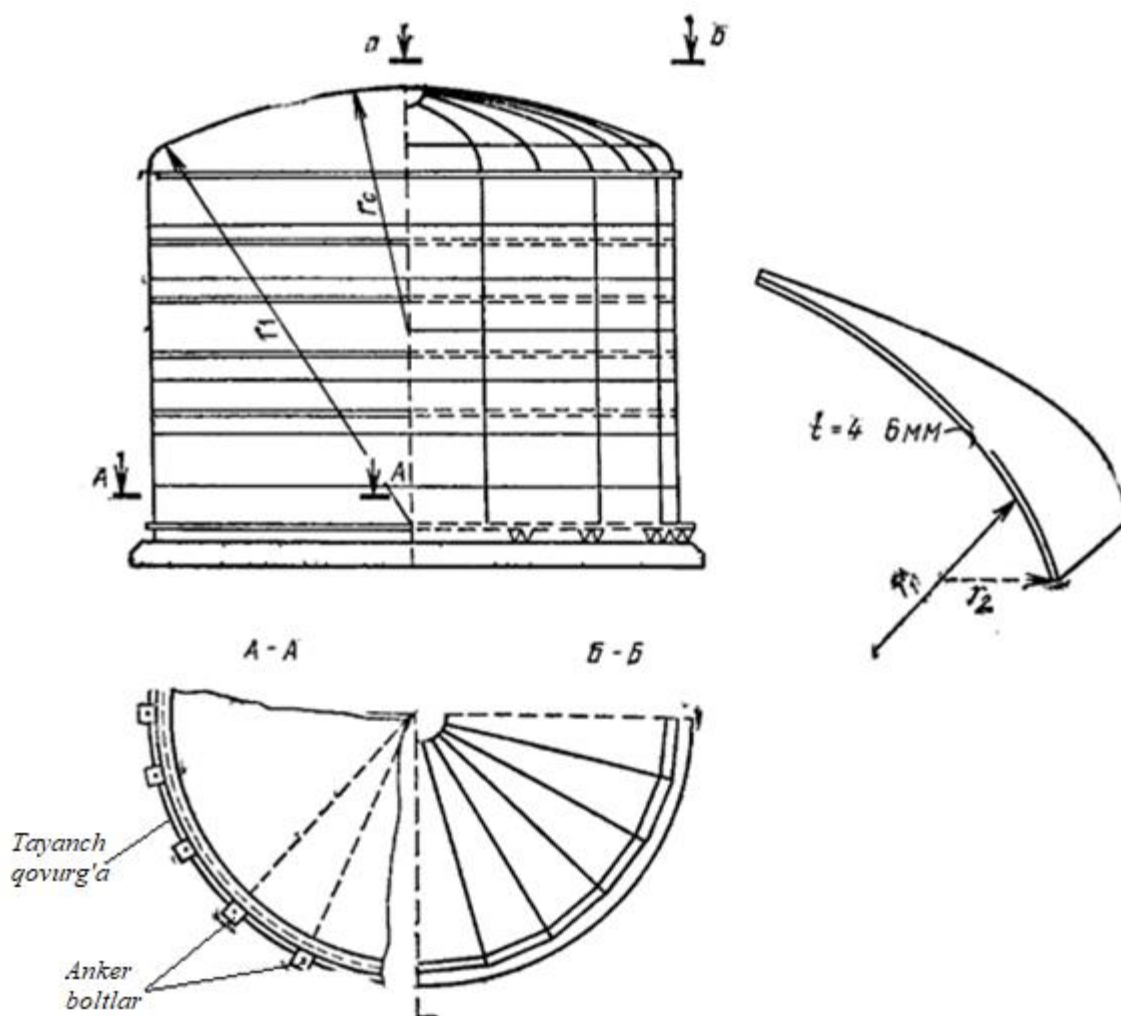
Yuqori bosimli rezervuarlar yengil bugʻlanuvchi neft mahsulotlarini saqlash uchun qoʻllaniladi (masalan, benzin). Rezervuar ichidagi bugʻli muhitda benzin bugʻlanib yoʻqolishini oldini olish maqsadida ortiqcha yuqori bosim (10-70 KPa) hosil qilinadi. Shu sababli ularning maxsus konstruktiv yechimga ega boʻlgan tom qurilmalari loyihalanadi. Koʻp hollarda sfera silindrik koʻrinishdagi tom qurilmalari qoʻllaniladi (9.10-rasm).

Bunday tom qurilmalari sfera sirtini hosil qiluvchi silindrik poʻlat varaqlardan iborat. Poʻlat varaqlar faqat meridian yoʻnalishda juvalanadi (valsovka).

Sferasimon tomning egrilik radiusi, silindrik devor radiusiga teng olinadi. Sferasimon tomning devorga birikadigan qismining egrilik radiusi $0,1r_2$ ga teng boʻladi (9.10-rasm). Bunday rezervuarlarning tubi va devor qismlari, past bosimli rezervuar kabi oʻram shaklda tayyorlanadi.

Yuqori bosimli rezervuarlarning xususiyatlaridan biri, bu undagi suyuqlik miqdori kam boʻlganda, bugʻ havo boʻshligʻida yuqori ortiqcha bosim hosil boʻlishidir. Buning natijasida rezervuar tub qismining asosdan ajralib ketish ehtimoli boʻlishi mumkin. Buni oldini olish maqsadida rezervuarining pastki qismi anker boltlar bilan oldindan tayyorlangan temirbeton plitaga mahkamlanadi. Anker boltlar rezervuar devoriga aylana boʻyicha payvandlangan tayanch qovurgʻalarga tortib biriktiriladi.

Rezervuarni temirbeton plita va zichlangan grunt ogʻirligi asosdan yuqoriga tortuvchi (uzuvchi) kuchga porsangi boʻlib xizmat qiladi.



9.10-rasm. Tom qismi sfera-silindrik bo'lgan yuqori bosimli vertikal silindrik rezervuar.

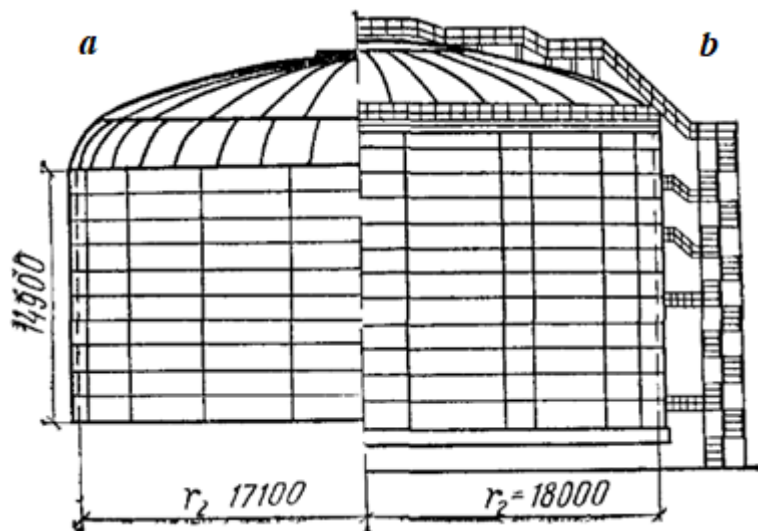
Anker boltlardagi zo'riqish

$$N_a \geq (\gamma_f P_u \cdot \pi r_2^2 - n_3 Q) / n \quad (9.21)$$

bunda, Q – rezervuar ko'tarilishiga qarshilik ko'rsatadigan yuk, rezervuar tubi, devori va tom qismi og'irligi, kN; $n_3 = 0,9$ – rezervuarni oxirigacha yuklanmaganligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyenti; n – anker boltlar soni. $\gamma_f = 1.2$ – ortiqcha bosim va vakuum uchun ishonchlilik koeffitsiyentlari.

Aniqlangan zo'riqishga bog'liq holda boltning diametri, temirbeton plita va zichlangan grunt o'lchamlari aniqlanadi. Yuqori bosimli rezervuarlarga izotermik rezervuarlar ham kiradi. Bu rezervuarlarda harorati manfiy bo'lgan siqilgan gazlar saqlanadi. Masalan, ammiakli rezervuarlarning (9.11-rasm) devor va tom qismi ikki qatlamli qilib loyihalanadi. Rezervuarning ichki tom qismining

ko‘rinishi torosferik, tashqarisi esa sfera shaklida bo‘ladi. Rezervuar qatlamlari o‘rtasida issiqlik saqlovchi material joylashtiriladi. Bularga shisha tolali paxta plitalari va poliuretan misol bo‘la oladi. Izotermik rezervuarlar tarkibida nikeli bo‘lgan yoki korroziyaga uchramaydigan po‘latlar va alyuminiy qotishmalari ishlatiladi. Bunday rezervuarlar sun‘iy asosga o‘rnatiladi. Masalan, svay-qoziqli asosga.



9.11-rasm. Hajmi 20 ming m³ bo‘lgan izotermik rezervuar (ikki qatlamli):
a – rezervuarning ichki fasadi; b – rezervuarning tashqi fasadi.

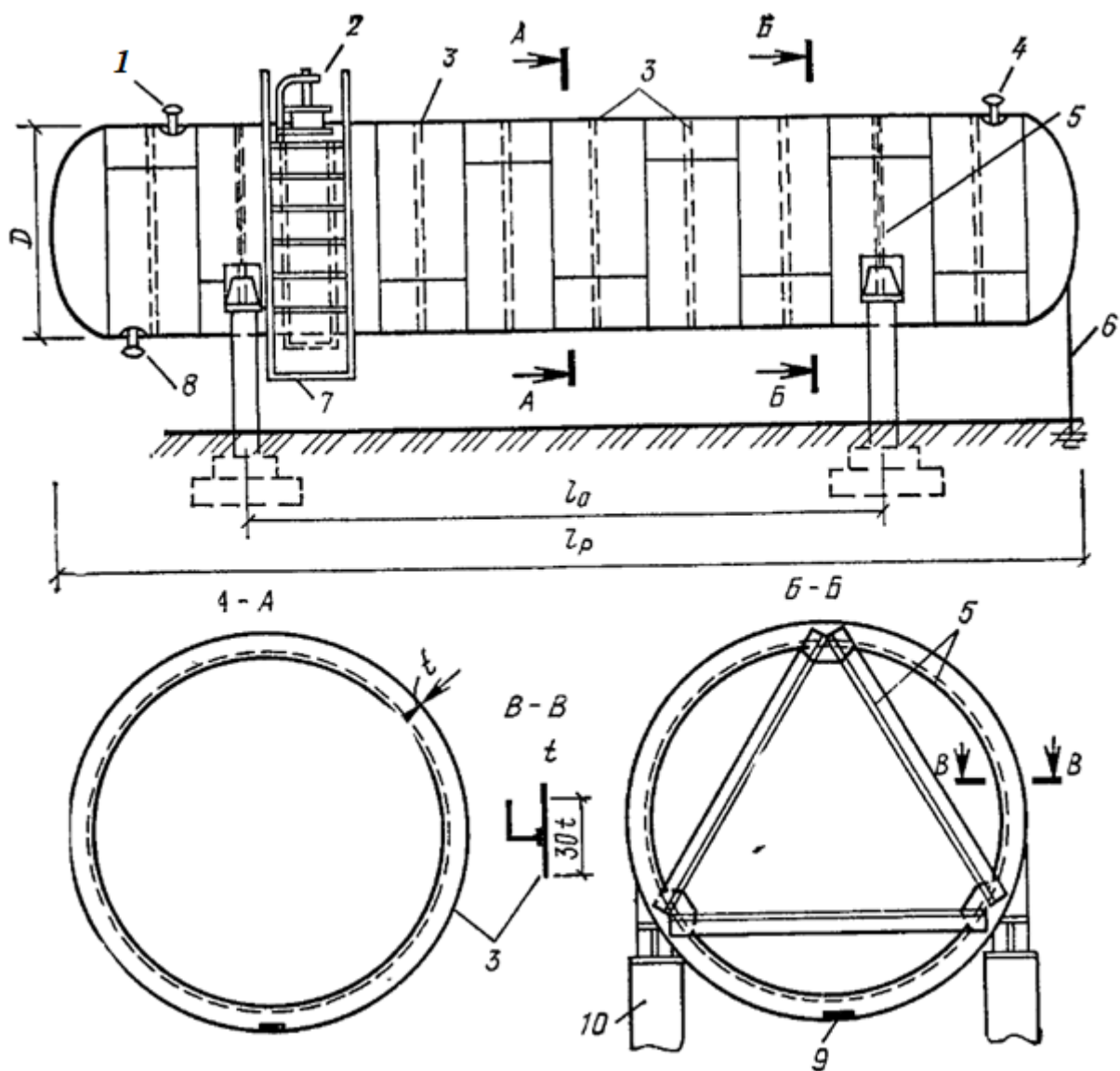
IX.6. Gorizontall silindrik rezervuarlar

Gorizontall silindrik rezervuarlar, ortiqcha bosimli 0,2 MPa gacha bo‘lgan neft mahsulotlarini va 1,8 MPa gacha bosim ostida saqlanadigan suyultirilgan gazlarni saqlashda foydalaniladi.

Neft mahsulotlari uchun hajmi 100 m³ gacha, suyultirilgan gazlar uchun 300 m³ gacha, devor qalinligi 3-36 mm, diametri 1,4-4 m, uzunligi 2-30 m bo‘lgan rezervuarlar yasaladi. (9.12-rasm). Bunday rezervuarlarning afzalligi: oddiy konstruktiv shaklga egaligi, korxona sharoitida tayyorlanishi, tayyor holda tashilishi, yer ustida va yer ostida o‘rnatilishidir. Kamchiligi: maxsus tayanch qurilmalarini qo‘llanilishi va ichidagi mahsulot miqdorini o‘lchash qiyinligi.

Gorizontall silindrik rezervuarining korpusi (devori) juvalangan (valsovka qilingan) va bir-biriga payvandlangan varaqli po‘latlardan yoki o‘ram shaklidagi tasmali po‘latdan tayyorlanadi. Har qaysi varaqli po‘lat eni 1500-2000 mmga teng. Varaqli po‘latlar bir-biri

bilan uchma-uch qilib payvandlanadi. Rezervuarni tashishdagi yoki montajdagi bikrligini ta'minlash maqsadida uning devori aylana bo'yicha burchakliklar bilan mustahkamlanadi (9.12-rasm).



9.12-rasm. Gorizontil silindrik rezervuar:

1 – mahsulotni yuklash moslamasi (shtuser); 2 – ichini tekshirish uchun tushish joyi (lyuk); 3 – bikrlilik qovurg'asi; 4 – shamollatish moslamasi; 5 – tayanch diafragma; 6 – tokni yerga o'tkarib yuboruvchi sim; 7 – narvon; 8 – mahsulotni bo'shatish moslamasi; 9 – qoldiq suyuqlikni bo'shatish uchun teshik; 10 – tayanch ustuni.

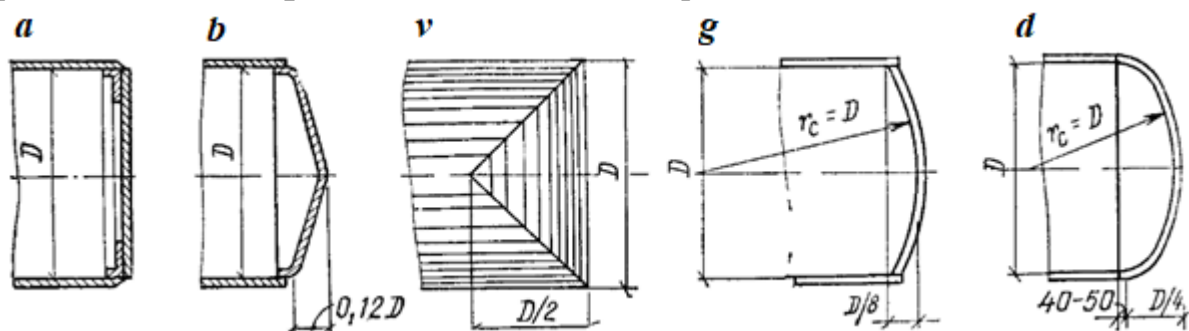
Agar $r_2/t < 200$ bo'lganda, bikrlilik halqalari qo'yilmaydi.

Gorizontil rezervuarining yon (tub) qismlari undagi bosim va diametriga qarab tekis, konus, silindrik, sfera yoki ellipsoid

ko‘rinishda loyihalanadi (9.13-rasm). Yoni tekis bo‘lgan rezervuarni tayyorlash oson, lekin egiluvchanligi katta bo‘lganligi sababli ularni kuchlantirish talab etiladi.

Bunday rezervuarning hajmi 100 m^3 gacha va ortiqcha bosimi 40 KPa gacha bo‘ladi. Hajmi 100 m^3 , ortiqcha bosimi 50 KPa gacha bo‘lgan rezervuarning tub qismi yoyiq konusli qilib tayyorlanadi.

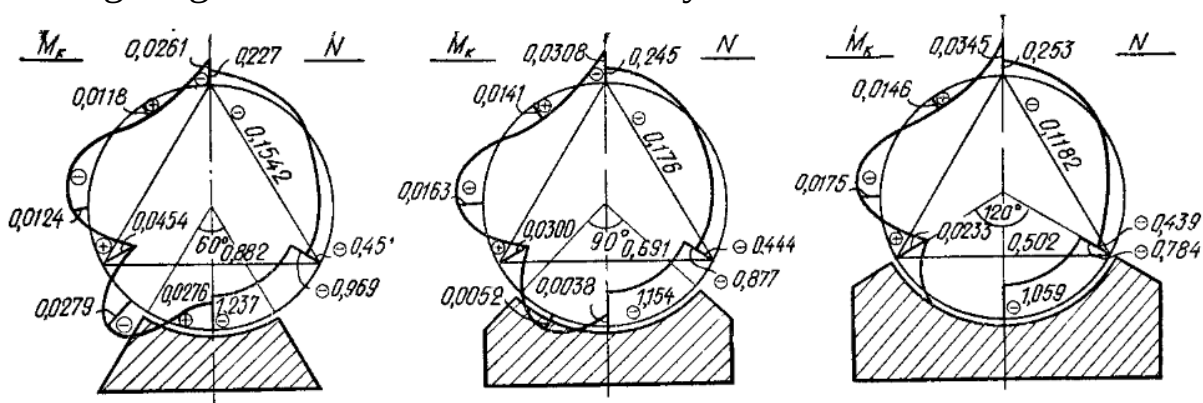
Hajmi 75-150 m^3 ga, ortiqcha bosimi 70-150 KPa oralig‘ida bo‘lgan rezervuarlarning yon qismi (tubi) silindrik ko‘rinishda bo‘ladi. Bosimi 200 KPa gacha bo‘lgan rezervuarlarning yon (tub) qismi sfera yoki ellipsoid ko‘rinishda tayyorlanadi. Bunda varaqli po‘latlarni shtamplash usuli bilan hosil qilinadi.



9.13-rasm. Gorizontil silindrik rezervuarlar yon (tub) qismining shakllari:

a – tekis; b – konussimon; v – silindrik; g – sferik; d – ellipsoid shakldi.

Ellipsoid shakldagi yonlari, devor qismi bilan ravon tutashganligi uchun, ular ishonchli ishlaydi.



9.14-rasm. Gorizontil silindrik rezervuarining tayanch diafragmasidagi M va N epyuralari.

Yer ustidagi rezervuarlar ikkita egarsimon tayanchga o‘rnatiladi (9.14-rasm) yoki ikkita ustunli tayanchga (9.12-rasm). Rezervuar egarsimon tayanchga yaxshi joylashishi uchun egrilik radiusi $60-120^\circ$

oralig'ida olinadi. Yer ostida qurilayotgan rezervuarlar, uzunligi bo'yicha yaxlit egarsimon tayanchga o'rnatiladi. Bunday rezervuarlarning ichki qismi bikrlilik qovurg'alar bilan kuchlantiriladi. Bikrlilik qovurg'alari burchakliklardan tayyorlanadi.

Rezervuarlar korpusi maxsus moslamalar bilan jihozlanadi (9.12-rasm). Ular to'ldirish, bo'shatish va havoni almashtirish uchun xizmat qiladi. Bundan tashqari rezervuarda ko'rish, tozalash va ta'mirlash uchun qopqoqli lyuk, ichini tekshirish uchun maxsus joy o'rnatiladi. Rezervuarining ustiga chiqish maqsadida narvon loyihalanadi.

Rezervuar devorini mustahkamlikka hisoblash

Gorizontal silindrik rezervuarining hisobiy sxemasi ikki konsolli, ko'ndalang kesimi halqasimon bo'lgan to'sin ko'rinishida bo'ladi. Uni yuk ko'tarish qobiliyati $P \leq 70 \text{ KPa}$ bo'lganda birinchi guruh chegaraviy holat bo'yicha 2.03.05-97 QMQlariga amal qilgan holda aniqlanadi

$P > 70 \text{ KPa}$ bo'lganda ruxsat etilgan kuchlanishlar yordamida aniqlanadi.

Rezervuarining pastki qismida, suyuqlikning gidrostatik bosimi va bo'shliqdagi gazdan hosil bo'ladigan ortiqcha bosim yig'indisidan hosil bo'ladigan umumiy bosimdan, aylanma kuchlanishlar σ_2 maksimum qiymatga ega bo'ladi.

$$\sigma_2 = (n_2 P_u + n_1 \gamma_{\text{ж}} \cdot 2r_2) r_2 / t \leq \gamma_c R_y \quad (9.22)$$

bunda, $\gamma = 0.8$, R_y – po'latning hisobiy qarshiligi kN/sm^2 .

Meridian kuchlanishlar σ_1 quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_1 = \sigma'_1 + \sigma''_1 \quad (9.23)$$

bunda, σ'_1 - rezervuarining egilishdagi kuchlanishi (oddiy to'sindagi kuchlanish kabi aniqlanadi).

$$\sigma'_1 = \frac{M_{\text{кр}}}{W} = \frac{n_1 (G/L_p + \gamma_{\text{ж}} \cdot \pi r_2^2) (l_0^2/8 - c_2^2)}{\pi r_2^2 t} \quad (9.24)$$

σ''_1 - rezervuar tubidagi gidrostatik va qo'shimcha gaz bosimidan hosil bo'ladigan kuchlanish.

$$\sigma_1'' = \frac{nr_2^2(n_2P_u + n_1\gamma_{\text{ж}}r_2)}{2\pi r_2 t} = (n_2P_u + n_1\gamma_{\text{ж}}r_2)r_2/2t \quad (9.25)$$

$W = \pi r_2^2 t$ – rezervuar ko‘ndalang kesim yuzasining qarshilik momenti;

$l_0 = 0.586l$ – rezervuar tayanchlari orasidagi masofa;

$l = \gamma_{\text{ж}}/\pi r_2^2$ – rezervuarning hisobiy uzunligi;

C – rezervuarning tayanchdan chiqib turgan konsol qismi;

G – rezervuarning suyuqlik bilan birgalikdagi og‘irligi;

γ_c – ishlash sharoitini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Yer ustida o‘rnatilgan rezervuarni egilishga hisoblash

Yer ustidagi gorizontal silindrik rezervuar ko‘ndalang kuchlar (suyuqlikning gidrostatik bosimi, shamol, korpusni muzlashi va h.k.) ta’siriga, to‘sin kabi hisoblanadi.

Bunda: $t l^2/r_2^2 \geq 10$ tengsizlik bajarilishi kerak.

Agar $t l^2/r_2^2 < 10$ bo‘lsa, rezervuar silindrik qobiq kabi hisobalanadi.

Rezerвуarning egilishdagi mustahkamligi (gidrostatik va ortiqcha bosimdan) 9.22-9.25 formulalar bilan tekshiriladi, chunki rezervuarning devor qismi tekis kuchlangan holatda bo‘lganligi sababli quyidagi shart bajarilish kerak:

$$\sigma_{\text{прив}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \leq \gamma \cdot \eta \cdot \varphi_{\text{ш}} \cdot R_y \quad (9.26)$$

bunda: $\sigma_{\text{прив}}$ – keltirilgan kuchlanish; $\eta = 0,9$ – portlovchi mahsulotlar uchun idishning ishonchliligini oshirish koeffitsiyenti;

$\varphi_{\text{ш}} = 1$ – avtomatik usulda bajarilgan uchma-uch payvand birikmaning mustahkamlik koeffitsiyenti.

Rezerвуarlarning tayanchdagi bikrligi uchburchak shakldagi burchakliklardan tayyorlangan diafragma bilan kuchlantiriladi.

Rezerвуar suyuqlik bilan to‘la bo‘lgan vaqtda, diafragma elementlarida eng katta zo‘riqishlar M_K va N hosil bo‘ladi. Tayanchdagi bikrlilik halqaning mustahkamligi

$$\sigma = \frac{N}{A_K} + \frac{M_K}{W_1} \leq R_y \quad (9.27)$$

bunda: M_K – tayanch halqadagi hisobiy eguvchi moment;

A_K – halqaning ko‘ndalang kesim yuzasi;

W_1 – halqaning qarshilik momenti.

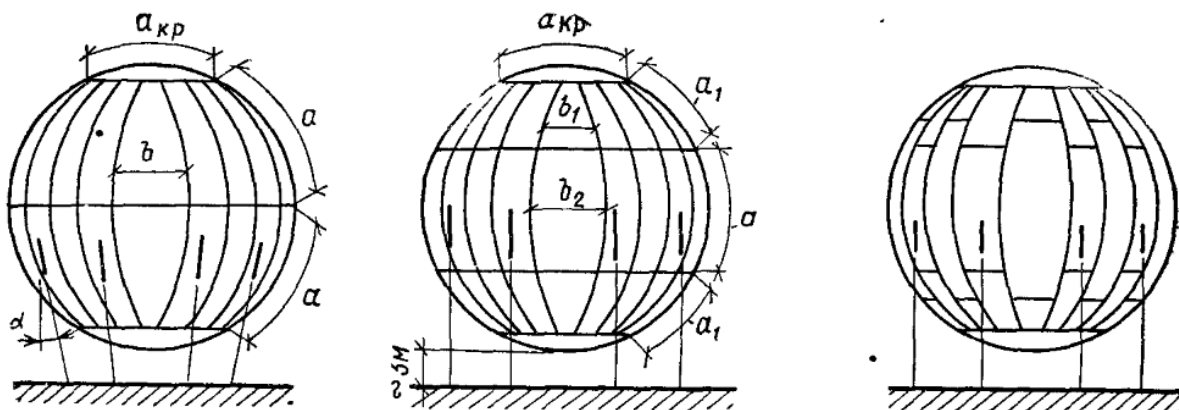
Cho‘ziluvchi zo‘riqishlar M_K ba N ning musbat qiymatlaridan, siqiluvchi zo‘riqishlar manfiy qiymatlaridan aniqlanadi.

IX.7. Sfera(shar)simon ko‘rinishdagi rezervuarlar

Konstruktiv shakllari

Sfera(shar)simon rezervuarlar ichki qo‘shimcha bosimi (250 KPa gacha) yuqori bo‘lgan suyultirilgan gazlarni saqlash uchun qo‘llaniladi.

Ularning hajmi 600 m^3 dan 4000 m^3 gacha bo‘ladi. Sferasimon rezervuarlar tayyorlash silindrik rezervuarlarga qaraganda ancha qiyin. Asosiy mehnat sarfi sfera sirtini hosil qilishga ketadi. Bu sirt alohida bo‘lgan po‘lat varaqlarni bichishiga bog‘liq bo‘ladi. Bichish ikki usulda bajariladi: parallel meridional yoki meridional (9.15-rasm). Alohila bo‘lgan varaqlar jo‘valanib (valsovka) sharsimon shaklga keltiriladi. Po‘lat varaqlarning qalinligi 36 mm gacha qabul qilinadi. Qalinligi 36 mm dan katta bo‘lganda varaqlar issiq holda press ostida shtamplanib, tayyorlanadi. Po‘lat varaqlar oldin bir-biri bilan vaqtincha payvandlanib, shar shakliga keltiriladi, so‘ngra maxsus payvandlash uskunasi bilan avtomatik tarzda to‘liq payvandlanadi. Sferasimon rezervuarlarda barcha choklar sifati yuqori darajada nazorat qilinadi.



9.15-rasm. Sferasimon rezervuar sirtini bichish shakllari.

Sferasimon rezervuarlar halqali tayanchlarga yoki shveller va qo'shtavlardan tashkil topgan ustunlarga o'rnatiladi. Ustunlarga o'rnatilgan rezervuarlarda harorat ta'siridagi deformasiya erkin bo'lib, uning ishlashiga ta'sir etmaydi.

Sferasimon rezervuarlarda ishlatiladigan varaqli po'lat yoki alyumin qotishma markalari rezervuar o'lchamlariga, saqlanadigan mahsulot harorati va quriladigan hudud sharoitiga bog'liq ravishda qabul qilinadi. Po'lat varaqlar o'lchamlari standartda ko'rsatilgan talablar asosida tanlansa, maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Sfera(shar)simon rezervuar devorini mustahkamlikka va ustuvorlikka hisoblash

Rezervuar devori ortiqcha bosimga va suyuqlikning gidrostatik bosimiga quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\sigma = \sigma_1 = \sigma_2 = [n_2 \cdot P_u + n_1 \gamma_{\text{ж}}(1 - \cos \varphi) \cdot 2r] r / 2t \leq \gamma_c R_y \quad (9.28)$$

bunda, φ - to'ldirilgan suyuqlik balandligini aniqlovchi burchak (9.16-rasm). σ_1, σ_2 – 9.22 va 9.23 formulalar bilan aniqlanadi.

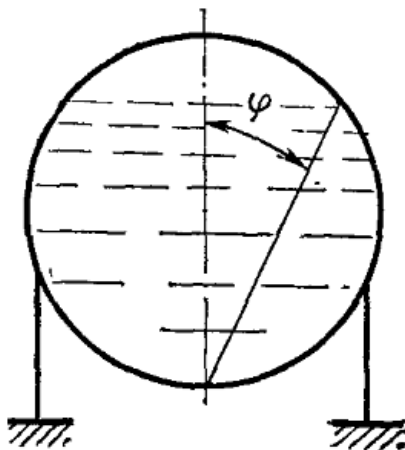
Rezervuarining ostki nuqtasida bosim eng katta bo'lgani sababli rezervuar devorining talab etiladigan qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

$$t = [n_2 \cdot P_u + n_1 \gamma_{\text{ж}}(1 - \cos \varphi) \cdot 2r] r / 2\gamma_c \gamma_n R^{CB} \quad (9.29)$$

bunda: $\gamma_c = 0.7$ – rezervuarining ishlash sharoiti ko'effitsiyenti;

$\gamma_n = 0.9$ – portlash xavfsizligining ishonchlilik ko'effitsiyenti;

$\gamma_c = 1,1$; $\gamma_c = 1,2$ - yuk bo'yicha ishonchlilik ko'effitsiyenti.



9.16-rasm. Rezervuardagi to'ldirilgan suyuqlik balandligi.

Devorning qalinligi, aniqlangan qalinlikga 2 mm qo'shib qabul qilinadi, chunki po'lat varaqlar juvalanib yoki shtamplanib tayyorlanganda qalinligini yo'qotishi mumkin.

Tashqi harorat pasayishi natijasida sferik rezervuarda vakuum hosil bo'lishi mumkin bo'ladi. Shu sababli u ustuvorlikka tekshiriladi. Agar $r/t \leq 750$ bo'lganda ustuvorlik quyidagi formula orqali tekshiriladi:

$$\sigma \leq \gamma_c \sigma_{kp1} \quad (9.30)$$

bunda: $\sigma = Pr/2t$ - qobiqdagi hisobiy kuchlanish;

$\sigma_{kp} = 0.1E t/r$ - kritik kuchlanish R_y dan katta olinmaydi.

Sferasimon rezervuarlarning tayanch ustunlari rezervuardagi suyuqlik, jihozlar bilan birga og'irligiga, qor va shamol ta'siriga hisoblanadi.

Ustunlar birining asosini cho'kish ehtimoli borligini e'tiborga olib, undagi vertikal zo'riqish $n/(n-1)$ marta ko'paytirib olinadi. n – ustunlar soni. Ustundagi zo'riqish quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{n}{(n-1) \cos \alpha} \left[1.3 \cdot 4\pi r^2 \cdot t_{CT} \cdot \gamma_{CT} \cdot n_g + V \gamma_{\kappa} \cdot n_b + c P_0 \pi r^2 \cdot n_{CH} + c_w q_0 \cdot \pi r^2 n_{\omega} \frac{2H}{nr} \right]; \quad (9.31)$$

bunda: $n_g = 1,1$; $n_b = 1,1$; $n_{CH} = 1,4$; $n_{\omega} = 1,2$ - yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlari – mos ravishda rezervuar, mahsulot og'irligi uchun, qor va shamol uchun; $\gamma_{CT}, \gamma_{\kappa}$ - po'lat va suyuqlikning hajmiy og'irligi; $c = 0.5$; p_0 – qor bosimi, $c_w = 0.5$; q_0 – shamol bosimi ta'siri; α - ustunning vertikal dan og'ish burchagi.

Tayanch ustunlar vertikal bog'lovchilar bilan mustahkamlanadi.

Fazoviy tub qismiga ega bo'lgan rezervuarlar

Bunday rezervuarlar suv bosimini hosil qiluvchi minoralarda ishlatiladi (9.17-rasm). Minoraning balandligi suv bosimi miqdoriga va loyihaga asosan belgilanadi.

Rezervuarining tub qismi 9.18-rasmda ko'rsatilgan.

Rezervuar konus shaklidagi tub qismi kesimidagi kuchlanishlar quyidagicha aniqlanadi:

Meridian bo'yicha

$$\sigma_1 = \frac{\gamma y \operatorname{ctg} \alpha}{2t \sin \alpha} \left(h_1 + h_2 - \frac{2}{3} y \right); \quad (9.32)$$

Aylanma bo'yicha

$$\sigma_2 = \frac{\gamma y \operatorname{ctg} \alpha}{t \sin \alpha} (h_1 + h_2 - y). \quad (9.33)$$

bunda y - tub qismining ostidan kuchlanish aniqlanadigan joyigacha bo'lgan masofa;

γ - suvning solishtirma og'irligi;

α - konus yasovchisining gorizontga bo'lgan burchagi;

h_1, h_2 - rezervuar tub va silindrik qismining balandligi;

t - devorcha qalinligi.

$y = h_2$ yoki $y = \frac{3}{4}(h_1 + h_2)$ bo'lganda σ_2 - kuchlanish eng katta qiymatga ega bo'ladi.

$y = h_2$ yoki $\frac{1}{2}(h_1 + h_2)$ bo'lganda σ_2 - kuchlanish h_2 / h_2 nisbatdan bog'liq bo'ladi.

Devorcha qalinligi

$$t = \frac{\gamma y \operatorname{ctg} \alpha}{2\gamma_c R_{wy} \sin \alpha} \left(h_1 + h_2 - \frac{2}{3} y \right) \quad (9.34)$$

yoki

$$t = \frac{\gamma y \operatorname{ctg} \alpha}{\gamma_c R_{wy} \sin \alpha} (h_1 + h_2 - y) \quad (9.35)$$

Sferik tubning eng pastki nuqtasidagi maksimum kuchlanish

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{\gamma(h_1 + h_2)R_0}{2t}, \quad (9.36)$$

bunda R_0 - rezervuar sferik tub qismining radiusi.

Ellipsoid shaklidagi rezervuar tub qismining eng pastki nuqtasidagi kuchlanish

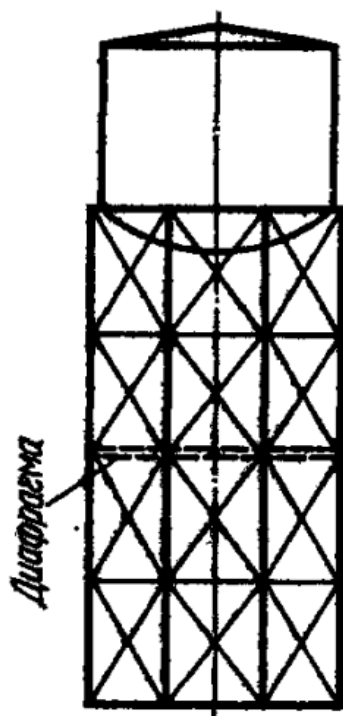
$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{\gamma(h_1 + h_2)}{t} r, \quad (9.37)$$

Tub qismining silindrik qismi bilan tutashgan nuqtasidagi kuchlanish

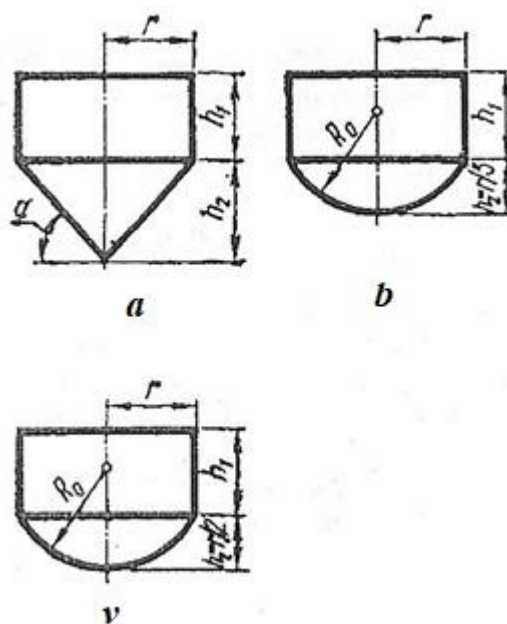
$$\sigma_1 = \frac{\gamma V}{2\pi r t} \quad (9.38)$$

$$\sigma_2 = \frac{\gamma r}{t} \left(h_1 - \frac{2V}{\pi r^2} \right). \quad (9.39)$$

Devorcha qalinligini kuchlanishlarning eng katta qiymati bo'yicha aniqlaymiz (9.38) - (9.39) formulalar.



9.17-rasm. Suv bosimini hosil qluvchi minora



9.18-rasm. Fazoviy tub qismga ega bo'lgan rezervuar sxemasi.
a – konus shaklda; b – sferik;
v – ellipsoid.

Tub qismi ellipsoid bo'lgan rezervuarlarni yasash (tayyorlash) ancha qiyin.

Rezervuarning silindrik (bak) va tub qismi o'lchamlarini berilgan hajmiga bog'liq ravishda (og'irligi bo'yicha) optimallashtirish uchun 9.1-jadvaldagi ko'rsatgichlardan foydalanish tavsiya etiladi.

9.1-jadval. Optimal o'lchamlarni aniqlash uchun ko'rsatgichlar.

Rezervuar turi	α	β
Konus shaklidagi tub qismi radiusi bak radiusiga teng	1,134	0,805
Sferik shakldagi tub qismi radiusi 1/2 bak radiusiga teng	1,142	0,788
Sferik shakldagi tub qismi radiusi 1/8 bak radiusiga teng	1,13	0,9

Izoh: $D = \alpha\sqrt{V}$ - diametr; V - hajm; $h_1 = \beta\sqrt{V}$ - balandlik; α va β - mutanosiblik (proporsional) koeffitsiyentlari.

Rezervuar tayanch xalqasini hisoblash.

Rezervuar tayanch xalqaga va minoraga o'rnatiladi. Tayanch xalqada tayanch reaksiyasining gorizontal tashkil etuvchisidan faqat siquvchi zo'riqishlar hosil bo'ladi. Bu zo'riqishlar rezervuar og'irligi va ichidagi suvning og'irligidan paydo bo'ladi.

$$G_k = \gamma V + g, \quad (9.40)$$

bunda: g - rezervuar og'irligi;

G_k - rezervuar va suv og'irligi.

Xalqadagi zo'riqish

$$N = q_h = \frac{nG_k}{2\pi} \operatorname{ctg} \alpha, \quad (9.41)$$

bunda: $\gamma_f \cong 1,1$ - yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti.

Xalqa ustuvorlikka M. Levi formulasi bilan tekshiriladi.

$$N_{kp} = \frac{3EJ_y}{r_k^2}; \quad \sigma_{kp} = \frac{N_{kp}}{A_k} \leq R_y, \quad (9.42)$$

bunda: N_{kp}, σ_{kp} - kritik kuch va kuchlanishning eng kichik qiymati;

J_y - xalqa kesimining og'irlik markazidan o'tuvchi vertikal o'qqa nisbatan inersiya moment;

r_k - xalqaning radiusi;

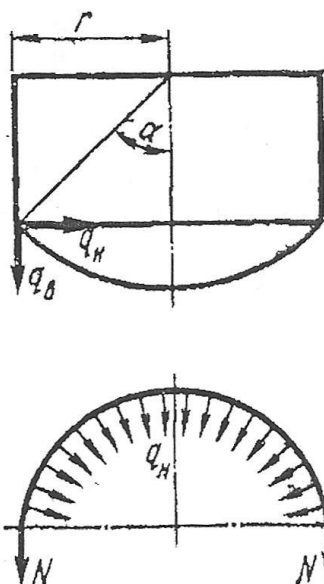
A_k - xalqaning ko'ndalang kesim yuzasi. κ - кольцо (halqa).

Rezervuarni ko‘tarib turuvchi yadro qismi yaxlit silindrik qobiqdan yoki panjarasimon konstruksiyadan tayyorlanishi mumkin. Yaxlit minorani hisobi yuqorida bayon etilgan silindrik rezervuar hisobidan deyarli farq qilmaydi.

Panjarali minora tayanch xalqa perimetri bo‘yicha joylashgan 4-12 ta ustundan iborat bo‘lib, bog‘lovchilar bilan biriktirilgan.

Rezervuar ustunlarga o‘rnatilgan bo‘lsa, umumiy holda tayanch xalqada siqilish, egilish va qisman buralish kuchlanishlari hosil bo‘ladi. Ular quyidagicha aniqlanadi.

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x y}{J_x} + \frac{B_\omega}{J_\omega}, \quad (9.43)$$



9.18-rasm. Birklik halqasining hisoblash sxemasi.

bunda: N - xalqadagi hisobiy zo‘riqish, 9.41-formuladan aniqlanadi;

M_x - hisobiy eguvchi moment, ikki ravoqli uzluksiz to‘sin kabi aniqlanadi;

y - tekshiriladigan yuzadan o‘qqacha bo‘lgan masofa;

B_ω - hisobiy bimoment;

ω - xalqa kesimining sektorial yuzasi;

J_x - gorizontaal markaziy o‘qqa nisbatan xalqa kesimining inersiya momenti.

Misol. Suv bosimini hosil qiluvchi rezervuarni hisoblash. Rezervuar hajmi $V = 500 \text{ m}^3$. Rezervuar silindrik qismining +20 m (yer sathidan) rezervuar tub qismi sferik shaklda, rezervuar materiali po‘lat BCт3cп5, $R_y = 225 \text{ MPa}$.

A. Asosiy o‘lchamlarni aniqlash, rezervuar va tub qismini hisoblash.

Rezervuarining optimal o‘lchamlarini 9.1-jadvaldan foydalanib aniqlanadi.

$$D = 1,13\sqrt[3]{500} = 9 \text{ m}.$$

$$\text{Tub qismining balandligi } h_2 = \frac{1}{3}r = \frac{1}{3}4,5 = 1,5 \text{ m}, r = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ m}$$

Egrilik radiusi

$$R_0 = \frac{r^2 + h_2^2}{2h_2} = \frac{4,5^2 + 1,5^2}{2 \cdot 1,5} = 7,5 \text{ m}.$$

Tub qismining hajmi

$$V_{\text{dH}} = \frac{1}{6}\pi h_2(3r^2 + h_2^2) = \frac{1}{6}3,14 \cdot 1,5(3 \cdot 4,5^2 + 1,5^2) \cong 50 \text{ m}^3.$$

Rezervuar o‘lchamlarini tekshiramiz. Silindrik qismining hajmi $V_{\text{yul}} = 500 - 50 = 450 \text{ m}^3$. Bunda rezervuar balandligi

$$h_1 = \frac{V_{\text{yul}}}{\pi r^2} = \frac{450}{3,14 \cdot 4,5^2} = 7,1 \text{ m}.$$

Rezervuar devorining qalinligi

$$t = \frac{n\gamma_1 r}{\gamma_c R_{\text{oy}}} = \frac{1,1 \cdot 0,01 \cdot 710 \cdot 450}{2 \cdot 0,85 \cdot 22500} = 0,230 \text{ cm}.$$

R_{oy} - uchma-uch payvand birikmaning cho‘zilishdagi hisobiy qarshiligi, $R_{\text{oy}} = 0,85R_y$.

Silindrik rezervuar devorining ostki kamari qalinligini konstruktiv talab bo‘yicha 10mm olinadi. Yuqori qismini 4mm qabul qilamiz.

Sferik tub qismining qalinligi

$$t_{\text{dH}} = \frac{n\gamma(h_1 + h_2)R_0}{2\gamma_c R_{\text{oy}}} = \frac{1,1 \cdot 0,01 \cdot (710 + 150)750}{2 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 22500} = 0,232 \text{ cm}.$$

tub qismining qalinligini konstruktiv talabga asosan 4mm qabul qilamiz.

$$\sin \alpha = \frac{r}{R_0} = \frac{4,5}{7,5} = 0,6; \quad \alpha = 36^{\circ} 53'.$$

α - vertikal va tub qismiga urinma chiziq orasidai burchak (9.18-rasm).

Rezervuar og'irligini silindrik va tub qismi sirtining yuzalarini ($S_{\text{цил}}$ va $S_{\text{дн}}$) hisoblagandan so'ng aniqlaymiz.

$$S_{\text{цил}} = \pi D h_1 = 3,14 \cdot 9,0 \cdot 7,1 = 200,6 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{дн}} = \pi(r^2 + h_2^2) = 3,14(4,5^2 + 1,5^2) = 70,6 \text{ м}^2. \quad \text{дн} - \text{днища (tub qismi).}$$

Rezervuar tom qismi og'irligi 0,4 kPa, va undagi qor 0,5 kPa yukidan rezervuarninig og'irligi.

$$\begin{aligned} G &\approx \psi (S_{\text{цил}} + S_{\text{дн}}) t_{\text{ср}} \gamma_{\text{см}} + (1,1 \cdot 0,40 + 0,50 \cdot 1,4) \times \\ &\times \frac{\pi D^2}{4} = 1,2 (200,6 + 70,6) 0,6 \cdot 78,5 \cdot 10^{-2} + (44 + 70) \times \\ &\times \frac{3,14 \cdot 9^2 \cdot 10^{-2}}{4} = 226 \text{ кН}. \end{aligned}$$

bunda $\psi = 1,2$ – qurilish koeffitsiyenti, konstruksiya nazariy og'irligining to'la og'irligiga bo'lgan nisbatiga bog'liq; $t_{\text{ср}}$ - rezervuar devor va tub qismining o'rtacha qalinligi; $\gamma_{\text{см}}$ - po'latning solishtirma og'irligi.

Rezervuar tayanch xalqasini hisoblash.

Xalqaga ta'sir etuvchi yuk

$$q_{\text{с}} = \frac{1,1 \cdot 5000 + 226}{3,14 \cdot 9} = 203 \text{ кН/м}.$$

Teng taqsimlangan (radial yo'nalishda) yuk.

$$q_{\text{н}} = q_{\text{с}} \cdot \text{ctg} \alpha = 203 \cdot 1,333 = 271 \text{ кН/м}$$

Halqadagi siquvchi zo'riqish

$$N = q_{\text{н}} \cdot r = 271 \cdot 4,5 = 1220 \text{ кН}$$

Vertikal yukdan maksimal eguvchi moment (ikki ravog‘li uzluksiz to‘sindagi momentdek aniqlanadi).

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{12} = \frac{203 \cdot 3,53^2}{12} = 210,8 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

$$\text{bunda: } l = \frac{\pi D}{8} = \frac{3,14 \cdot 9}{8} = 3,53 \text{ m}.$$

Xalqani ko‘ndalang kesimini **7,6-rasmda** ko‘rsatilgandek qabul qilamiz, ya’ni, devorchasi $1 \times 45 = 45 \text{ sm}$ $A = 45 \text{ sm}^2$, yuqori tokcha $24 \times 1,2$: $A_{\text{gn}} = 28,8 \text{ sm}^2$ pastki tokcha $38 \times 1,6 \text{ sm}$ va $17 \times 2 \text{ sm}$; $A_{\text{np}} = 61 + 34 = 95 \text{ sm}^2$.

Geometrik xarakteristikalarini aniqlash

$$A_k = 30 + 45 + 95 = 170 \text{ sm}^2;$$

$$J_x = \frac{145^3}{12} + 28,8 \cdot 30,8^2 + 95 \cdot 12,8^2 = 7593 + 27231 + 15565 = 50479 \text{ sm}^4.$$

$$\text{Qarshilik momenti } W = \frac{J}{h} = \frac{50479}{30,6} = 1650 \text{ sm}^3.$$

Halqadagi kuchlanish

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A_k} + \frac{M}{W} = \frac{1220}{170} + \frac{210,8 \cdot 10^2}{1650} = \\ &= 7,18 + 12,78 = 19,96 \text{ kH / cm}^2 = 199,6 \text{ MPa} < R_y = 225 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

IX.8. Gazgolderlar. Gazgolder turlari va qo‘llanish sohasi

Gazlarni saqlash va taqsimlash uchun ishlatiladigan idishlarga gazgolderlar deyiladi. Ular gaz ta‘minoti tizimiga kiritilgan bo‘lib, manba va gaz iste‘molchilar o‘rtasida gazni me‘yorida taqsimlovchi vazifasini bajaradi.

Ulardan metallurgiya, ko‘mir, kimyo gaz korxonalarida, neftni qayta ishlash korxonalarida, shuningdek shahar xo‘jaligi uchun tabiiy va sun‘iy gazni saqlash uchun foydalaniladi.

Gazgolderlar konstruktiv yechimiga va foydalanishiga ko‘ra ikki xilga ajratiladi:

1. Hajmi o‘zgaruvchan gazgolderlar;

2. Hajmi o'zgarmas gazgolderlar;

Hajmi o'zgaruvchan gazgolderlar doimiy past bosimli bo'lib, gaz bosimi 4-5 KPa dan oshmaydi.

Bunday gazgolderlar gaz turiga qarab ho'l(suvli) va quruq bo'lishi mumkin.

Hajmi o'zgarmas bo'lgan gazgolderlarda gaz bosimi 250-2000 KPa bo'lib, ular yuqori bosimli idishlarga kiradi.

Suvli gazgolderlar

Bunday gazgolder hajmi 100-30000 m³ bo'lib, suv bilan to'ldirilgan silindrik rezervuar va bir-birini ichiga kiruvchi (teleskop) tubi ochiq silindrik qobiqlardan iborat. Qobiq tom qismi sferik shaklda bo'lib, yo'naltiruvchilar bo'yicha harakatlanadi. (9.21-rasm). Gaz rezervuar tubidan gazgolder ichiga uzatiladi va sarf qilinadi. Gaz to'lishi bilan silindrik qobiqlar birin-ketin yuqoriga ko'tarilib boradi. Silindrik qobiqlarning ostki qismi aylana bo'yicha cho'mich shaklidagi qovurg'aga ega bo'ladi. Qobiqlar ko'tarilishi natijasida cho'michlar suv bilan to'lib, gazgolder germetikligini ta'minlaydi. Silindrik qobiq eng yuqori holatga ko'tarilsa, gazgolder gaz bilan to'lgan bo'ladi. Gazgolder ichidagi gazni muvozanatda saqlash maqsadida uning tom qismi perimetri bo'yicha betonli yoki cho'yanli yuklar bilan ta'minlangan bo'ladi. Gazgolderlarda chaqmoqni qaytaruvchi moslama bo'lishi shart.

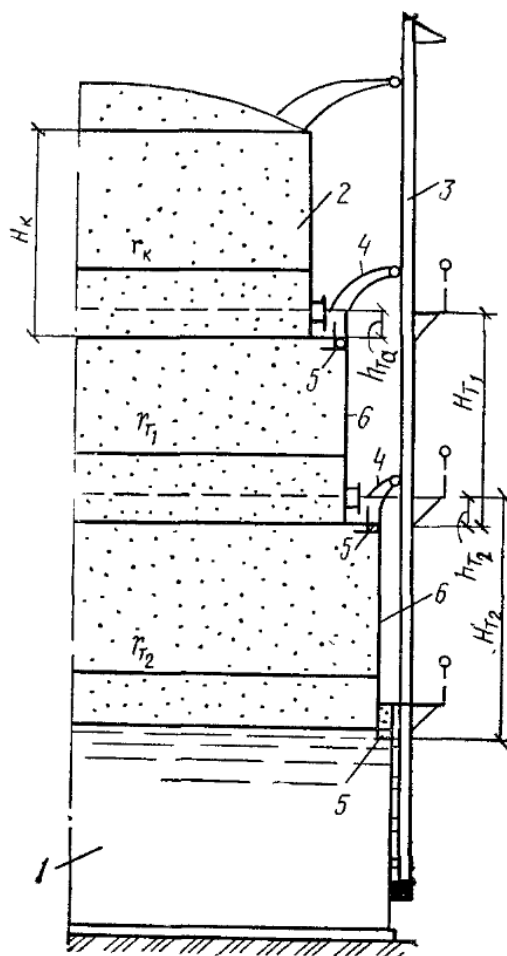
Silindrik qobiqlarning ravon va to'xtovsiz ishlashi uchun ular yo'naltiruvchi va roliklar bilan loyihalanadi (9.19-rasm).

Gazgolderlar varaqli po'latlardan yasaladi.

Hajmi o'zgaruvchan gazgolderlar chegara holat usuli va 2.03.05-97 QMQning maxsus texnik shartlariga asosan hisoblanadi.

Hisoblashda quyidagi, yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlari qo'llaniladi. $n_1 = 1.1$ - konstruksiyaning xususiy og'irligi, $n_2 = 1.2$ gaz bosimi, $n = 1.1$ - gazgolderdagi suv bosimi, $n = 1.2$ - foydali, vaqtinchalik yuk (2 kH/m^2), $n = 1.4$ qor bosimi uchun (hududga

qarab), $\gamma_f = 1.2$ shamol ta'siri, aerodinamik koeffitsiyent 0.7 bo'lganda.



9.21-rasm. Gaz bilan to'ldirilgan ho'l (suvli) gazgolder sxemasi:

1 – rezervuar; 2 – gazgolderning eng yuqori silindrik qobig'i (колокол); 3 – yo'naltiruvchi; 4 – yuqoridagi yo'naltiruvchi roliklar; 5 – pastdagi yo'naltiruvchi roliklar; 6 – qobiqlar.

Gazgolderlarni hisoblash asoslari

Hisoblashda quyidagi yuk birgaliklari inobatga olinadi: asosiy, qo'shimcha va maxsus.

- asosiy yuklar – konstruktsiya og'irligi, gaz va suv bosimi, qor;
- qo'shimcha yuklar – a) xususiy og'irligi, bir tomonlama qor bosimi, shamol, harorat va montaj yuklari; b) qor bosimisiz asosiy yuklar va shamol ta'siri.
- maxsus yuklar – xususiy og'irligi, suv va qor, seysmik ta'sirlar.

Yuklarni birgalikda ta'sir etish ehtimoli koeffitsiyenti “Yuklar va ta'sirlar” QMQdan olinadi.

Ishlash sharoiti koeffitsiyenti, $\gamma_c = 1.0$.

Seysmik yuklarni inobatga olgan holda gazgolderni mustahkamlik va deformasiyaga hisoblashda maxsus ishlash sharoiti koeffitsiyenti, $\gamma_c^{kp} = 1.4$ qabul qilinadi.

Gazgolderning suv saqlanadigan idish (rezervuar)devorining qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

$$t = (\gamma_{ct} \cdot n_1 + P_u \cdot n_2) r_2 / \gamma_c R_y \quad (9.44)$$

Silindrik qobiq devorining qalinligi

$$t = n_2 P_u \cdot r_2 / \gamma_c R_y \quad (9.45)$$

bu yerda: γ_{ct} - po‘latning hajmiy og‘irligi, $\kappa H / m^3$; P_u – gazgolder yuqori qismidagi gaz bosimi [Q.A-1. 23.1 formula].

Gazgolderning ryezervuar qismi va silindrik qobiqlar korxonada o‘ramli po‘latdan yasaladi.

Quruq gazgolderlar

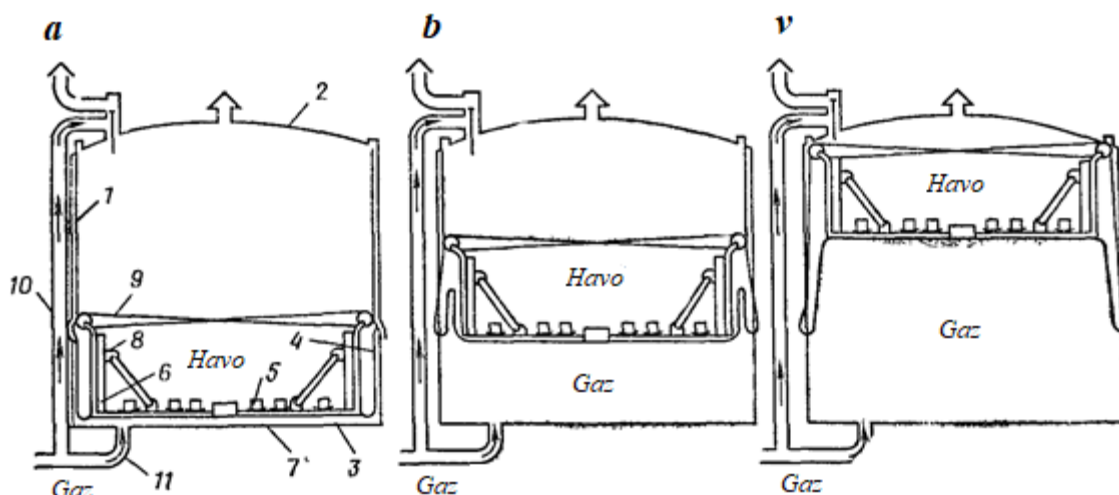
Gaz namlanishiga yo‘l qo‘yilmaydigan, konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan gazlar uchun quruq gazgolderlardan foydalaniladi. Masalan, etilen, propilen va h.k. Uning hajmi 10000 dan 600000 m^3 gacha bo‘ladi. U qumli asosga o‘rnatilgan tub qismi, tekis silindrik devordan va tom qismidan iborat. Gazgolderning tom qismi sfera shaklda bo‘lib, qalinligi 3 mm bo‘lgan varaqli po‘latdan tayyorlanadi. U radial yo‘nalishda joylashgan shvellerli sinchga biriktiriladi (9.20-rasm).

Gazgolder ichida maxsus konstruksiyali shayba harakatlanadi. Gaz kirishi bilan shayba ko‘tariladi. Shayba, ko‘taruvchi sinch va tashqi varaqli po‘lat qoplamadan iborat.

Shayba va vertikal devor o‘zaro aylana bo‘yicha charmsimon matodan qilingan fartuk bilan germetik biriktirilgan bo‘ladi.

Gazgolderdagi gaz bosimini saqlab turish uchun shayba ustiga betonli yuklar qo‘yiladi. Gazgolderning to‘lishi va ortiqcha gaz bosimi hosil bo‘lishi avtomatik tarzda nazorat qilinadi.

Quruq gazgolderning devori va tubi o‘ramli po‘latdan tayyorlanadi. Gazgolder devori vertikal ustunli sinch va yoyma profillardan yasalgan gorizontal halqa bilan ta‘minlanadi. Gazgolderning barcha elementlari payvand yordamida biriktiriladi.



9.22-rasm. Quruq turdagi gazgolderning ishlash sxemasi:

a – bo‘sh gazgolder; b – qisman to‘ldirilgan gazgolder; v – gaz bilan to‘la to‘ldirilgan gazgolder. 1 – korpus; 2 – tom qismi; 3 – tub qismi; 4 – birlashtiruvchi fartuk; 5 – betonli yuklar; 6 – shayba sinchi; 7 – shayba tubi; 8 – shayba devori; 9 – shayba tortqilari; 10 – gaz chiqaruvchi truba; 11 – gaz kiruvchi truba.

Quruq gazgolderlarni hisoblash asoslari

Quruq gazgolderning devori, silindrik qobiq kabi, ichki ortiqcha gaz bosimi ta’siriga hisoblanadi. Bunda qobiq cho‘zilishga ishlaydi. Ko‘p holda gazgolder devorining hisobiy qalinligi ko‘p katta bo‘lmaydi. Shu sababli u konstruktiv talablarga ko‘ra 5 mm qabul qilinadi.

Bunday qalinlikdagi konstruksiyalar yupqa devorli hisoblanadi. Ular ustuvorlikka tekshiriladi. Idishda gaz bo‘lmaganda va vakuum hosil bo‘lganda devor ustuvorlikka tekshiriladi.

Bu holda gazgolder devorida xususiy og‘irligidan, qor bosimi va foydali yukdan bo‘ylama meridional kuchlanishlar hosil bo‘ladi.

$$\sigma_1 = G/2\pi r_2 t \leq \gamma_c R_y \quad (9.46)$$

bunda: G – jami yuklar og‘irliklari.

Bu yuklardan, kritik kuchlanish $\sigma_1 \leq \gamma_c \sigma_{kp1}$ va gazgolder ichida vakuum hosil bo‘lgandagi kritik kuchlanish $\sigma_2 \leq \gamma_c \sigma_{kp2}$ formulalar orqali aniqlanadi.

Gazgolderga bir vaqtda ham siquvchi vertikal yuklar va vakuum ta’sir etganda devorning ustuvorligi quyidagicha tekshiriladi:

$$\sigma_1/\sigma_{kp1} + \sigma_2/\sigma_{kp2} \leq \gamma_c \quad (9.47)$$

bunda: σ_{kp1} – kritik kuchlanish, ψR_y yoki $\tau_c E t/r^2$ ga teng.

ψ koeffisiyent $0 < r_2/t \leq 300$ bo'lganda $\psi = 0,97 - (0,00025 + 0,95R_y/E)r_2/t$ formula bilan aniqlanadi. C – koeffisiyent r_2/t nisbatga qarab 0,06 dan 0,22 gacha qabul qilinadi.

$\sigma_{kp2} = 0,17 E(t/r^2)^2$ kritik kuchlanish.

Hajmi o'zgaras gazgolderlar

Yer ostidan katta bosim bilan chiqayotgan tabiiy gazni saqlash va uni uzoq masofalarga yetkazib berish maqsadida, hajmi o'zgaras gazgolderlardan foydalaniladi. Ulardagi gaz bosimi 70 dan 2000 KPa gacha bo'ladi.

Hajmi o'zgaras gazgolderlar, 1 m³ gaz hajmiga to'g'ri keladigan metall sarfi bo'yicha, o'zgaruvchan hajmli gazgolderlardan ancha arzon.

Hajmi o'zgaras gazgolderlar, gaz bosimida ishlaydigan va ulardan xavfsiz foydalanadigan idishlarga quyiladigan qoidalar asosida loyihalanadi. Gazgolder hajmi va undagi cheklangan gaz bosimi standart talablariga javob berishi kerak. Hajmi o'zgaras gazgolderlar silindrik va sferasimon ko'rinishda bo'ladi.

Silindrik gazgolderlar

Silindrik gazgolder silindrik qobiq va ikkita tub qismdan iborat bo'ladi. Tub qism yarim sfera shaklida loyihalanadi. Gazgolderlarning hajmi 50 dan 300 m³ bo'lib, temiryo'l transportida tashish uchun qulay qilib yasaladi.

Fazoda joylashishiga ko'ra, ular gorizontal (9.23-rasm) va vertikal bo'lishi mumkin.

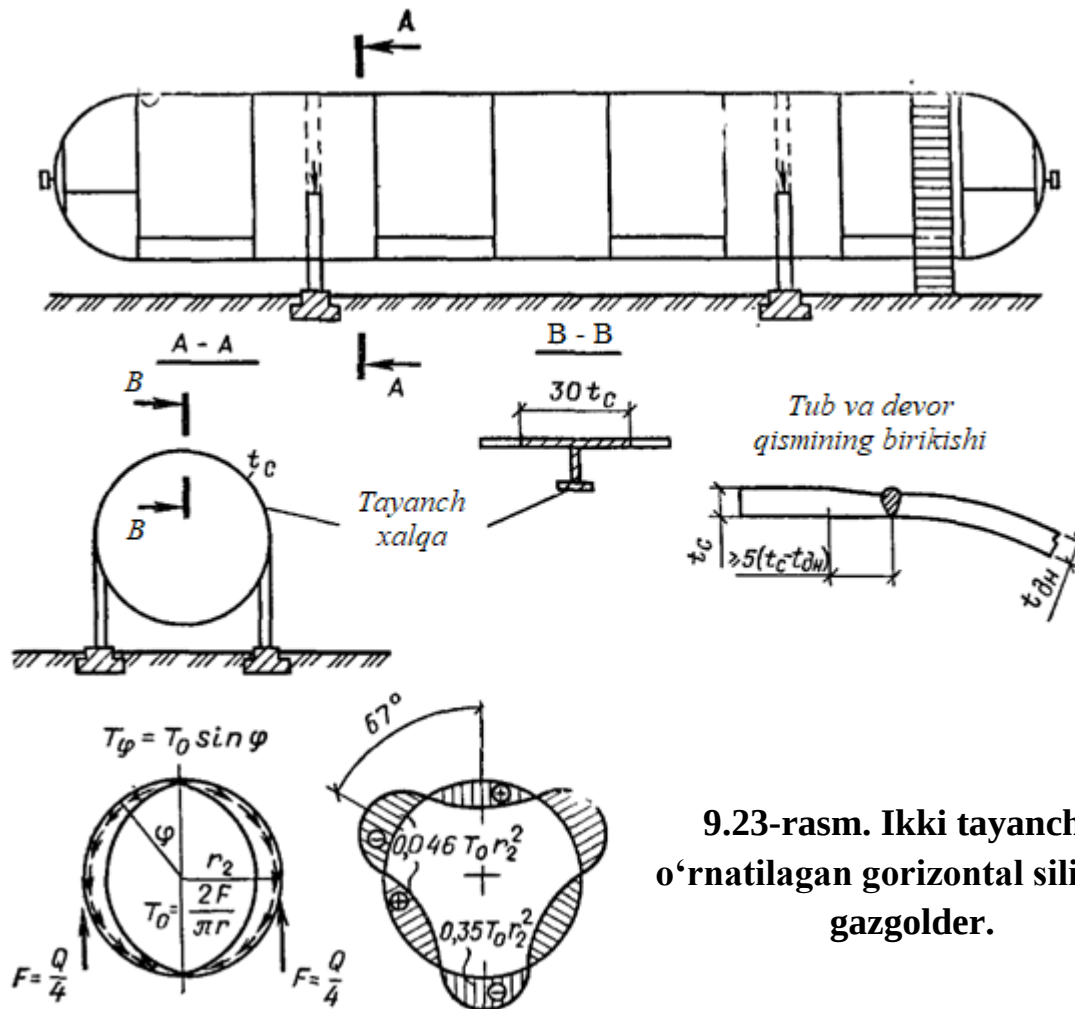
Silindrik gazgolderning tayanch joylarida halqa ko'rinishida birklik qovurg'alari bo'ladi.

Hisoblash asoslari: Silindrik qobiq va yarim sferasimon tub qismi devorlarining qalinligi (t_T, t_c).

$$t_{\text{T}} = n_2 P_u D / 2\gamma R_y; \quad (9.48)$$

$$t_c = n_2 P_u D / 4\gamma R_y. \quad (9.49)$$

bunda: γ_c – hajmi o‘zgaras bo‘lgan gazgolderning ishlash sharoiti koefitsiyenti; D – gazgolder diametri.



9.23-rasm. Ikki tayanchga oʻrnatilgan gorizontall silindrik gazgolder.

Silindrik qobiq tub qismiga ravon silliq payvandlanadi (9.23-rasm). Bunda tub qismining qalinligi $t_T = (2/3 \div 3/4)t$ deb qabul qilinadi.

Bikrlik qovurgʻalari yoyma yoki tuzma tavrda yasalanadi. Ular devorga ichkaridan payvandlanadi. Gazgolderni suv bilan gidravlik sinashda bikrlik halqalarida eng katta zoʻriqishlar hosil boʻladi.

Bikrlik halqa va devor o‘rtasida siljuvchi zo‘riqish hosil bo‘ladi.

$$F_{\Phi} = F_0 \sin \varphi = (G/2\pi r^2) \sin \varphi \quad (9.50)$$

bunda: $F_0 = G/2\pi r^2$ – siljituvchi maksimal zo‘riqish;

G – gazgolderning suv va jihozlar bilan birga og‘irligi;

φ – burchak koordinatasi.

$0 \leq \varphi \leq \pi/2$ bo'lganda bo'yлама kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{G}{2\pi} \left(\frac{1}{4} \cos \varphi + \frac{\cos \varphi \cdot \cos 2\varphi}{4} + \frac{\sin \varphi \cdot \sin 2\varphi}{4} - \frac{\varphi \sin \varphi}{2} \right) \quad (9.51)$$

Hisoblashda bikrlık halqaning shartlı kesim yuzasiga devorning bir qismini qo'shib olish talab etiladi (9.20-rasm B-B).

Ichki qo'shimcha bosimi ko'p katta bo'lmagan gazgolderlarda bikrlık halqasi burchaklıkdan tayyorlanadi. Ular qo'shimcha sterjenlar bilan kuchlantiriladi.

Sferik gazgolderlar

Hajmi 600 m^3 va undan katta bo'lgan sferik gazgolderlar turli xil o'lchamli qilib yasaladi. Ular 1 m^3 gaz hajmiga to'g'ri keladigan metall sarfi bo'yicha, silindrik gazgolderlardan ancha arzon, lekin tayyorlanishi qiyin. Ularni konstruktiv loyihalash va hisoblash usullari sferik rezervuarlar kabi bajariladi.

Nazorat uchun savollar

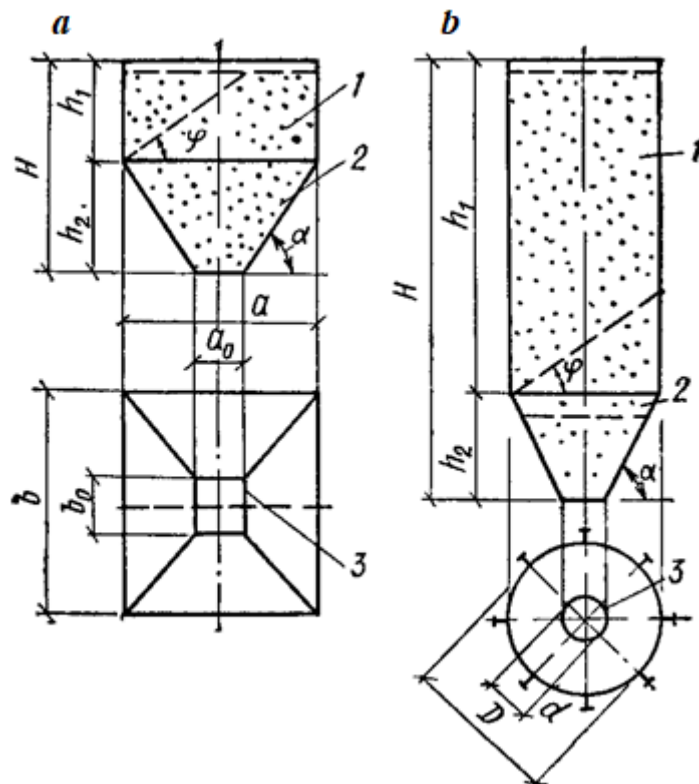
1. Varaqli po'lat konstruksiyalar deb qanday konstruksiyalarga aytiladi?
2. Varaqli po'lat konstruksiyalarning asosiy xususiyatlariga nimalar kiradi?
3. Rezervuarlarning qanday turlari mavjud va ular qayerda qo'llaniladi?
4. Past va yuqori bosimli vertikal rezervuarlar nima maqsadda ko'llaniladi?
5. Gorizontal silindrik rezervuarlar nima maqsadda foydalaniladi, ularning afzallik va kamchiliklari?
6. Rezervuarlarni hisoblash.
7. Rezervuar devorining mustahkamlikka hisoblash.
8. Sferasimon rezervuarlarning qanday konstruktiv shakllari mavjud?
9. Gazgolderlarning qanday turlari mavjud va ular qaysi sohalarda keng qo'llaniladi?
10. Gazgolderlar qanday usullarda hisoblanadi?
11. Xo'l gazgolderlarni konstruktiv sxemalari.
12. Ho'l gazgolderlarda germetiklik qanday taminlanadi?

X bob. Bunker va siloslar

Sochiluvchan materiallarni saqlash va qayta yuklash uchun foydalanayotgan idishlarga bunker va siloslar deyiladi (10.1-rasm).

Bunker va siloslar varaqli po‘latlardan tayyorlanadi.

Siloslar bunkerlardan balandligi bilan farq qiladi.



10.1-rasm. Bunker (a) va silos (b) sxemasi.

1 – yuqori qismi; 2 – voronka (konus yoki piramida shaklida);

3 – mahsulotni bo‘shatish joyi. (lyuk)

Bunkerlar turli konstruktiv yechimlardan tashkil topgan. Ular piramida, prizma, egiluvchan devorli, silindrik konusli bo‘lishi mumkin.

Sochiluvchan materiallar bunker ostki qismidagi maxsus lyuklardan bo‘shatiladi. Bu lyuklar to‘rtburchak, aylana, kvadrat shaklida bo‘lishi mumkin. Bunker elementlari po‘lat listlardan tashkil topgan bo‘lib elektr-yoyli payvand bilan payvandlanadi. Payvand birikma faqat uchma-uch qilib bajariladi. Lyuk o‘lchamlari 300 dan 1500 mmgacha qabul qilinadi.

Bunker devorlari mahalliy ustuvorlikni ta'minlash maqsadida qovurg'alar bilan mustahkamlanadi. Qovurg'alar po'lat profillardan tashkil topadi.

Tekis devorchali bunkerlar konstruksiyaning o'z og'irligidan ($1-1,2 \text{ kN/m}^2$) qor bosimi, shamol ta'siri, bunker tomiga tushadigan 4 kN/m^2 gacha bo'lgan yuk va sochiluvchi materiallarning bosimidan hosil bo'ladigan yuklarga hisoblanadi. Shamol va qor yuklari QMQdan olinadi.

Hisoblashda quyidagi koeffitsiyentlar qabul qilinadi. Konstruksiyaning o'z og'irligi uchun $n_1=1.05$, material bosimi uchun $n_2=1.3$ va shamol ta'siri uchun $n_3=1.4$.

Bunkerning devor qismi va voronkasimon qismi alohida hisoblanadi. Ular plastinkalar kabi hisoblanadi, ya'ni eguvchi moment va cho'zuvchi bo'ylama zo'riqish aniqlanadi.

Bunker dyevorining mustahkamligi nomarkaziy siqilish va egilish formulasi bilan tekshiriladi. Shu bilan birga plastinka egilishi (solqiligi) tekshiriladi.

Bundan tashqari egiluvchan devorli bunkerlardan ham foydalaniladi.

Idish devor qismining balandligi, uning ko'ndalang kesimi kichik o'lchamining bir yarim martasigacha bo'lsa, ular bunkerlar deyiladi, ya'ni $h \leq 1,5a_0$. Baland bo'lgan idishlarga siloslar deyiladi, ya'ni $h > 1,5d$. Siloslar faqat aylana (doira) shaklda loyihalanadi. Ularning balandligi, unda saqlanayotgan materialga qarab 6 m dan 18 m gacha bo'ladi.

Bunker devorlari piramida, aylana va egiluvchan (parabola) shaklda bo'lishi mumkin (10.1-rasm).

Bunkerlar turli xil konstruktiv yechimlarga ega. Ular yonma-yon joylashib, ko'p yacheykali bunkerlarni tashkil etadi. Bunkerlar bino ichida va tashqarisida ham bo'lishi mumkin. Bunkerlar, tepa qismida joylashgan teshikdan mexanik yoki pnevmatik usulda to'ldiriladi. Bunkerni bo'shatish, past qismida joylashgan teshik(lyuk)ni ochish orqali bajariladi. Bo'shatish qulay bo'lishi uchun teshik (lyuk) o'lchami pastga qarab kichraytirilib (voronka shaklda) loyihalanadi.

Lyukning ko'ndalang kesimi, bunker ichidagi material turiga qarab, aylana, kvadrat, to'g'ri to'rtburchak va h.k. shaklda bo'lishi mumkin. Bo'shatish teshigining o'lchami (10.1-rasm).

$$a_0 = \kappa (b + 80) / \operatorname{tg} \varphi \quad (10.1)$$

bunda, a_0 – kvadrat tomoni yoki lyuk diametri, mm;

$\kappa = 2,4 \div 2,6$ – tajriba orqali aniqlangan koeffitsiyenti;

b – material granulasining eng katta o'lchami, mm;

φ – materialning tabiiy to'kilish nishablik burchagi, gradus.

a_0 o'lcham, 300 dan 1500 mm gacha o'zgarishi mumkin. Qum uchun 300 mm gacha, ko'mir, keramzit va boshqa tabiiy rudalar uchun 1500 mm gacha loyihalangani.

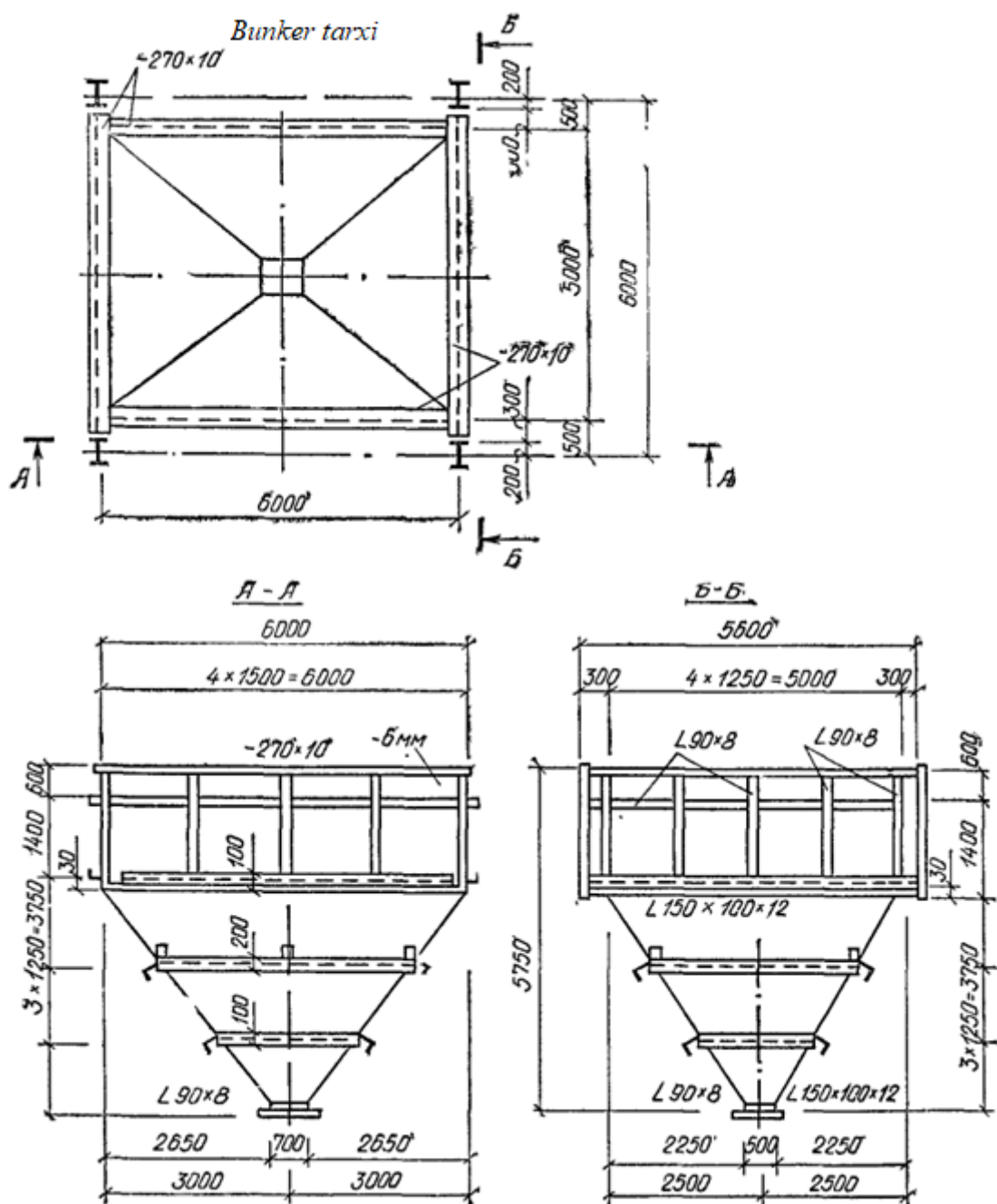
Katta granulasi (bo'lakli) qattiq materiallarni saqlash uchun bunker devorlari silliqqlanib ketmasligi va zarbga chidamliligini oshirish maqsadida maxsus qoplama bilan jihozlanadi. Bu qoplama qovurg'alari bo'lgan, varaqli po'latdan tayyorlanadi. Varaqli po'lat qalinligi 6-10 mm bo'ladi. Ba'zi holda yog'ochdan tayyorlangan qoplamalar ham ishlatiladi.

Bunker va siloslarning tekis bo'lgan devor qismi varaqli po'latdan tayyorlanadi. Egiluvchan bunkerlar devorida kam legirlangan po'latlar ishlatiladi. Bunker va siloslar uchma-uch payvandlangan varaqli po'latlardan tayyorlanadi.

Ustma-ust payvand birikma, faqat montaj birikmalarda qo'llanilishiga ruhsat beriladi. Ba'zi hollarda montaj birikmalari boltlar yordamida bajarilishi mumkin.

X.1. Tekis devorli bunkerlar

Devori tekis bo'lgan bunkerlar bikr konstruksiya bo'lib, yuklash va bo'shatish jarayonida doimiy geometrik shaklini o'zgartirmaydi. Uning yuqori qismi prizma shaklda, pastki qismi (voronka qismi) kesik piramida shaklda bo'ladi.



10.2-rasm. Tekis devorli bunkerlar.

Bunkerning vertikal devor qismi yuk ko'taruvchi to'sinlardan iborat bo'lib, gorizontaal va vertikal qovurg'alar bilan ustuvorligi ta'minlanadi. Bunkerning pastki (voronka) qismi gorizontaal bikr qovurg'alar bilan kuchaytiriladi (10.2-rasm). Bunker yuk ko'taruvchi to'sinlar orqali ustunlarga o'rnatiladi. Ustunlar ustuvorligi bog'lovchilar bilan ta'minlanadi.

X.2. Hisoblash asoslari

Devori tekis bo'lgan bunkerlar quyidagi yuklarga hisoblanadi: konstruksiya og'irligi ($1 - 2 \text{ kN/m}^2$) qor bosimi, shamol ta'siri, tom yopmasidagi vaqtinchalik yuk (4 kN/m^2) gacha, shuningdek sochiluvchi material bosimi. Qor bosimi va shamol ta'siri yuklari QMQdan olinadi. Hisoblashda quyidagi yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlari qabul qilinadi: xususiy og'irlik uchun $n_1 = 1,05$, sochiluvchan materialning bosimi uchun $n_2 = 3$, shamol ta'siri uchun $n_3 = 1,4$. Ishlash sharoiti koeffitsiyenti: bunker devori va to'sinlari uchun $\gamma = 0,8$, boshqa konstruksiyalar uchun $\gamma = 1,0$.

Bunkerning prizma shaklidagi yuqori qismi va kesik piramida shakldagi pastki qismi (voronka) alohida hisoblanadi. Bunker devori sochiluvchan material bosimidan plastinka kabi hisoblanadi. Bunda plastinka silindrik egilish holatida bo'ladi. Plastinka qovurg'alarga sharnirli birikkan deb faraz qilinib, uning o'rtasidagi eguvchi moment

$$M = M_0 - 4n_2 P^H l^2 N / \pi^3 (N + N_E); \quad (10.2)$$

bunda: M_0 – oddiy to'sinning ravog'i o'rtasidagi eguvchi moment; P^H – sochiluvchan materialning devorga bosimi; N_E, N – devordagi bo'ylama, cho'zuvchi zo'riqish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_E = \pi^2 E t^3 / 12 (1 - \nu^2) l^2 \quad (10.3)$$

$$N = \sqrt[3]{\frac{Et(n_2 P^H)^2 \cdot l^2}{(1 - \nu^2) 24}} \quad (10.4)$$

bunda: l – bika qovurg'alar orasidagi masofa;

Bunkerdagi sochiluvchi materialning vertikal q^H va gorizonttal P^H me'yoriy bosimi

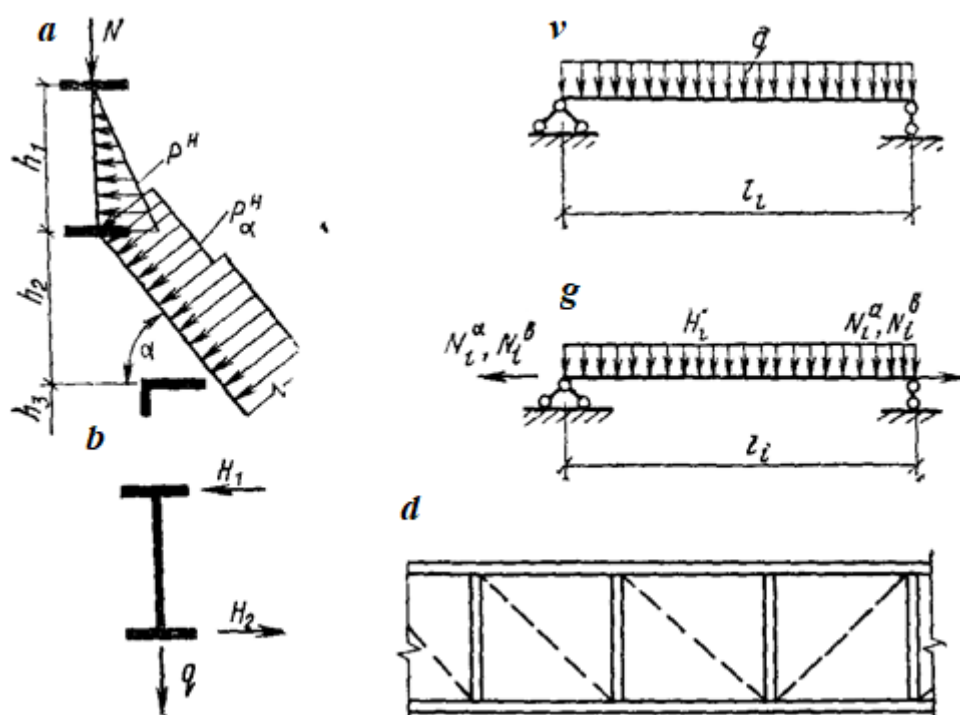
$$q^H = \gamma y; \quad P^H = k \gamma y \quad (10.5)$$

Silosdagi q^H va P^H lar huddi shunday aniqlanadi.

$$q^H = z \gamma r / f_{Tp} \cdot k; \quad P^H = z \gamma r / f_{Tp} \quad (10.6)$$

bunda: γ, f_{Tp} - materialning hajmiy og'irligi va ishqalanish koeffitsiyenti;

$\kappa = tg^2(45 - \varphi/2)$ – gorizontaal bosimning vertikal bosimga nisbati;
 ν – koefitsiyent (Puasson);
 φ – materialning tabiiy to'kilish nishabligi burchagi;
 $r = \frac{A}{u}$ – gidravlik radiusi, A, u – silos ko'ndalang kesim yuzasi va perimetri;
 z – koefitsiyent, [QA-5. 23,3-jadval]dan olinadi (N.P.Melnikov. Справочник проектировщика);
 y – sochiluvchi materialning eng yuqori nuqtasidan hisoblanadigan kesimgacha bo'lgan masofa.



10.3-rasm. Bunker to'sinining hisobiy sxemasi:

a – haqiqiy yuk; b – vertikal va gorizontaal yuklar ta'siri; v – to'sinning hisobiy sxemasi; g – to'sin kamarlarining gorizontaal yuklarga ishlagandagi hisobiy sxemasi; d – to'sin devorining hisobiy sxema variantlari.

Plastinkaning maksimal solqiligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f = \frac{4 \cdot n_2 \cdot P^H l^2}{\pi^3 (N + N_E)} \leq [f] = \frac{1}{50} l \quad (10.7)$$

Bunkerning piramida shaklidagi (voronka) qismi gorizontaal bikrlilik qovurg'alari bilan kuchlantiriladi. Qovurg'alar burchaklikdan iborat bo'lib, devorga payvandlanadi.

Qovurg‘alar egilish va bo‘ylama kuchga hisoblanadi. Qovurg‘aning mustahkamligi siqilib-egiluvchi sterjenlar kabi tekshiriladi (10.3-rasm).

$$\sigma = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W_p} \leq \gamma_c R_y \quad (10.8)$$

bunda: $M = q_p \cdot l_p^2 / 8$; $q_p = n_2 P_\alpha^H \cdot (h_i + h_{i+1}) / 2 \sin \alpha$

$\gamma = 1$; $N = q_p b_y / 2$; A_p, W_p – bikrlilik qovurg‘asining kesim yuzasi va qarshilik momenti;

q_p – qovurg‘aga tushadigan teng taqsimlangan yuk;

l_p – qovurg‘a ravog‘i.

Qovurg‘a solqiligi uchlari qistirilgan to‘sin kabi hisoblanadi.

$$f = \frac{1}{384} \frac{q_p^H \cdot l_p^4}{EJ_p} \leq [f] = \frac{1}{250} l_p \quad (10.9)$$

EJ_p – qovurg‘a bikrligi.

X.3. Devori egiluvchan bunkerlar

Egiluvchan yoki osma bunkerlar usti ochiq silindrik qobiqdan tashkil topgan. Bu bunkerlar bo‘ylama to‘sinlarga biriktirilib, ustunga o‘rnatiladi (10.4-rasm). Bunkerning yon tomonlari vertikal bikr devor – diafragmalar bilan yopiladi.

Bunker devorida bikrlilik qovurg‘alari bo‘lmaganligi va asosan cho‘zilishga ishlaganligi sababli, metall sarfi bo‘yicha boshqa bunkerlarga nisbatan ancha arzon.

Devori egiluvchan bunkerning shaklini aniqlash uchun quyidagi funksiyadan foydalaniladi (10.4-rasm).

$$y = 2f[3(x/b)^2 - 2(x/b)^3]; \quad (10.10)$$

$$y = 4f(x/b)^2; \quad (10.11)$$

Bunkerning qo‘ndalang kesim yuzasi va hajmi:

$$A = (5/8)fb \quad V = (5/8)fbL \quad (10.12)$$

bunda: L – bunker uzunligi.

Bunkernig ravog‘i (eni):

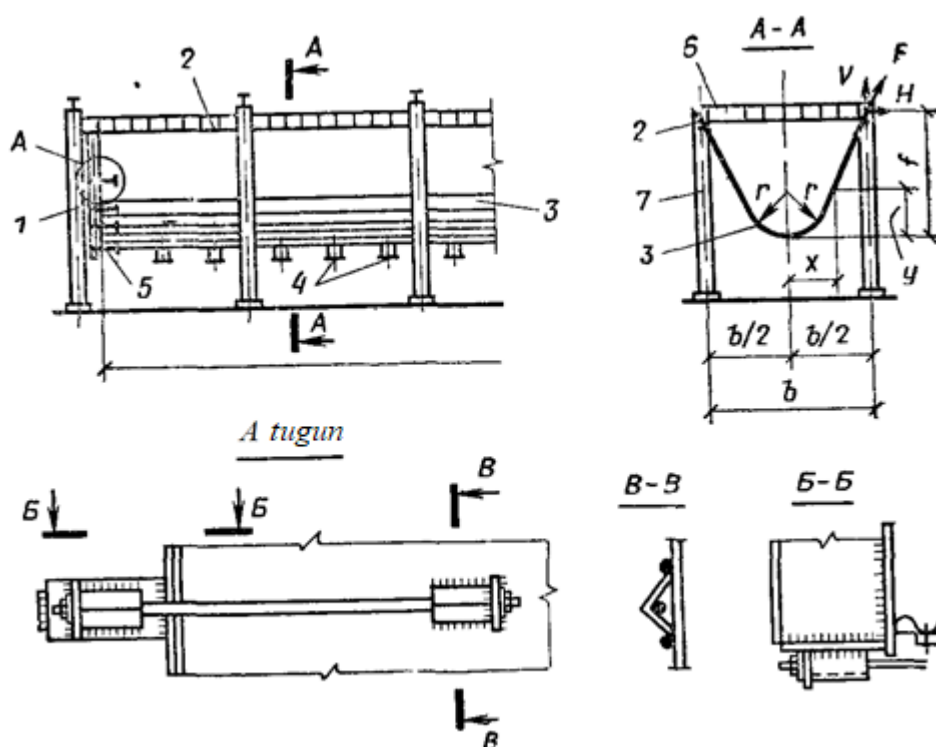
$$b = \frac{2}{3} \sqrt{(R_y + R_\phi) \frac{t_\phi}{\gamma}} - \frac{3}{2} h_b \quad (10.13)$$

bunda: R_y, R_ϕ – varaqli po‘latning va bunker devor qoplamasining hisobiy qarshiligi, kN/sm^2 ;

t_ϕ – bunker devori qoplama qatlamining qalinligi;

γ – sochiluvchi materialning hajmiy og‘irligi, kN/sm^3 ;

h_b – bunker to‘sinning balandligi.



10.4-rasm. Parabola shakldagi egiluvchi devorli bunker:

1 – yon tomon devori; 2 – bo‘ylama to‘sin; 3 – qobiq; 4 – materialni bo‘shatish lyuklari (qopqoq); 5 – tortqilar; 6 – ko‘ndalang to‘sin-tirgak; 7 - ustun.

Ko‘p holda bunker ravog‘ining (enining) qobiq balandligiga bo‘lgan eng qulay nisbati $b/f = 1,4$ qabul qilinadi.

X.4. Bunkerni hisoblash asoslari

Bunkerning egiluvchan devori faqat cho‘zilishga ishlaganligi sababli, undagi zo‘riqish $F, (kN/m)$, bo‘ylama to‘singa birikgan joyida hosil bo‘ladi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \frac{1}{12} n_2 \gamma b^2 \sqrt{1 + 16 \left(\frac{f}{b}\right)^2} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{h_6}{f}\right) \quad (10.14)$$

$b/f = 1,4$ bo'lganda

$$F = (n_2 \gamma b^2 / 4) \left[1 + \frac{3}{2} (h_6 / f)\right] \quad (10.15)$$

Bunker tubining eng pastki nuqtasidagi zo'riqish

$$F_0 = F / D \quad (10.16)$$

bunda: $D = 1 + \varphi / 50$; φ – sochiluvchi materialning tabiiy nishablik burchagi, grad.

Egiluvchan devorning ko'ndalang kesimi, uning tekis sxema bo'yicha hisoblash natijasida (cho'zilgan arqon kabi) aniqlanadi.

Bunkerning osma-egiluvchan qobig'ining minimal qalinligi $t=4$ mm, tub qismining qalinligi $t=6$ mm qabul qilinadi.

Bunker to'sinlarining balandligi 3-4 metr oralig'ida loyihalanadi. Bu holda to'sin devorining qalinligi juda kichik bo'lib chiqadi. Shuning uchun to'sin devorining tayanch qismi urinma kuchlanishlardan qirqilish va ustuvorlikka tekshiriladi.

$$\frac{3}{4} \frac{FB}{h_6 \cdot t_{cr}} \leq \gamma R_{cp}; \quad \frac{FB}{2h_6 \cdot t_{cr}} \leq \gamma \tau_{kp} \quad (10.17)$$

bunda: $\gamma = 0,8$, τ_{kp} – kritik kuchlanish, 2.03.05-13 SHNQning (83) formulasi bilan aniqlanadi; R_s – po'latning qirqilishdagi hisobiy qarshiligi.

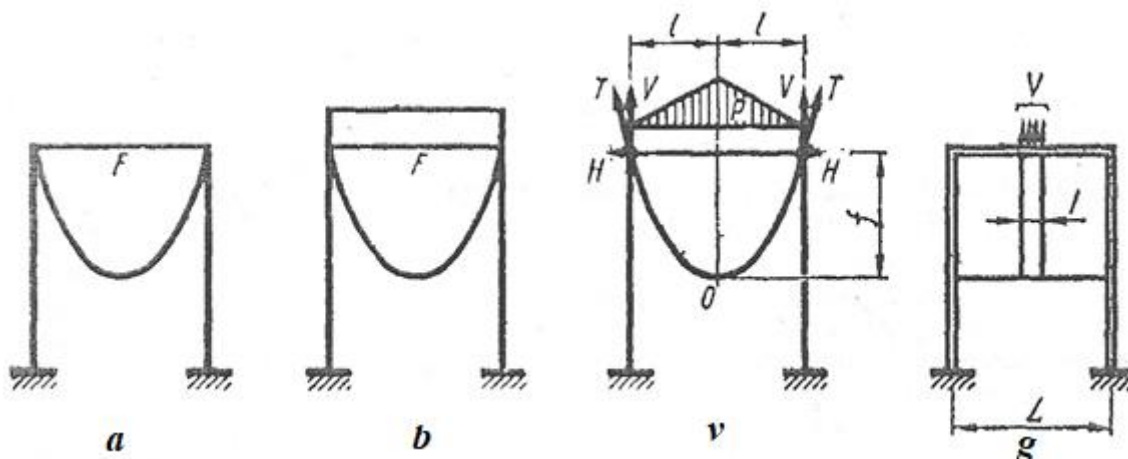
Bunkerning egiluvchi devori vertikal bikr qovurg'alar (burchakliklar) bilan kuchlantiriladi.

Hisoblashga doir misol.

Bu bunkerlar, tekis devorli bunkerlardan voronka qismining tuzilishi bilan farq qiladi. Voronka qobig'ining ko'ndalang kesimi uni cho'zilishga ishlashi shartidan qabul qilinadi. Egiluvchan bunkerlarning eni 18 metrgacha, uzunligi esa unda saqlanadigan material hajmidan bog'liq ravishda turlicha qabul qilinadi.

Bunker voronka qismini (10.5-rasm, a,b) ko'rsatilgan sxyemalar bo'yicha loyihalash mumkin. Birinchi holda egiluvchan bunkerlarda to'sinlar bo'lmaydi (to'sinsiz) (10.5-rasm, a) ikkinchi holda bunker

to'sinlari bilan loyihalanadi (10.5-rasm, b). Bu qo'shimcha hajmni tashkil qiladi va ular "to'sinli bunkerlar" deb ataladi.



10.5-rasm. Bunker sxemalari (a, b) va bunkerga tushadigan yuklar.

To'sinsiz bunkerning kesim yuzasi (10.5-rasm, a)

$$A = 2fl - 3\frac{fl^3}{H} - 1,5\frac{Kf^3l}{H} \quad (10.18)$$

To'sinli bunker uchun (10.5-rasm, b)

$$A = 2hl - 3\frac{fl^3}{H} - 1,5\frac{Kf^3l}{H} \quad (10.19)$$

bunda: h - bunkerning to'liq balandligi;

l - bunkerning yarim ravog'i;

f - bunkerning chuqurligi (10.5-rasm);

H - bunkerning tortqi kuchi;

γ - bunker ichidagi materialning zichligi;

$K = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$, φ - materialning ichki ishqalanish burchagi.

Bunker qobig'ining birlik uzunligiga to'g'ri keladigan cho'zuvchi zo'riqish T quyidagicha aniqlanadi

$$T = \sqrt{V^2 + H^2} \quad (10.20)$$

bunda: $V = \frac{A\gamma}{2}$ - zo'riqishning vertikal ta'sir etuvchisi.

Bunker varonka qismi qobig'ining qalinligi

$$t = \frac{n \cdot T}{R_{oy}}, \quad (10.21)$$

bunda: $n = 1,3$ - yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti (sochiluvchan material bosimi uchun).

R_{oy} - uchma-uch payvand chokning cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi.

Voronkaning qalinligi 6 mm dan kam olinmaydi. Egiluvchan devorli bunkerlardagi to'sinlarni hisoblash, oddiy tekis devorchali bunker to'sinlari kabi bajariladi. Egiluvchan devorli bunkerlarda mustahkamligi oshirilgan va yuqori mustahkamli po'latlarning qo'llanilishi metal sarfini 30-60 foizga, narxi esa 18-30 foizga kamayadi.

Misol-1. Parabola shakldagi po'lat bunker qobig'ining qalinligini aniqlash. Bunkerda bunker to'sini ko'zda tutilmagan bo'lib, unda metall rudasi saqlanadi, dastlabki berilganlar:

$$\gamma = 25 \kappa H / \text{m}^3, \quad \varphi = 50^\circ, \quad \kappa = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = 0,132; \quad f = 2l = 12 \text{ m}.$$

Material Бет3пс6 markali po'lat.

Meyoriy gorizontal tashkil etuvchi

$$H = \frac{\gamma}{12} (5l^2 + 4\kappa f^2) = \frac{25}{12} (5 \cdot 36 + 4 \cdot 0,132 \cdot 144) = 533 \kappa H / \text{m};$$

Vertikal tashkil etuvchi

$$V = \frac{A\gamma}{2} = \frac{25}{2} \left(2 \cdot 12 \cdot 6 - 3 \frac{12 \cdot 216}{533} - 1,5 \frac{0,13 \cdot 1728 \cdot 6}{533} \right) = 1570 \kappa H / \text{m}.$$

Qobiqdagi to'la hisobiy zo'riqish

$$T = 1,3 \sqrt{533^2 + 1570^2} = 2155 \kappa H / \text{m}.$$

Qobiq qalinligi (biriktirilgan joydagi)

$$t = \frac{21,55 \cdot 10}{0,85 \cdot 225} = 1,13 \text{ cm}.$$

Qabul qilamiz. Bunda: $t = 12 \text{ mm}$.

Bunker voronkasi uchun kamlegirlangan po‘lat ishlatilganda uning qalinligini 9mm olish mumkin.

Egiluvchan devorli bunkerlarni loyihalashda, eng avvalo uning optimal parametrlarini tanlash zarur, ya'ni ko'ndalang kesim yuzasi, chuqurligi (strela pod'yoma) f va ravog'i l .

Keltirilgan harajatlarni shartidan, bunkerning optimal ko'ndalang kesim yuzasi (bunker to'sin balkasi bo'lmasa)

$$A_{o\bar{o}} = 1,49 \cdot 10^3 R_{o\bar{o},y} \frac{\mu_{\phi ym} t_{\phi ym} \Pi'_{\phi ym}}{\mu_{o\bar{o}} \gamma \Pi'_{\phi ym}}; \quad (10.21)$$

Bunker to'sini bo'lganda

$$A_{o\bar{o}} = \frac{11,25 R_{o\bar{o},y} \mu_{\bar{o}}^4 \sqrt[4]{\gamma \Pi'_{\bar{o}}} + 34,15 \mu_{\phi ym} \sqrt[4]{R_{\bar{o},y} \Pi'_{\phi ym}}}{2,293 \mu_{o\bar{o}} \gamma \sqrt[4]{R_{\bar{o},y} \Pi'_{o\bar{o}}}}; \quad (10.22)$$

bunda: $R_{o\bar{o},y}, R_{\bar{o},y}$ - mos ravishda qobiq va bunker to'sinining cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi, MPa;

$\mu_{o\bar{o}}, \mu_{\bar{o}}, \mu_{\phi ym}$ - mos ravishda qobiq, bunker to'sin va futerovkaning (qobiq yuzasidagi qo'shimcha qatlam (qoplama) konstruktiv koeffitsiyentlari;

$t_{\phi ym}$ - futerovkaning (qoplamaning) qalinligi;

$\Pi_{o\bar{o}}, \Pi_{\bar{o}}, \Pi_{\phi ym}$ - mos ravishda qobiq, bunker to'sini va futerovka konstruksiyani tayyorlash va montaj uchun keltirilgan xarajatlar narxi (Q.A-2, 7.5-jadval);

γ - sochiluvchan materialning solishtirma og'irligi, kN/m^3

Amaliy hisoblashda quyidagi konstruktiv koeffitsiyentlar tavsiya qilinadi.

$$\mu_{\phi ym} = 1; \mu_{\bar{o}} = 1,1; \mu_{o\bar{o}} = 1,2 \div 1,5;$$

Bunkerning optimal ko'ndalang kesim yuzasidan kelib chiqqan holda bunker ravog'i va chuqurligi (f) quyidagicha aniqlanadi.

$$l = f \sqrt{0,6 A_{o\bar{o}}^2 f^4 - 0,2k}; \quad (10.23)$$

$$f = \sqrt{\frac{\sqrt{25l^4 + 12kA_0^2} - 5l^2}{2k}}. \quad (10.24)$$

Misol-2. Egiluvchi devorli bunkerning optimal parametrlarini aniqlash (to'sinsiz bunkerlar).

Bunker hajmi 40000t metal rudasiga mo'ljallangan

$$\gamma = 25 \kappa H / \text{m}^3; \varphi = 50^\circ; t_{\phi ym} = 0,01 \text{m}.$$

Bunker qobig'i 09G2 markali po'lat, futerovka materiali Бет3кп2 markali po'lat, $R_{o\phi, y} = 290 \text{ MPa}$; $R_{\phi ym} = 215 \text{ MPa}$; $\mu_{\phi ym} = 1,0$; $\mu_o = 1,1$.

(10.19) formuladan foydalanib bunkerning optimal ko'ndalang kesimini aniqlaymiz.

$$A_{o\phi} = 1,49 \cdot 2,9 \cdot 10^5 \frac{1 \cdot 0,01 \cdot 275}{1,1 \cdot 25 \cdot 370} = 116,8 \text{m}^2;$$

Keltirilgan harajatlar (Q.A-2 dagi 7.5-jadval);

$$\text{Bunker uzunligi } L = \frac{V}{A_{o\phi} \cdot \gamma} = \frac{40000 \cdot 10}{116,8 \cdot 25} = 137 \text{m},$$

Gorizontal bosimning, vertikal bosimga nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent $K = 0,132$; [QA-2, 7.20-grafik] dan olinadi; $\sqrt{K} = 0,363$. bo'lganda bunker ravog'i $2l/f\sqrt{K} = 3,86$. Bino ko'ndalang kesimidan foydalanish koeffitsiyenti 0,66 (Q.A-2 dagi 7.20 grafik).

Quyidagi tenglamadan $A = 2lf = 0,66$ bunker ravog'i $2l = 15,7 \text{ m}$. (10,5-rasm, v). Ravog'ni 15 m qabul qilib, f ni hisoblaymiz.

$$f = \sqrt{\frac{\sqrt{25 \cdot 7,5^4 + 12 \cdot 0,132 \cdot 116,8^2} - 5 \cdot 7,5^2}{2 \cdot 0,132}} = 11,7 \text{ m}.$$

Nazorat uchun savollar

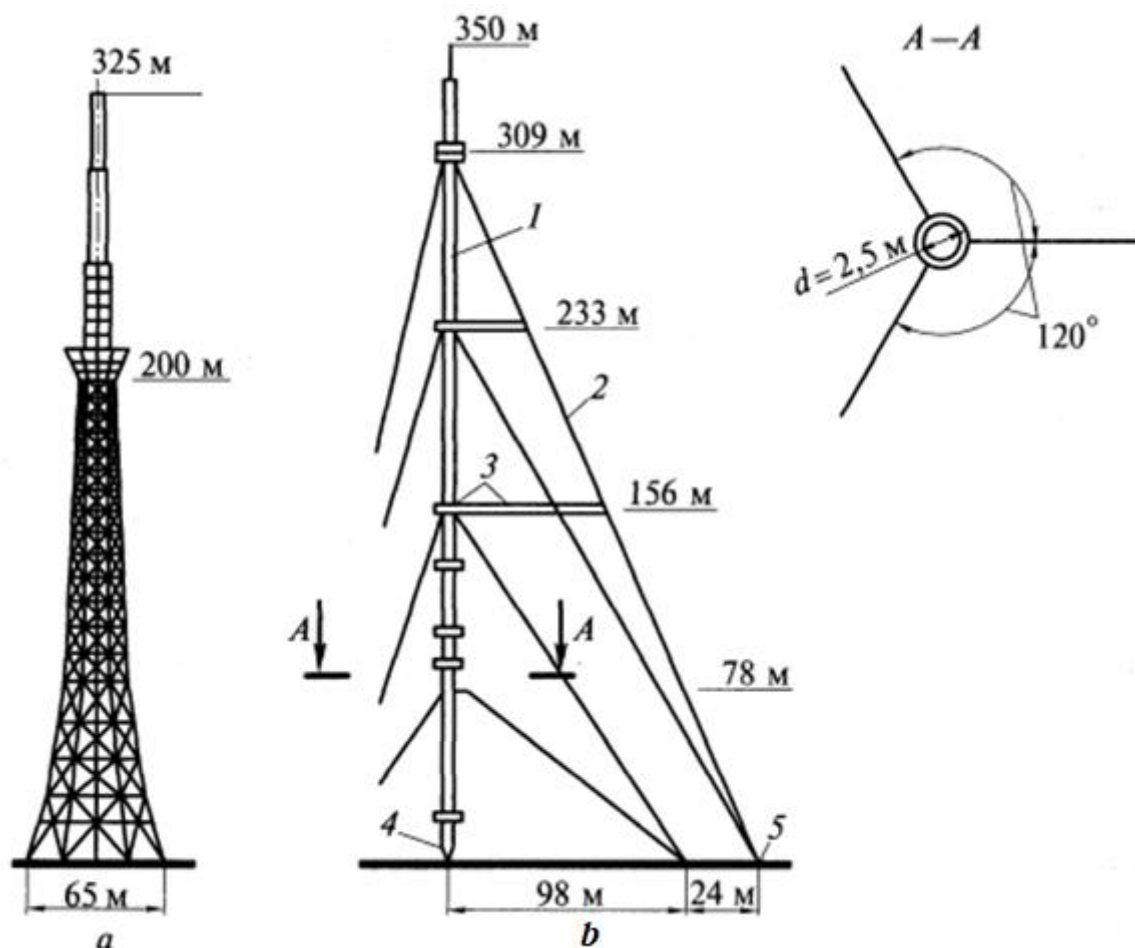
1. Bunker va siloslar deb qanday konstruksiyalarga aytiladi?
2. Bunkerlar. Tekis devorli bunkerlar.
3. Bunkerlarni hisoblash (N, q, f va σ).
4. Devori egiluvchan bunkerlar.
5. Devori egiluvchan bunkerlarni hisoblash.
6. Devori egiluvchan bunkerlarning optimal parametrlarini aniqlash.

XI bob. Baland inshootlar

Inshootlarning balandligi qo'ndalang kesim o'lchamlaridan bir necha barobar katta bo'lsa, bunday inshootlar baland inshootlar deyiladi. Bularga aloqa inshootlari (internet, radio, televideniya) elektr uzatish tarmoqlarning tayanchlari, havo so'ruvchi minoralar, tutun chiqaruvchi trubalar, mayoqlar, suv bosimi minoralari, yoritgich minoralari va h.k. kiradi.

Barcha baland inshootlar konstruktiv sxemasiga ko'ra ikki xil bo'ladi: minora va machta.

Maxsus poydevorga bikr qilib mahkamlangan baland inshootga minora deb aytiladi (11.1-rasm, a). Ustuvorligi tortqilar bilan ta'minlangan baland inshootga machtalar deyiladi (11.1-rasm, b).



11.1-rasm. Baland inshootlar konstruktiv sxemalarining turlari:

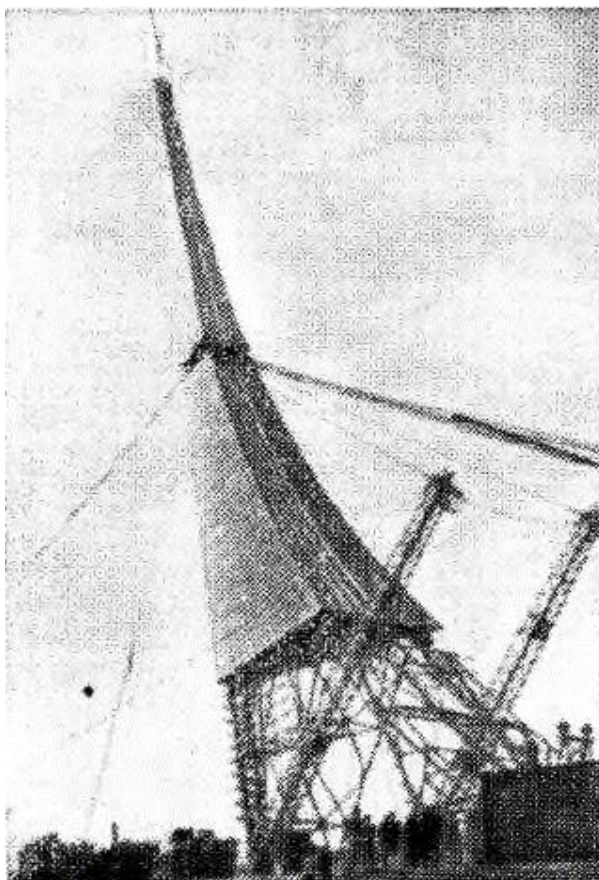
a – minora; b – machta.

1 – o'zak; 2 – tortqi; 3 – reya; 4 – tayanch qism; 5 – tortqining tayanch qismi.

Qurilish amaliyotida bu ikki konstruktiv sxemani birgalikda qo'llanilishi uchraydi.

Baland inshootlar asosan gorizontal yuklar (shamol) ta'sirini qabul qiladi. Shamol inshootga, unda o'rnatilgan jihoz va uskunalarga ta'sir ko'rsatadi. Inshootlar osma antenna va simlardan hosil bo'ladigan gorizontal ta'sirlarni qabul qiladi.

Suv bosimini hosil qiladigan minoralar vertikal yuklarni qabul qiladi. Ularga minora yuqorisida joylashgan suv rezervuarlaridan tushadigan yuk kiradi.



11.2-rasm. Moskvadagi fazogirlar uchun qurilgan minora (montaj jarayoni).



11.3-rasm. Moskvadagi katta markaziy stadionni yoritish minorasi.

Minoralar ko'p hollarda panjarali qilib loyihalanadi. Ular uchburchak va to'rtburchak kesimli, fazoviy ferma ko'rinishida bo'ladi. Minoralarning ko'ndalang kesimi yuqoridan pastga qarab, eguvchi moment oshishini e'tiborga olgan holda, kengaytirilib loyihalanadi. Bu uning ustivorligini oshiradi va yukni ferma

kamarlariga teng taqsimlaydi. Minoraning asosdagi eni uning bikrligini ta'minlash shartidan $\left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8}\right)h$ qabul qilish tavsiya etiladi. h - minora balandligi.

Minora qirralarning eni katta bo'lganda, panjarasining ko'rinishi romb yoki shprengelli bo'lgan yarim havonli qabul qilinadi. Bu esa minora kamarlarining egiluvchanligini ta'minlab, hisobiy uzunligini kamaytiradi. Minora yuqori qismining panjarasi uchburchak va havonli ko'rinishda loyihalanadi.

Po'lat sarfini tejash maqsadida xojsimon panjaralar ham qabul qilinadi. Ba'zi hollarda panjarali minoralar chiroyli ko'rinish uchun varaqli po'latlar bilan qoplanadi. Masalan, Moskvadagi fazogirlar uchun barpo etilgan panjarali minora varaqli titan bilan qoplangan (11.2-rasm).

Agar minoraning eni ko'p katta bo'lmasligi talab qilinsa, shuningdek arxitektura nuqtai nazardan jozibali ko'rinish maqsadida u yaxlit devorli qilib loyihalanadi. Moskvadagi markaziy stadionning yoritgichlari bunga misol bo'la oladi (11.3-rasm).

Machtalarning panjara stvoli (o'zagi) markaziy poydevorga, tortqilari esa ankerli poydevorlarga mahkamlanadi. Machtaning balandligiga qarab tortqilar bir nuqtaga yoki bir nechta nuqtaga birlashtirilishi mumkin. Birlashtirilgan tugunlar orasidagi masofa, machta balandligidan va uning foydalanish maqsadidan bog'liq bo'ladi.

Machta stvoli (o'zagi) panjarali bo'lib ko'ndalang kesimi uch yoki to'rt qirrali qilib prizma ko'rinishida loyihalanadi. Panjaralari uchburchak va havonli ko'rinishda bo'lishi mumkin. Ba'zi hollarda minora stvoli yaxlit devorli-silindr ko'rinishida (truba shaklda) loyihalanadi. Po'lat sarfi bo'yicha uchburchak kesimli va uch tomonga tortqilar bilan mahkamlangan machtalar samarali hisoblanadi.

Ammo uch tomondan tortqilar bilan mahkamlangan machtani talab etilgan holatda tutib turish qiyinchilik to'g'ridir. Shuning uchun to'rt qirrali machtalarda tortqilar o'zaro qarama-qarshi tomonlarda joylashgan bo'lib, uni ustivor holatini ta'minlaydi.

Machtalar minoralarga nisbatan po‘lat sarfi bo‘yicha tejamli va arzon bo‘ladi. Balandligi 150 m bo‘lgan machtalar narxi, minoraga nisbatan 20-30 % arzon hisoblanadi.

Machtalar kamchilikdan holi emas.

- Tortqilar tarangligini doimiy nazorat qilish kerak.
- Machtalarda tortqilar bo‘lganligi sababli, ular katta qurilish maydonini egallaydi.

Shu sababli machtalardan shahar hududlarida juda kam foydalaniladi. Bu inshootlar aeroport va aerodrom atroflarida deyarli qurilmaydi, chunki tortqilar samolyotlar uchun xavfli hisoblanadi.

Respublikamizda eng ko‘p metall, baland inshootlarga, shuningdek yuqori quvvatli elektr uzatgich tayanchlariga sarf qilinadi.

Ishlab chiqarish jarayonida zararli chiqindilarni havoga chiqarib yuborish maqsadida panjarali minora o‘rtasida o‘rnatilgan so‘ruvchi trubalardan foydalaniladi. Bunday inshootning balandligi 250-300 metrgacha bo‘ladi. Minoralarda asosan korroziyaga ya‘ni tajovuzkor (agressiv) muhitga va yuqori haroratga chidamli po‘latlar ishlatiladi. Bularga zanglamaydigan issiqqa bardoshli, titan qotishmalari va boshqa po‘latlar kiradi.

Inshootlarga ta’sir etadigan yuklar

Baland inshootlarga ta’sir etuvchi yuklardan eng muhimi bu shamol ta’siridir. Uni aniqlashga alohida e’tibor berish zarur.

Inshootga ta’sir etuvchi shamolning qiymati, faqat uning bosim tezligidan emas, balki inshootning shakli, asosiy va alohida elementlarning o‘lchamlariga bog‘liq holda aniqlanadi. Shamol bosimi, statik va dinamik tashkil etuvchilar yig‘indisidan iborat. Shamol bosimining statik tashkil etuvchisining hisobiy qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi (i –uchastka (qismi) uchun):

$$W_i = nq_0K \sum c_{xi}f_i \quad (11.1)$$

bunda: q_0 - 10 m balandlikdagi shamol tezligi (qurilish hududiga qarab olinadi);

K - shamol tezligini balandlik bo‘yicha oshishini hisobga oladigan koeffisient;

$n = 1,4$ - yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti;

c_{xi} – konstruksiyaning i -uchastkadagi (qismidagi) aerodinamik koeffitsient;

$f_i - i$ - uchastka yuzasining shamol ta'siriga normal bo'lgan tekislikga proyeksiyasi;

c_x – koeffitsient, inshootning yoki uning elementlari shaklidan va o'lchamlaridan bog'liq ravishda qabul qilinadi. Agar inshoot elementlari burchaklik, shveller, qo'shtavlardan yasalgan bo'lsa, $c_x = 1,4$, silindrik elementlar uchun 1,2 dan 0,45 gacha qabul qilinadi. U Reynolds sonidan bog'liq bo'ladi.

$$Re = vd/\nu \quad (11.2)$$

bunda: ν – shamol tezligi, d – element diametri, ν – havoning kinematik qovushqoqligi (havo harorati $t = 15^\circ\text{C}$, bosimi $0,1013 \text{ MPa}$ bo'lsa, $\nu = 145 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ bo'ladi).

Inshoot elementlari trubadan yasalgan bo'lsa, c_x koeffitsiyent boshqa profillarga qaraganda 2 marta kichik bo'ladi. Bu shamol ta'sirini ma'lum darajada kamaytiradi. Boshqa manbalardagi grafikdan foydalanib shamol tezligi va c_x koeffitsiyent qiymatiga qarab, truba diametrini aniqlash mumkin.

Shamol bosimining dinamik tashkil etuvchisi 2.01.06-96 “Yuklar va ta'sirlar” QMQning 6 bandiga asosan aniqlanib, inshootning har qaysi tebranish shakli uchun alohida olinadi.

Dastlab shamol bosimining dinamik tashkil etuvchisi, statik tashkil etuvchisini ((11.1) formula) β koeffitsiyentga ko'paytirilib aniqlanadi. $\beta = 1,4$ minoralar uchun, $\beta = 1,6$ machtalar uchun qabul qilinadi.

Elektr o'tkazgich tayanchlari, aloqa machtalari va shunga o'xshash inshootlarni loyihalashda elektr o'tkazgichlarini muzlashi natijasida hosil bo'ladigan qo'shimcha yuklar ta'siri inobatga olinishi kerak.

Inshoot yoki uning elementlarining kuchlanganlik holatiga haroratning (temperatura) ta'siri bo'lsa, u e'tiborga olinadi va hisoblanadi.

Baland inshootlarga ta'sir etayotgan asosiy yuklar birgaligi quyidagilardan iborat: inshoot xususiy og'irligi va jihozlar; tortqilarning taranglanish kuchi, antenna va simlar; kuchli shamol tezligi yoki konstruksiya og'irligi va jihozlar; muzlashdan hosil bo'ladigan yuklar.

Shuningdek, muhim yuklar birgaligiga seysmik hududlarda barpo etiladigan aloqa inshootlari va elektr uzatgich tayanchlari tekshiriladi. Bundan tashqari ular simlar va chaqmoqdan himoyalaniş troslarining uzilishi natijasida hosil bo'ladigan maxsus yuklarga ham hisoblanadi.

Baland inshootlarni loyihalashda stvol(o'zak)ning deformasiyalangan holatdagi ustivorligi, tebranishi, simlar, antenna va boshqa konstruksiya elementlarining vibrasiya masalalariga katta e'tibor qaratilishi talab etiladi.

XI.1. Minoralar

Injener V.G.Shuxov loyihasi asosida 1921-yil Moskva shahrida balandligi 160 m bo'lgan birinchi radio eshittirish minorasi barpo etilgan. Minoraning kesimi doira shaklida bo'lib, 5 qismdan iborat elementlari shvellerdan tashkil topgan. O'sha vaqtda boshqa profillar bo'lmagan.

1930-yildan boshlab radiominoralar qurilishi avj ola boshlagan. Ular asosan burchakliklardan yasalgan. Keyinchalik, ilmiy-tadqiqot ishlar natijalari asosida minoralarda trubalarni qo'llash maqsadga muvofiqligi isbotlangan.

1942-yilda trubadan yasalgan, balandligi 205 m bo'lgan minora barpo etildi. U tarxda uch qirrali kesik piramida shaklda bo'lib, qirralar orasi 15,5 metrni tashkil etgan.

Panjaralari trubalardan yasalgan minoralar, to'rt qirrali burchakliklardan yasalgan minoralarga nisbatan, po'lat sarfi 2 marta kam bo'ladi.

1954 yildan boshlab katta shaharlarda aloqa-antenna inshootlari, ya'ni teleminoralar qurilishi boshlangan.

Minoraning konstruktiv yechimi turli xil bo‘lib, ular qurilish hududlariga, tayyorlash texnologiyasi va undan foydalanish imkoniyatlariga qarab tanlangan. Minora panjarasining kamarlari va ustunlari trubadan va zo‘riqtirilgan havonlardan iborat bo‘lib, yaxlit doira shaklida loyihalangan.

Bir vaqtning o‘zida respublika poytaxtlari uchun turli xil variantda teleminora loyihalari ishlab chiqarilgan. Bu minoralar arxitektura jihatdan yechimlari har xil bo‘lgan. Masalan Toshkentdagi teleminora metall konstruksiyalardan tashkil topgan bo‘lib, balandligi 375 m, u uch tayanchga mahkamlangan (11.4-rasm).



11.4-rasm. Toshkent shaxridagi teleminora

XI.2. Minoralarni loyihalash va hisoblash

Minoralarning konstruktiv yechimlari turli xil bo‘lishi, yuqoridagi misollarda aytib o‘tildi. Eng ko‘p qo‘llanilgan minoralar piramida shaklda, panjarali, to‘rt qirrali ko‘rinishda loyihalangani.

Qurilishda texnologik jihoz va uskunalari og‘ir bo‘lmagan va uncha baland bo‘lmagan uch qirrali minoralardan foydalanilgan.

To‘rt qirrali minoralar esa, jihozlardan tushadigan yuk va inshootning balandligi juda katta bo‘lganda qo‘llanilgan.

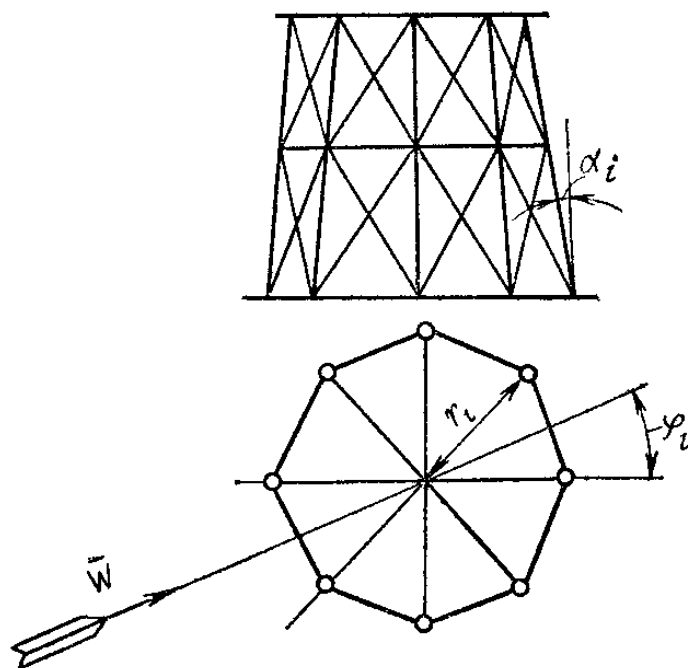
Minoralarning sxemasi, shakli va sterjenlarning o‘lchamlarini tanlashda uni aerodinamik qarshiligini kamaytirishga harakat qilingan. Minoralardagi zo‘riqishlar fazoviy statik aniq bo‘lgan sistemalar kabi hisoblangan.

Hisoblashni soddalashtirish maqsadida minora 10-20 metr bo'lgan qismlarga ajratiladi. Har qaysi qismning ostki kesimida hosil bo'ladigan M , N va N_{kp} zo'riqishlar, konsolli to'sin kabi aniqlanadi.

Minora kesimi to'g'ri n – burchakli bo'lganda uning istalgan kamaridagi siquvchi bo'ylama kuch N_{ck} quyidagi formula orqali aniqlanadi (11.5-rasm):

$$N_{ck} = -\frac{2 \sum M_i \cos \varphi_i}{nr_1 \cos \alpha_i} - \frac{\sum P_i}{n \cdot \cos \alpha_i} \quad (11.3)$$

bunda: $\sum M_i$ – minoraning i -kesimidagi eguvchi momentlar yig'indisi;
 $\sum P_i$ – minoraning qaralayotgan kesim yuqorisida bo'lgan qismining va jihozlarning og'irligidan tushadigan yuklar yig'indisi.



11.5-rasm. Ko'p qirrali minora kamaridagi zo'riqishlarni aniqlashga doir sxema.

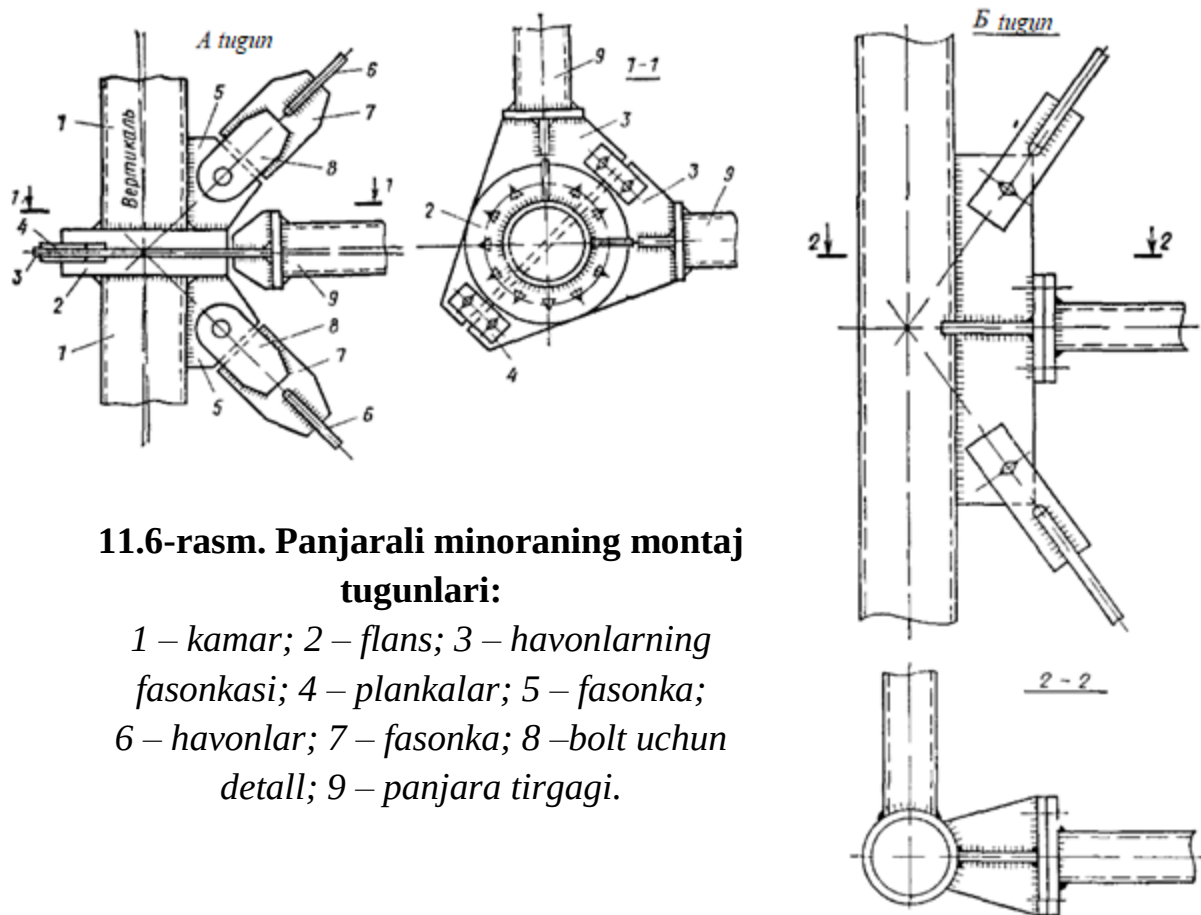
Havonlari oldindan zo'riqtirilgan minoralarning kamarlarida qo'shimcha siqiluvchi zo'riqishlar hosil bo'ladi. Hisoblashda bu e'tiborga olinadi. Eng katta cho'zuvchi zo'riqishni aniqlash uchun eguvchi momentni aniqlashda shamol minora kamariga yo'nalgan deb qarash kerak. Minoraning istalgan kamar tekisligidagi ko'ndalang kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{rp} = (2Q_i/n) \sin(\varphi - \pi/n) \quad (11.4)$$

Minorada buruvchi moment M_{kp} bo'lganda, uning har qaysi qirrasida qo'shimcha ko'ndalang kuch hosil bo'ladi.

$$Q_{rp, kp} = M_{kp} / nr \cos(\pi/n) \quad (11.5)$$

Minora panjarasi elementlaridagi zo'riqish kamarga ta'sir etayotgan ikkala ko'ndalang kuch yig'indisidan aniqlanadi, $Q_{rp} + Q_{rp, kp}$.



11.6-rasm. Panjarali minoraning montaj tugunlari:

1 – kamar; 2 – flans; 3 – havonlarning fasonkasi; 4 – plankalar; 5 – fasonka; 6 – havonlar; 7 – fasonka; 8 – bolt uchun detall; 9 – panjara tirgagi.

Ikkinchi chegara holat bo'yicha minoraning deformatsiyasi (solqiligi) konsol to'sindagidek aniqlanib, uning inersiya momenti, panjara deformatsiyasini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Minora o'lchamlari katta bo'lganligi sababli, u qurilish ob'yektiga bo'laklarga bo'linib olib kelinadi. Bu bo'laklarni bir-biriga ulashga katta e'tibor beriladi. Ko'p hollarda flansli-boltli birikmalar qo'llaniladi. (11.6-rasm).

Minoralarni montaj qilishda "o'stirish" usuli qo'llanilib, sudraluvchi yoki o'zini ko'taruvchi kranlardan foydalanadi. Montaj tugunlaridagi birikmalar asosan yerda (pastda) bajariladi. Bu

birikmalar sifatini nazorat qilish imkonini beradi va qurilish montaj ishlari muddatini qisqartiradi.

Panjarali minoralarni hisoblashda kompyuter texnologiyalardan va maxsus dasturlardan foydalaniladi. Masalan “PK Lira SAPR” dasturi.

Hisoblashga doir misol

Hisoblash uchun berilganlar:

Bu misolda baland injenerlik inshoot uchun shamol ta'siridan hosil bo'ladigan dinamik tashkil etuvchisini e'tiborga olish zarur. Bunda seysmik yuk inobatga olinmaydi.

Minoralar turli xil maqsadda barpo etilishi mumkin. Bizning hol uchun u radioaloqa antennasining tayanchi hisoblanadi. Minora 4 qirrali, piramida ko'rinishida bo'lib, trubadan yasalgan panjarasi xojsimon. Minora ostining eni 6m, usti 3m, (11.7-rasm).

Hisobiy sxemani dasturga kiritish uchun, oldin minoraning bitta tekis qirrasini kiritamiz. So'ngra uni 90^0 ga burib, 3 marta nusxalab, fazoviy fermani hosil qilamiz. “Upakovka” jarayonini bajarib, sxemani nomerlaymiz. Ostki tugunlarda bog'lovchilarni kiritamiz, sterjenlar uchun KЭ-10 tipdagi chekli element qabul qilamiz. Bu esa sistemani geometrik mosligini ta'minlaydi.

Minoraga ta'sir etayotgan yuklarni aniqlaymiz. (1-yuklanish)

Minoraning xususiy va jihozlarning og'irligi.

Konstruksiyaning og'irligini inobatga olamiz. Jihozlar o'rnatilgan gorizontal maydonchaning og'irligini 20kN qabul qilamiz. Bu yuk maydonga o'rnatilgan tugunlarga qo'yilgan deb hisoblaymiz. U holda uning qiymati:

$$P_n = 1,2 \cdot 20 / 4 = 6 \kappa H.$$

Hamma ochiq konstruksiya yuzalarida qish mavsumida muz qatlami hosil bo'lishi mumkin. Konstruksiya elementiga muz qatlamidan tushadigan yoyilgan yuk quyidagicha aniqlanadi:

$$l = bk\mu_2\rho \cdot \pi D, \quad (11.6)$$

bunda: b - muz qatlamining qalinligi. Samarqand IV muzlanish hududi uchun u 15mm ga teng;

k - muzlanishdan hosil bo'ladigan yukni balandlik bo'yicha ko'payish koeffitsiyenti;

μ_2 - yuzaning muzlash darajasini e'tiborga oladigan koeffitsiyent (0,6);

ρ - muzning solishtirma og'irligi 9 kN/m^2 ;

D - sterjen ko'ndalang kesim diametri (Truba).

U holda:

$$l = 0,015 \cdot k \cdot 0,6 \cdot 9 \cdot 3,14 \cdot D = 0,2543 \cdot kD.$$

Muzlanish yuki kichik bo'lganligi uchun, u balandlik bo'yicha teng taqsimlangan hisoblanadi. 60m balandlikda $K = 1,7$, u holda yuklar quyidagilarga teng bo'ladi:

1-tip bikrlilik uchun: $l = 0,2543 \cdot 1,7 \cdot 0,14 = 0,06 \text{ kH} / \text{m}$;

2-tip bikrlilik uchun: $l = 0,2543 \cdot 1,7 \cdot 0,06 = 0,026 \text{ kH} / \text{m}$;

3-tip bikrlilik uchun: $l = 0,2543 \cdot 1,7 \cdot 0,073 = 0,032 \text{ kH} / \text{m}$.

Shamolning statik yuki (3-yuklanish).

Bu yukni ochiq hudud (A tip) uchun aniqlaymiz.

U holda K - koeffitsiyent:

$$k_{10} = 1; k_{20} = 1,25; k_{40} = 1,5; k_{60} = 1,7.$$

Shamol yuki minoraning faqat bir tomoniga qo'yiladi. Bunda truba uchun aerodinamik koeffitsiyent 1,2. Shamol yo'nalishi X o'qi bo'yicha bo'lsa, shamol yuki faqat kamar va tirgaklarga ta'sir etadi; bunda havonlar kamar orqa tomonida bo'ladi.

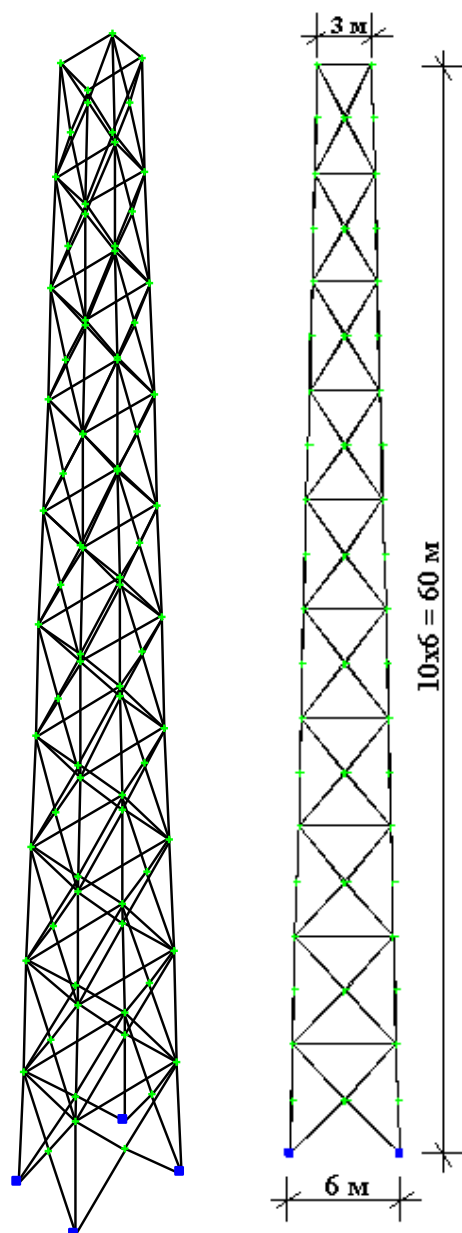
Kamarlar uchun:

$$w_{n10} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,14 = 0,09 \text{ kN} / \text{m};$$

$$w_{n20} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,14 = 0,112 \text{ kN} / \text{m};$$

$$w_{n40} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,14 = 0,135 \text{ kN} / \text{m};$$

$$w_{n60} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,14 = 0,153 \text{ kN} / \text{m}.$$



11.7-rasm. Minoraning aksonometrik proyeksiyasi va asosiy o'lchamlari.

Tirgaklar uchun shamol yuki:

$$w_{p10} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,06 = 0,039 \text{ kN} / \text{m};$$

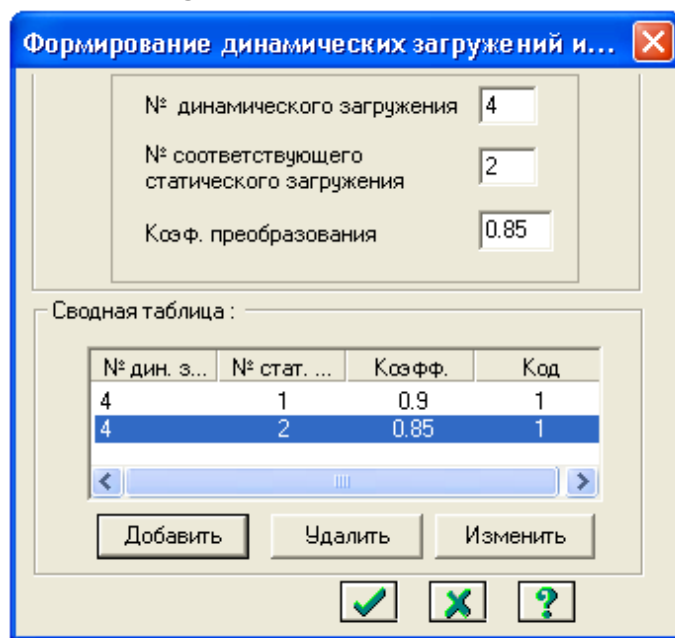
$$w_{p20} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,06 = 0,048 \text{ kN} / \text{m};$$

$$w_{p40} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,06 = 0,058 \text{ kN} / \text{m};$$

$$w_{p60} = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,06 = 0,066 \text{ kN} / \text{m}.$$

Minora har bir yarusi (qismi) 6m bo'lgani uchun, 12, 18, 42 va 60m uchun ham shamol yuki qiymatlari yuqorida aniqlanganlarga teng deb hisoblaymiz.

Shamol bosimini o‘zgarishini hisobga olgan holda aniqlash (4-yuklanish). Statik yuklanishlarni e‘tiborga olgan holda jadvalni shakllantiramiz. Bunda 1-statik yuklanish uchun o‘zgaruvchan koeffitsiyent 0,9 va 2-yuklanish uchun o‘zgaruvchan koeffitsiyent 0,85, bularni kiritish uchun “Подтвердить” tugmasi bosiladi. 11.8-rasmda bu dialog oynasi ko‘rsatilgan.



Формирование динамических нагрузок и...

№ динамического нагружения: 4

№ соответствующего статического нагружения: 2

Кэф. преобразования: 0.85

Сводная таблица:

№ дин. з...	№ стат. ...	Кэфф.	Код
4	1	0.9	1
4	2	0.85	1

Добавить Удалить Изменить

✓ ✗ ?

11.8-rasm. Statik yuklanishlarni kiritish oynasi.

So‘ngra dinamik yuklanishlar jadvalini shakllantiramiz. (menyu Нагрузки-Динамика-Таблица). Bunda dinamik yukga yuklanish uchun 4 tip “Пульсация” ta’sirini kiritamiz. Hisobga olinadigan tebranishlar soni-10 va shunga mos statik yuklanishlar - 3. Shu yerda parametrlar tugmasini bosib, kerakli ma’lumotlarni kiritamiz. (11.9-rasm)

Oxirida, X3-jadvalini shakllantiramiz.

Bunda 1-yuklanish tipi “Постоянное” (doimiy). 2-yuklanish tipi “Кратковременное” (qisqa muddatli), 3-yuklanish tipi “Статический ветер для пульсации” (Statik shamol yuki pulsasiyasi uchun) va 4-yuklanish tipi “Мгновенное” (shu ondagi). 4-yuklanish uchun “Знакопеременное” (ishorasi o‘zgaruvchan) belgisini (флажок) o‘rnatamiz.

Задание характеристик для расчета на динамические возде...

N строки характеристик: 1

N загрузки: 4

Наименование воздействия: Пульсационное (21)

Количество учитываемых форм колебаний: 10

N соответствующего статического нагружения: 3

Матрица масс: ☐ Диагональная ☒ Согласованная

Сводная таблица для расчета на динамические воздействия

#	Параметры загрузки	Параметры динамического воздействия
1	21 10 3 1 0	1.00 3 0.00 0.00 2 6.00 6.00 1 0 0.15 1

11.9-rasm. Dinamik yuklanishlar jadvalini kiritamiz.

Параметры расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации

Поправочный коэффициент: 1

Расстояние между поверхностью земли и минимальной аппликацией расчетной схемы: 0 м

Ветровой район строительства (табл. 5 СНиП 2.01.07 - 85): Район II

Длина здания вдоль оси X: 6 м

Длина здания вдоль оси Y: 6 м

Тип местности (в соотв. со СНиП 2.01.07 - 85): Тип А

Тип здания: TZ = 0

Логарифмический декремент колебаний: 0.15 (стальные конструкции)

Признак ориентации обдуваемой поверхности сооружения в расчетной схеме: 1 (Ветер вдоль оси X)

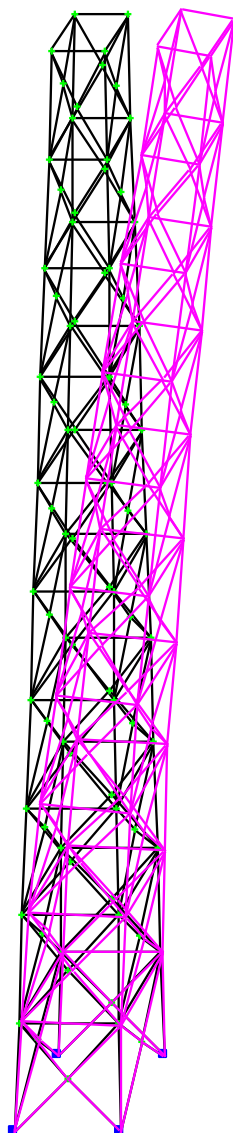
11.10-rasm. Dinamik yuklanishlar parametrlarini kiritamiz.

Hisoblash natijalari.

Me'yorlarga asosan minoraning gorizontal siljishi $N/200$ dan ko'p bo'lmasligi kerak. N – minora balandligi. Bizning misol uchun shamolning statik va pul'sasiya tashkil etuvchisi yuklaridan minora yukini tugunlarining X o'qi bo'yicha siljishi;

$$u_x = 3,199 - 2,754 + 3,199 = 3,644 \text{ см} < H / 200 = 60 \cdot 100 / 200 = 30 \text{ см}.$$

Bunda siljishlar hisobiy yuklardan aniqlangan. Shu sababli minoraning bikrligi yetarlicha.



11.11-rasm. Minoraning statik shamol ta'siridan deformasiyalangan holati.

Minoraning pastki qismidagi kamar, havon va tirkaklar uchun HZJ jadvalini tuzamiz.

11.1-jabval. Pastki yarus sterjenlari uchun HZJ

№ элемент.	№ сечен. (kesim)	Усилия (kN, m) (Zo'riqishlar)				№№ загружен. (Yuklanish lar)
		N	M _y	Q _z	Q _y	
1	1	-77.547	0.150	-0.050	0.000	1 2
1	1	-137.238	0.222	-0.061	0.002	1 2 4

1	1	-9.722	0.043	-0.028	-0.002	1 4
1	1	-130.583	0.194	-0.051	0.002	1 4
1	1	-16.377	0.071	-0.038	-0.002	1 2 4
1	2	-76.021	-0.315	-0.104	0.000	1 2
1	2	-135.748	-0.301	-0.113	0.002	1 2 4
1	2	-8.556	-0.246	-0.069	-0.002	1 4
1	2	-129.417	-0.233	-0.092	0.002	1 4
1	2	-14.887	-0.314	-0.090	-0.002	1 2 4
88	1	-15.029	-0.142	0.193	-0.002	1 2
88	1	-13.527	-0.108	0.146	-0.002	1
88	1	-20.686	-0.144	0.193	-0.004	1 2 4
88	1	-19.335	-0.114	0.151	-0.004	1 4
88	1	-7.719	-0.103	0.141	-0.001	1 4
88	1	-9.071	-0.133	0.183	-0.001	1 2 4
88	1	-15.029	-0.142	0.193	-0.002	1 2
88	2	-14.641	-0.125	-0.185	-0.002	1 2
88	2	-13.236	-0.092	-0.138	-0.002	1
88	2	-20.309	-0.106	-0.175	-0.004	1 2 4
88	2	-19.043	-0.077	-0.133	-0.004	1 4
88	2	-8.693	-0.137	-0.185	-0.001	1 2 4
88	2	-7.428	-0.107	-0.143	-0.001	1 4
88	2	-14.641	-0.125	-0.185	-0.002	1 2
131	1	14.654	-0.177	0.190	0.000	1
131	1	16.169	-0.246	0.264	0.000	1 2
131	1	15.155	-0.180	0.191	0.003	1 4
131	1	15.517	-0.236	0.255	-0.003	1 2 4
131	1	14.153	-0.174	0.188	-0.003	1 4
131	1	16.518	-0.242	0.257	0.003	1 2 4
131	1	16.169	-0.246	0.264	0.000	1 2
131	2	14.654	-0.176	-0.189	0.000	1
131	2	16.169	-0.245	-0.263	0.000	1 2
131	2	15.155	-0.173	-0.188	0.003	1 4
131	2	15.517	-0.242	-0.257	-0.003	1 2 4
131	2	16.169	-0.245	-0.263	0.000	1 2
131	2	14.153	-0.179	-0.190	-0.003	1 4
131	2	16.518	-0.235	-0.255	0.003	1 2 4

Jadvaldan ma'lumki sterjenlardagi eguvchi moment va ko'ndalang kuch ko'p katta emas, shuning uchun 4-chekli elementlar tipini KƏ-4 (Fazoviy ferma) qo'llash mumkin. Chunki u sistemani geometrik o'zgaruvchanligiga olib keladi.

“Lir-STK” dasturida kesim yuzalarini tanlash.

Hamma elementlar uchun ВСтЗпс po‘latni tanlaymiz. Birklik tiplari uchun qo‘shimcha parametrlarni kiritamiz. Eguvchi momentlar ko‘p katta bo‘lmaganligi, bo‘ylama kuchlar yuqoridan pastga qarab ko‘payib borganligi sababli, faqat pastki yarus sterjenlarning kesim yuzalarini tanlaymiz.

Tanlab olingan sterjenlarni kesim yuzasini tanlash natijalari 11.2-jadvalda keltirilgan. Tanlangan kesim yuzalari, qabul qilingan yuzalardan kichik bo‘lib chiqdi. Shuning uchun qayta hisoblash talab etilmaydi.

11.2-jadval. Sterjenlarni kesim yuzalarini tanlash natijalari.

Элемент	НС	Гур ух	Планкалар қадами, м	Изоҳ	Проценты истощения несущей способности стержней по сечениям,										Элемент узунлиги, м
					нор	уу1	уз1	гу1	гз1	ус	уп	1пс	2пс	м.у	
Сечение: 1. Труба 140х6															
Профиль: 140х6; ГОСТ8732-78*															
Сталь: ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная (choksiz truba)															
1			Подобрано:1. Труба 140х4.5												
			Профиль: 140х4.5; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь: ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												
1	1		0.00		33	78	78	94	94	35	0	78	94	35	6.00
1	2		0.00		33	77	77	94	94	35	0	77	94	35	6.00
Сечение: 2. Труба 60х5															
Профиль: 60х5; ГОСТ 8732-78*															
Сталь: ВСт3пс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная															
131			Подобрано:2. Труба 57х3												
			Профиль: 57х3; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь: ВСт3пс; ГОСТ 1075-80												

131	1		0.00		15	0	0	99	99	0	0	15	99	0	5.70
131	2		0.00		15	0	0	99	99	0	0	15	99	0	5.70
Сечение: 3. Труба 73х6															
Профиль: 73 х 6; ГОСТ 8732-78*															
Сталь: ВСтЗпс; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная															
88			Подобрано:3. Труба 73х3												
			Профиль: 73х3; ГОСТ 8732-78*												
			Сталь: ВСтЗпс; ГОСТ 1075-80												
88	1		0.00		15	60	60	97	97	15	0	60	97	15	4.19
88	2		0.00		14	59	59	97	97	15	0	59	97	15	4.19

Panjarali minoraning shamol ta'siri dinamik tashkil etuvchisi (pulsasiya) yukidan hisobi bajarildi.

XI.4. Machtalar

Machtaga inshoot sifatida ko'p metall sarf qilinmaydi. U minoraga nisbatan ancha arzon bo'lib, balandligi 150m dan ortiq bo'lgan aloqa antenna inshootlarda qo'llaniladi. Machtalar poydevorga mahkamlangan markaziy stvol (o'zak) va tortqilardan iborat bo'ladi. Tortqilar uni vertikal holda tutib turadi. Tortqilarning ostki qismi ankerli poydevorlarga mahkamlanadi. Yaxlit kesimli machtalarning stvoli poydevorga balansirli sharnir yordamida biriktiriladi.

Machta stvoli qo'p holda panjarali prizmatik shaklda bo'lib, uch yoki to'rt qirrali bo'ladi. Bunday konstruktiv ko'rinishda uni tayyorlash va montaj qilish qulay hisoblanadi.

Machta stvolining eni yoki diametri undagi texnologik jihozlarni joylashtirish va ularga xizmat qilish shartidan aniqlanadi. Shuningdek machta elementlarini tashib kelish ham e'tiborga olinadi.

Machta stvoli bikrligini ta'minlash maqsadida uning qismlardagi tortqilar orasidagi masofa 40 b (4 qirrali stvol uchun) va 30 b – (3 qirrali stvol uchun) qabul qilinadi (b – stvol eni).

Uch qirrali machta uchta tortqi bilan anker poydevorga mahkamlanadi. Tortqilar tarxda bir-biridan 120^0 burchak tashkil etgan holda joylashtiriladi. To'rt qirrali machtalar ustuvorligi ikkita o'zaro perpendikulyar yo'nalishda bo'lgan tortqilar bilan ta'minlanadi.

Tortqilarning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi 45^0 yaqin qilib olinadi. Bir nechta tortqilar bitta anker poydevorga mahkamlanadigan bo'lsa, ularning qiyalik burchagi 60^0 gacha bo'lishi mumkin (11.1-rasm, b). Tortqilar ruxlangan po'lat arqonlar (tros) dan tayyorlanadi. Ulardagi hisobiy zo'riqish 325 kN gacha bo'ladi.

Baland machtalarda tortqilar osilmasligi uchun ular gorizont element (reyalar) bilan ta'minlanadi (11.1-rasm,b). Machta stvoli burchakliklardan, trubadan yoki boshqa profillardan tayyorlanishi mumkin. Machtalarga talab katta bo'lganligi uchun, ularning tipli loyiha standartlari ishlab chiqilgan. Respublikamizda eng baland machta Navoiy shahrida bo'lib, 1986-yilda ishga tushirilgan, balandligi 250 m.

XI.5. Machtalarni hisoblash asoslari

Machtalar texnologik topshiriqqa asosan loyihalanadi. Topshiriqda machta balandligi, og'irligi, o'lchamlari, qurilish joyi, jihozlar va boshqa ma'lumotlar keltirilgan bo'ladi. Machtani hisoblash uchun unig konstruktiv sxemasi, shakli va shamol bosimini aniqlash uchun elementlarining asosiy o'lchamlari ishlab chiqilgan bo'lishi kerak. Machta ikki qismga ajratilib hisoblanadi: machtaning stvoli (o'zagi) va tortqilari.

Tortqilardagi zo'riqishlarni aniqlash uchun, dastlab machtani bir ravog'li to'sinlar sistemasi deb qaraladi. Bunda to'sinning sharnirli tayanchi, tortqilarning machta stvoliga biriktirilgan tuguni hisoblanadi. Ular shamol bosimi ta'siri ostida bo'ladi. Tortqidagi taranglashtirish kuchi quyidagicha aniqlanadi

$$N_{ti} = kR_{oi} / \sin \alpha_i$$

bunda: R_{oi} – i tugundagi to‘sin reaksiyalari yig‘indisi;

k – tortqilardagi boshlang‘ich tortishdagi zo‘riqishini inobatga oladigan koeffitsiyent. Uchta yoki to‘rtta tortqi bitta tugunga joylashtirilsa, $k=1,2$ olinadi.

Tortqi (kanat,tross) diametri, undagi tortilish zo‘riqishi, uzilishi zo‘riqishning yarim miqdoridan oshmasligi shartidan aniqlanadi.

Machta stvoli (o‘zagi) kesimi, o‘lchamlari eguvchi moment va bo‘ylama kuch N bo‘yicha aniqlanadi.

$$M=0,1ql^2 \quad (11.7)$$

$$N=0,5\sum N_{ti} \cos \alpha_i + N_c + N_{ob} \quad (11.8)$$

bunda: q - machta konstruksiyasi qismiga teng yoyilgan shamolning bosimi;

$\sum N_{ti} \cos \alpha_i$ - qurilayotgan kesimdagi zo‘riqishlarning vertikal tekislikka bo‘lgan proyeksiyasi;

N_c , N_{ob} - machta stvoli (o‘zagi) va jihozlar og‘irligidan hosil bo‘ladigan zo‘riqishlar.

Machtalarning zamonaviy hisoblash usullari juda ko‘p bo‘lib, hozirgi vaqtda ular kompyuter texnologiyalariga asoslangan holda, turli dasturlar yordamida hisoblanadi. Bu dasturlar qisqa vaqt davomida machtalarning optimal (qulay) konstruktiv yechimlarini aniqlashga yordam beradi.

Qabul qilingan tortqining diametri quyidagi formula bilan tekshiriladi:

$$N_{max} = \sigma_{max} A_o \leq N_p \gamma_o \gamma_{vt} / \gamma_n \quad (11.9)$$

bunda: $A_o = \pi d^2 / 4$ – tortqining kesim yuzasi;

N_p – tross (kanatning) uzilishdagi zo‘riqishi;

$\gamma_n = 1,6$ – ishonchlilik koeffitsiyenti;

$\gamma_o = 0,8$ - tortqining ishlash sharoiti koeffitsiyenti;

$\gamma_{vt} = 0,95$ – tross(kanat)ning machtaga birikish koeffitsiyenti.

Agar shart bajarilmasa tortqi diametri o‘zgartiriladi. Hisoblangan M , N , Q zo‘riqishlarga qarab machta stvoli (o‘zagi) elementlarining mustahkamligi va ustivorligi tekshirilib, birikish tugunlari hisoblanadi.

Machtaning o'z og'irligidan, muzlashidan, haroratning pasayishidan va tortqidagi zo'riqishning o'zgarishidan umumiy ustivorligini yo'qotish ehtimoli ko'proq bo'lishi mumkin.

Machta ustuvorligini tekshirishda stvoldagi (o'zakdagi) hisobiy zo'riqishlar kritik kuchdan 1,3 marta kichik bo'lishi kerak.

Machta stvolini (o'zagi) loyihalashda, u qismlarga bo'linadi:

- tayanchga yaqin bo'lgan qismi;
- tortqilar biriktiriladigan qism;
- o'rta qism.

Bu qismlar, ishlab chiqaruvchi korxonada tayyorlanadi. O'lchamlari tashish shartlariga asosan aniqlanadi. Tayanchga yaqin bo'lgan qism machtaning poydevorga birikish usulidan bog'liq ravishda loyihalanadi, ya'ni sharnirli yoki bikr. Machta qismlari asosan bolt yordamida bir-biri bilan biriktiriladi. Machta stvoli yaxlit kesimli bo'lganda montaj tugunlari payvandlanib biriktiriladi.

Boltli birikmalar flans yordamida amalga oshiriladi. Trubadan yasalgan machtalarning montaj tugunlarida asosan flansli birikmalar qo'llaniladi. Bu birikmalarda yuqori mustahkamli boltlar ishlatiladi. Ularning diametri va soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$n \geq N_p / R_p^{vb} A_{nt}^b \gamma \gamma^b \quad (11.10)$$

bunda: N_p —machta stvoli kamaridagi cho'zilish zo'riqishi;

R_p^{vb} — yuqori mustahkamli boltning cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi, $0,7\sigma_v$ -ga teng;

A_{nt}^b — bolt kesim yuzasi, netto;

γ — ishlash sharoiti ko'effitsiyenti;

γ^b — boltli birikmaning ishlash sharoiti ko'effitsiyenti.

Birikmadagi flans qalinligi t , sm quyidagicha aniqlanadi,

$$t \geq \sqrt{N_p / K_1 K_2} \quad (11.11)$$

bunda:

$$K_1 = \sigma_t / 240;$$

σ_t - po'latning me'yoriy oquvchanlik chegarasi;

K_2 — kamarning va flansning radiuslaridan bog'liq bo'lgan ko'effitsiyent (26.1 jadvaldan olinadi) [Q.A-1].

Flanslarga ketadigan po'lat sarfi juda yuqori. Uni kamaytirish uchun diametrlarini optimal o'lchamlarini tanlash orqali erishiladi.

Machta tortqilarining ostki qismi taranglashtiruvchi moslamalar bilan ta'minlanadi. Bu moslamalar tortqining montaj vaqtida va machtadan foydalanish jarayonida taranglanishini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Yuqori quvvatli elektr uzatgichi tayanchlari.

Elektr kuchlanishi 35kV va undan yuqori bo'lganda metall tayanchlar qo'llaniladi. Elektr simlari tayanchga osma farfor yoki shisha izolyatorlar bilan biriktiriladi. Elektr simlar yer sathidan 7-8 metr balandlikda tayanchga biriktiriladi.

Tayanchlar tayinlanishiga ko'ra bir necha xil bo'ladi: ankerli (elektr simlari taranglashtirishga xizmat qiladi); oxirgi, burchakli (tarmoq oxirida va buralish joylarida); va o'rta.

O'rta tayanchlar hamma tayanchlar sonining 85% tashkil etadi. Bundan tashqari o'tkazuvchi tayanch turlari ham loyihalanadi. Bu tayanchlar elektr tarmog'ini daryodan, ko'ldan, jarliklardan o'tkazishda qo'llaniladi.

O'tkazuvchi tayanchlar orasidagi masofa 1.5-2.5 km, balandligi esa 200m ni tashkil etadi. Konstruktiv yechimiga ko'ra po'lat tayanchlar erkin turuvchi va tortqili bo'ladi.

Tayanchlar juda ko'p miqdorda qo'llaniladigan inshoot bo'lganligi sababli, ularni bir xil tipli qilib loyihalash imkoni yaratiladi. Masalan balandligi 15, 19, 25 va 27,5 m bo'lgan tayanchlar loyihalangan va qurilgan. Istisno tariqasida o'tkazuvchi tayanchlar alohida loyihalanadi. Ular balandligi juda katta bo'lgan murakkab inshoot turiga kiradi. Tayanchlar konstruksiyasiga ko'ra bitta alohida turuvchi va portal ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Tayanchlarni hisoblash va tayyorlash

Tayanchlarni yuklarga hisoblaganda uch holatga e'tibor qaratiladi:

- normal holatda ishlayotgan tayanchlarni hisoblash (asosiy yuklar birgaligiga);
- montaj holatda bo'lgan tayanchlarni hisoblash (qo'shimcha yuklar birgaligiga);
- avariya holatda bo'lgan tayanchlarni hisoblash (maxsus yuklar birgaligiga).

Yuqori quvvatli elektr uzatish tayanchlari shamol, simlarni muzlab qolishidan va bir yoki bir necha simlarni uzilishidan hosil bo'ladigan yuklarga hisoblanadi. Konstruktiv shakliga ko'ra elektr uzatish tayanchlari fazoviy sterjenli sistemalarga taalluqli bo'lib, ular kompyuter texnologiyalaridan foydalanib, maxsus dasturlar yordamida hisoblanadi.

Tayanchlar ko'p hollarda burchaklikdan tayyorlanadi. Balandligi katta bo'lgan tayanchlarda trubalarni qo'llash samarador hisoblanadi. Tayanchlar alohida qismlarga bo'lingan holda (8-10 m) ishlab chiqarish korxonalarida yasaladi va qurilish maydoniga jo'natiladi. Tayanch elementlari tugunda payvand va bolt yordamida biriktiriladi. Har bir qismida kamida ikkita bikrlilik diafragmalari ko'zda tutiladi. Bu diafragmalar konstruksiyaning fazoviy bikrligini ta'minlaydi. Tayanch qismlari o'zaro boltli birikmalarda yig'iladi. Tayanch elementlarini hisoblashda SHNQ 2.03.05-13 "Po'lat konstruksiyalar. Loyihalash me'yorlari" talablariga amal qilinadi. Bu turdagi elektr uzatish tayanchlari ochiq atmosferada foydalanganligi sababli zanglash(korroziya)dan himoya qilish maqsadida ruhlangan konstruksiyalar ishlatiladi. Shuningdek tayanchlarda po'lat yoki alyuminiy qotishmalarining zanglash(korroziya)ga chidamli markalari ishlatiladi.

Nazorat uchun savollar

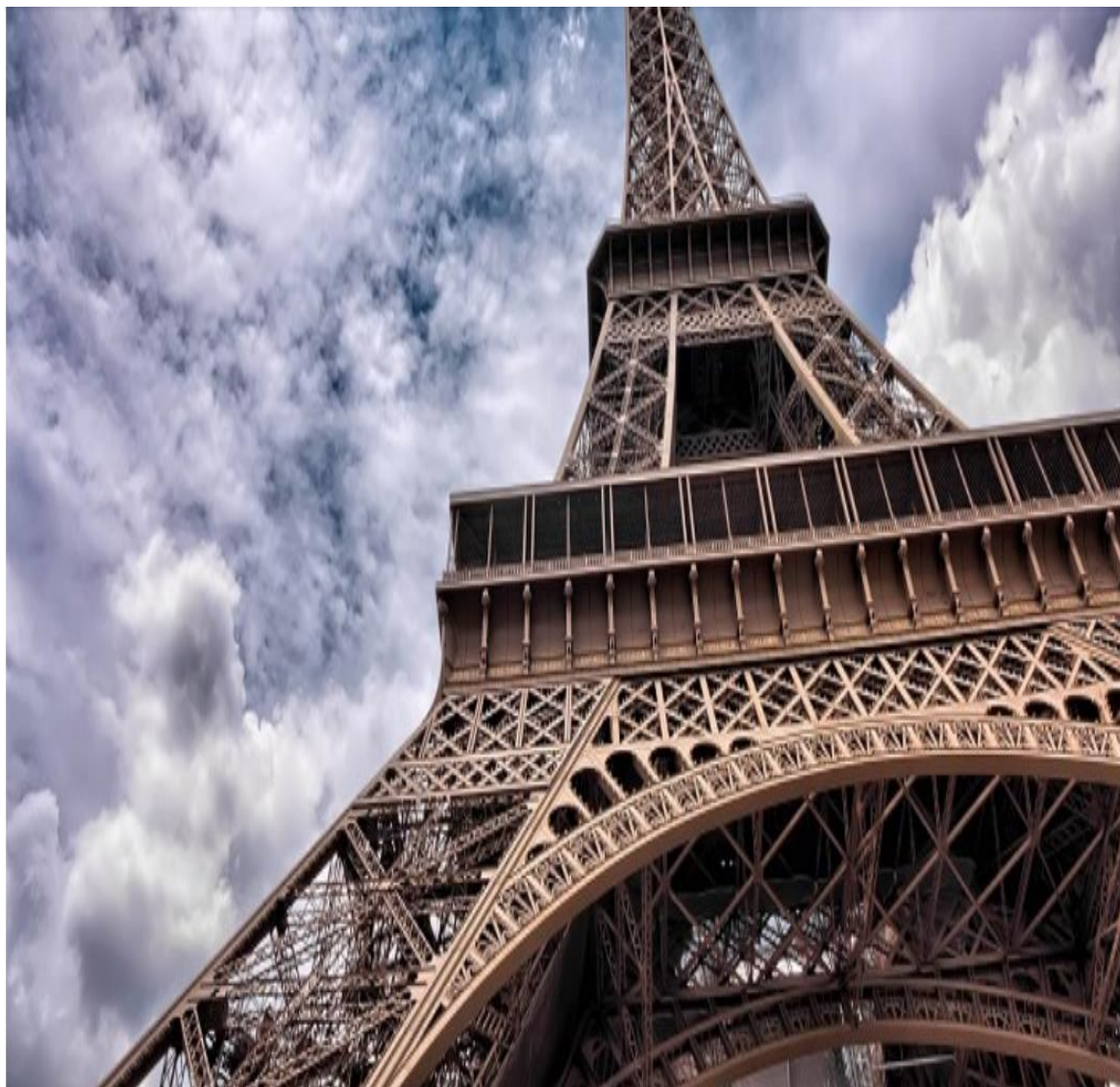
1. Baland inshootlar deb nimaga aytiladi va ularga qanday konstruksiyalar kiradi?
2. Minora va machtalarning konstruktiv yechimlari.
3. Baland inshootlarga qanday yuklar ta'sir etadi?
4. Minoralar deganda nimani tushunasiz?
5. Minoralar qanday loyihalanadi va hisoblanadi?
6. Minoralar kompyuter dasturlarida qanday hisoblanadi?
7. Machtalar qanday inshootlar hisoblanadi va ular qanday afzalliklarga ega?
8. Machtalarni hisoblash asoslariga misollar keltiring?
9. Yuqori quvvatli elektr uzatgich tayanchlari.
10. Yuqori quvvatli elektr uzatgich tayanchlarini hisoblash.

XII bob. Unikall metall konstruksiyali bino va inshootlar

XII.1. Dunyodagi eng unikal bino va inshootlar

1. Eyfel minorasi, Parij (Eiffel Tower)

Bu minora 1889-yilda qurilgan, balandligi 324 metr, toblangan temirdan va 18000 elementdan yasalgan inshoot. Pastki qismi piramida ko'rinishida bo'lib 4 ta ustundan tashkil topgan. Ular 57,63 metr balandlikda arkalar bilan birlashtirilgan. Minoraning qurilishi 7,8 million frankni tashkil etgan. Qurilishda 300 nafar quruvchi ishtirok etgan. Minora metall konstruksiyalarining umumiy og'irligi 7300 tonna.



12.1-rasm. Eyfel minorasi.

2. Sidney shahridagi opera teatri (Sydney Opera House)

Bu bino, suvga 580 ta chuqur qoqilgan svay qoziqlar ustida qurilgan bo'lib, unga 102 million dollar sarf qilingan, og'irligi 161000 tonna. Uning ochilishi 1973-yilda bo'lgan. Sinchi metall konstruksiyalardan tashkil topgan. Metallning xossalari, ya'ni egiluvchanligi va mustahkamligi ushbu loyihani amalga oshishiga turtki bo'lgan.



12.2-rasm. Sidney opera teatri.

3. «Osmon o'par daraxt», Tokio (Tokyo Skytree)

Tokiodagi bu teleminora unikal inshoot. Me'morchilikning yuqori darajadagi g'oyasi. Teleminorani qurishda 585 ming kishi ishtirok etgan bo'lib, 65 milliard iyen sarf qilingan. Uning balandligi 634 metr. Zilzilabardoshligi juda yuqori. Teleminora asosini metall konstruksiyalar tashkil etadi. Tomonlari 68 metr bo'lgan uchburchakka yig'ilgan bo'lib, yuqori yer osti silkinishlarni 50% kamaytirish xususiyatiga ega. Teleminoraning tashqi konstruksiyasi diametri 2,3 metr bo'lgan po'lat trubadan tashkil topgan va truba devorining qalinligi 10sm.



12.3-rasm. Osmon o‘par daraxt.

4. «Burdj-Xalifa», Dubay (Burj Khalifa)

Yer sharidagi eng baland bino (828,8 m) Dubay shahrida qurilgan. Bu o‘sha makondagi kichik shahardir. Sinchi metallokonstruksiya, poydevori 200 ta osma svaylarda (temirbeton qoziq) barpo etilgan. Po‘lat sonini kamaytirish maqsadida binoda o‘zaro biriktirilgan trubalardan tashkil topgan konstruksiyalar o‘rnatilgan. Qo‘llanilgan po‘lat armaturalarning umumiy og‘irligi 31400 tonnani tashkil etadi.



12.4-rasm. Burdj-Xalifa.

5. Empayr-steyt-bilding, Nyu-York (Empire State Building)

Nyu-Yorkdagi 103 qavatli osmono‘par bino. U bir yildan ortiq vaqtda qurilgan. Uning po‘lat sinchi (rama) 57000 tonna bo‘lib, 365 ming tonna bo‘lgan osmono‘par binoni tutib turadi. Bu bino qurilganiga 80 yildan ortiq bo‘ldi. Bino fasadini yuqoriga intiluvchi zanglamaydigan po‘lat tasmalar bezab turadi. Binoning yuqori qismi uch pog‘onali qilib barpo etilgan. Bino balandligi 381 metr.



12.5-rasm. Empayr-steyt-bilding.

6. Sigrem-bilding, Nyu-York (Seagram Building)

U Nyu–Yorkdagi Seagram bino minimalistik stilini saqlab qolgan ko‘p sonli metall binolardan biridir. U o‘zining savlati bo‘yicha unikal noyob hisoblanadi. Uning po‘latdan barpo etilgan sinchi temir-beton qobiqlar bilan bezalgan. Binoning mustahkamligini oshirish maqsadida po‘lat qismi bo‘ylama va ko‘ndalang o‘qlar bo‘yicha beton o‘zak bilan kuchlantirilgan. Binoning balandligi bo‘yicha bronzadan tayyorlangan nostruktiv qisqa enli qo‘shstavrlı to‘sinlar o‘rnatilgan. Bino atrofıni katta shishali oyna-romlar bezab turıbdı. Bino qurılıshıga 1500 tonna bronza sarf qilingan. Bino balandlıgı 157 metr bo‘lib, 38 qavatni tashkil etadi. Binoni nemis arxitektori Lyudvig Misvander Roe bilan amerikalik Filipp Djonson loyihalagan.



12.6-rasm. Sigrem-bilding

**7. Pensilvan shtati (AQSH), amerikanacha po‘lat minora,
(U.S. Steel Tower)**

Bu bino (minora) Pensilvan shtatida qurilgan bo‘lib, 64 qavatga teng, sifatli po‘latdan tashkil topgan. Unda mahalliy ishlab-chiqarilgan Cor-ten po‘lati ishlatilgan. Bu po‘lat maxsus zanglashga chidamli qatlam-plyonka bilan himoyalangan. Minora o‘ziga xos bo‘lib, yon qismi bukilgan shaklga ega. Balandligi 260 metrni tashkil etadi.



12.7-rasm. Amerikancha po‘lat minora

8. Bruklindagi ko‘prik (Brooklyn Bridge)

Eng qadimiy Bruklin ko‘prigi uzunligi 1825 metr bo‘lib, qurilganiga 130 yildan ziyod bo‘ladi.

Bu eng birinchi, po‘lat simlardan iborat bo‘lgan, osma inshoot hisoblanadi. Po‘lat sim qalinligi va konstruksiyasining murakkabligi bilan farqlanadi. Ko‘prikning asosiy ravog‘i, 87 metr balandlikda 19 ta o‘ramli po‘lat trosqa osilgan holda montaj qilingan. Ko‘prik qurilishida metallardan tashqari, ohak toshlari, granit, sement ishlatilgan. Inshoot narxi 15,1 million dollarni tashkil etadi.



12.8 - rasm. Bruklin ko‘priki

9. G‘arb darvozasi, Missouri shtati, AQSH (Gateway Arch)

Ushbu darvoza – ark Sent Luis shahrida qurilganiga 50 yildan oshgan. Ark balandligi 192 metr, asosini eni ham shuncha. Ark kesimi uchburchak sterjenli bo‘lib zanglamas varaqli po‘lat bilan qoplangan. Loyiha narxi 30 million dollar. Arka konstruksiyasi yuqori ustuvorlik va 6 ballik yer silkinishiga chidamligi bilan ajralib turadi.



12.9 - rasm. G‘arb darvozasi

10. Uillis-tauer, Chikago, AQSH (Willis (Formerly Sears) Tower)

Ushbu bino balandligi 442 metr bo'lib (108 qavat) narxi 150 million dollar. Po'lat sinchli bino qora rangli alyumin bilan qoplangan. Bunga 76 ming tonna po'lat sarf qilingan. Binoning yuqori qismi uch pog'onadan iborat bo'lib, osti 9 ta payvand to'rtburchak shaklidagi trubadan tashkil topgan. Har qaysi 20 ta ortogonal va juda ko'p bo'ylama to'sinlardan iborat bo'lib, 50 qavat balandlikka ko'tarilgan. Yuqoriga ko'tarilgan sari binoning eni qisqarib boradi.



12.10-rasm. Uillis-tauer

11. Kraysler-bilding, Nyu-York (The Chrysler Building)

Osmon o'par bu bino ar-deko stilidagi (uslub) arxitekturaning klassik janrida qurilgan. U 1930 yilda barpo etilgan bo'lib, dunyoning haqiqiy unikal binolar qatorini to'ldirib turadi. Konstruktiv elementlarining ajralib turishi, po'lat rama g'isht terimidan va metall to'shamadan iboratligidir. Bu yuqoriga ko'tarilganligi bilan eni qisqarib boradi. Bino tomonining oldi yettita yarim aylana shaklidagi fragmentlar bilan bezatilib,

gumbaz shakliga keltirilgan. Bino tom qismi zanglamaydigan austenit «Enduro KA-2» po‘latdan yasalgan. Undagi burgut qushi ham metalldan tayyorlangan. Bino balandligi 320 metr.



12.11-rasm. Kraysler-bilding

12. Syonxin, Shenchjen minorasi. Xitoy (Shun Hing Square Tower, Shenzhen)

Syonxin minorasi kvadrat shaklida bo‘lib, yaxlit po‘latdan iboratdir. Minora metall konstruksiyalardan iborat bo‘lib, yig‘ma usulda qisqa muddatlarda barpo etilgan. Shun Hing Square Tower binosining tayanch qismi 80 ta beton svay(qoziq)lardan iborat. Binoning sinchi 16 ta po‘lat ustundan iborat. Ustunlar soni binoning balandligi oshishi bo‘yicha qisqarib boradi. Minoraning ustuvorligi bog‘lovchilar bilan ta‘minlangan.



12.12-rasm. Syonxin, Shenchjen minorasi

13. Tayvandagi Taybey 101 minorasi (Taipei 101 Tower in Taiwan)

Taipei 101 Tower minorasi metallardan qurilgan unikal bino bo'lib, balandligi 500 metrni tashkil etadi. Bu, yana bir bor metallning ajoyib xususiyatga ega ekanligi, mustahkamlik va ko'p yillar beg'araz xizmatda bo'lishi isbotlandi. Bino 36 ta ustundan iborat bo'lib, undan 8 tasi beton bilan to'ldirilgan. Poydevor 380 ta svaylardan (qoziq) tashkil topgan bo'lib tayfun va yer silkinishlariga chidamli hisoblanadi. Elastikligi va ustuvorligi juda yuqori. Metall konstruksiyalari energiya tebranishni so'ndirish va kuchli shamol ta'siriga qarshilik ko'rsata olish qobiliyatiga ega. Narxi 1,7 milliard dollar bo'lgan minora 25 qavatli ostki binoga tayanadi.



12.13-rasm. Taybey 101

14. Xarbor-Bridj ko‘prigi, Avstraliya (Sydney Harbour Bridge)

Sidney shahridagi eng katta ko‘prik arkasimon bo‘lib, 6 yil davomida qurilgan. Unda 1500 nafar quruvchi ishtirok etgan. Ko‘prikning barcha elementlari parchin (zaklepka) mixlar bilan biriktirilgan. Ko‘prik metall panjaralari arkasimon bo‘lib, unda temir yo‘l tonneli joylashgan. Bitta arkaning og‘irligi 39000 tonna bo‘lib, konstruksiyalarning umumiy og‘irligi 53800 tonnani tashkil qiladi. Arkaning tortqi kuchini qabul qilish maqsadida ikki qirg‘oqdag‘i 100 metr balandlikda minora qurilgan. U granit toshlar bilan bezalgan.

Xarbor-Bridj ko‘priki qurilishiga 20 ming dollar sarf bo‘lgan. Ko‘prikning uzunligi 1149 metr, eni 48,8 metr, arka ravog‘i 503 metr.



12.14-rasm. Xarbor-Bridj ko‘priki

15. «Qush uyasi», Pekin (Beijing National Stadium, Beijing)

Xitoyda, Pekin shahrida 2008 va 2022-yillarda bo‘lib o‘tgan Olimpiya o‘yinlari metall inshootlarni yanada mashhur qildi. Shular orasida «Qush uyasi» (Птичье гнездо) nomli stadion 80 ming ishqibozga mo‘ljallangan. U 5 yil davomida qurilib, unda 17000 ming quruvchi ishtirok etgan. Po‘lat konstruksiyalirining umumiy og‘irligi 110000 tonna. U ikkita alohida alohida bo‘lgan strukturadan iborat: piyola shaklidagi betondan va tashqi metall ramadan. Uning bo‘laklari (seksiyalari) Shanxayda tayyorlangan. Pekinga olib kelingandan keyin ular o‘zaro payvandlanib, montaj qilingan. Konstruksiyaning uzunligi 330 metr, eni 220 metr bo‘lib, u 24 ta panjarali ustunga o‘rnatilgan. Har bir ustunning og‘irligi 1000 tonna. Narxi 423 million dollar.



12.15-rasm. «Qush uyasi»

16. Uolt Disney nomidagi konsert zali, Los-Andjeles (Walt Disney Concert Hall)

Futuristik shakldagi konsert zal binosi 2003-yilda qurib bitirilgan va unga 170 million dollar sarf qilingan. Binoning metall konstruksiyalari quyoshda toblanib, o'ziga xos arxitekturasi, yelkanli kema suzayotganday tuyuladi. Yelkanlar esa zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan. Ustidan va ichkaridan derazalar va tuynuklar (lyuklar) joylashtirilgan.

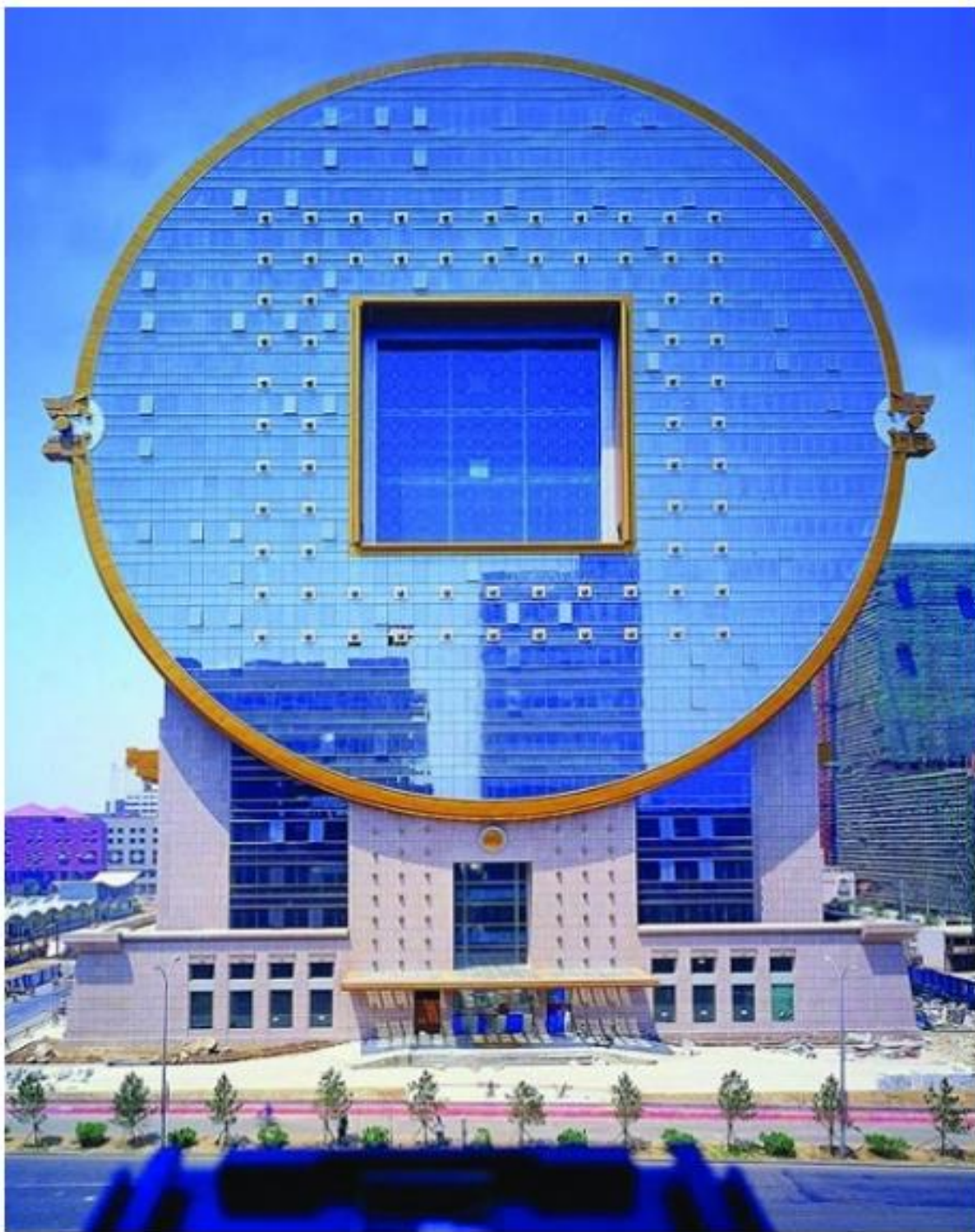


12.16-rasm.Uolt Disney nomli konsert zali

17. Fan Yuan binosi, Shenyang (The Fang Yuan Building)

Ushbu bino 2001-yilda qurilgan, 25 qavatli biznes markazning ofislari xay-tek uslubida bajarilgan. Tashqi fasadining ko'rinishida qadimiy «shenyang tanga»si timsoli vertikal o'rnatilgan bo'lib, uning markazida to'rtburchak shaklda deraza ko'rinib turadi.

Bino qurilishida asosan metall-shisha, tosh bloklari, po'lat arqonlar (tros) va varaqli po'lat katta hajmda ishlatilgan.



12.17-rasm. Fan Yuan binosi

18. Zamonaviy san'at muzeyi Cleveland, Ogayo shtati, AQSH (Museum of Contemporary Art, Cleveland (MOCA))

Cleveland zamonaviy san'at muzeyining yangi binosining tashqi devorlari oynasimon qora rangli, zanglamaydigan po'latdan bezatilgan. Katta shisha panellari silliq metall sirt bilan uyg'unlashib Inverted Seam™ Glass System deyiladi. Metallning chidamliligi, zichligi va uni jilvirlash natijasida oshadi. Loyiha narxi 26,3 million dollar.



12.18-rasm. Cleveland zamonaviy san'at muzeyi

19. Avto poygalar tarixi muzeyi, Shimoliy Karolina, AQSH (Nascar Hall of Fame, Charlotte)

Bu bino arxitekturaviy loyiha bo'lib, bukilgan shaklga ega bo'lgan qiya tekisliklardan tashkil topgan. Uning aksariyat qismi po'lat konstruksiyalardir. Ular ravon buralgan tasmalar bilan bezatilgan. Binoning katta ravoqlari fermalar bilan yopilgan. Ularning bir nechitasi, ikki sathdagi piyodalarga mo'ljallangan ko'priklarni tutib turadi. Panjarali rama esa muhtasham zal oynalarining tayanchi hisoblanadi.



12.19-rasm. Poygalar tarixi muzeyi

20. Jorj Pompidu markazi, Parij (Centre Pompidou, Paris, France)

Jorj Pompidu markazi xay-tekk uslubida yaratilgan va 1977-yilda ochilgan. Po‘lat sinchli shishali parallelopipedda binoning jozibadorligi po‘lat konstruksiyalar hisobiga amalga oshirilgan. Ustunlarga tayangan fermalar ulkan ravog‘ni tashkil etadi. Po‘latdan barpo etilgan bu bino va inshootlar yillar mobaynida avlodlarni lol qoldirib kelmoqda. Shu bilan birga, yengil, ammo mustahkam, zanglashga chidamli, ekologik va umrboqiy yangi materiallarni izlab topish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda.



12.20-rasm. Jorj Pompidu markazi

XII.2. Unikall bino va inshootlarni loyihalash

O'zbekiston Respublikasining shaharsozlik kodeksining (qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi. 22.02.2021y 03/21/676/0142-son) I bob 3-moddasida unikal binolarga qo'yidagicha ta'rif berilgan:

- noyob alohida yoki birgalikda o'ziga xos, betakror rejaviy, konstruktiv, muhandislik yoki texnologik yechimlarni, hamda me'moriy g'oyasi bilan, yuqori texnik darajadagi yutuqlar va me'morchilikni o'zida mujassam etgan binolar, inshootlar va ularning majmualari kiradi;

Unda quyidagi ma'lumotlar keltiriladi:

- yaqin atrofdagi binolarni tashxisining asoslanishi asos va poydevorlar yuk ko'taruvchi va to'suvchi konstruksiyalarning kuchaytirilganligi;
- qurilishning muhim bo'lgan shartlari haqida ma'lumot;
- inshootning muhimligi darajasini aniqlash va muhimlik koeffitsiyentini tayinlash;
- qurilish materiallari, konstruksiyalar va muhandislik jihozlari haqida ma'lumot;
- majmuaviy monitoringni va loyihaga "Ob'yekt pasporti", "Ob'yektdan foydalanish talablari" bo'limlarini kiritishni asoslash;
- loyihalash, qurish va ob'yektdan foydalanish bo'yicha "Maxsus texnik shartlar" ishlab chiqish uchun topshiriq tayyorlash;
- boshqa (qo'shimcha) ma'lumot.

Unikal (noyob) bino va inshootlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- unikal binolarga sig'imi (tomoshabinlar soni) 1000 kishidan ortiq bo'lgan sport va tomosha majmualari, madaniyat saroylari, ko'rgazma pavil'onlari, savdo inshootlari kiradi;
- ularda nostandart yoki maxsus ishlab-chiqilgan hisoblash usullari qo'llanilgan konstruksiyalar va konstruktiv sxemalardan foydalanilganligi. Ular albatta fizik modellarda tekshirib qurilishi kerak;
- unikal binolarning zilzilabardoshligi 9 va undan yuqori balga mo'ljallangan bo'lishi shart;

- unikal bino va inshootlarning balandligi 100 m va undan katta, yoki ravog'i 100 metrdan ortiq, yoki konsol qismi 20 metrdan ziyod, yer osti qismi pol sathidan 15 metr va undan pastda joylashgan bo'lishi kerak;

Unikal binolarni loyihalash uchun topshiriq mazmunida quyidagi ma'lumotlar bo'lishi talab etiladi:

- binoni uch bosqichli loyihalanganligini ilmiy-texnik asoslanganligi, loyiha har bir bosqichda ekspertizadan o'tganligi;
- loyiha bir nechta variantda bajarilganligi, asosiy hisoblash ishlari va muhandislik yechimlarni tekshirishga ketgan harajatlari;
- modellashga yoki ba'zi hollarda katta mashtabli modelni loyihalash va tayyorlashga ketgan harajatlarni kelishilganligi;
- qo'shimcha geodezik va muhandis-geologik tadqiqot natijalarini tasdiqlanganligi;
- unikal binoning qurilish maydoni va uning atrofida joylashgan binolarning taxlili;

Loyiha oldi ishlarining o'ziga xos xususiyatlari

Loyiha ishlarini bajarishdan oldin, qo'yidagi masalalar hal etilishi lozim.

Buyurtmachi loyiha oldi bosqichda qo'yidagi hujjatlarni qabul qilib olishi kerak:

- qurilish maydonining tanlanganligi va yer uchastkasining ajratilganligi;
- shaharsozlik topshirig'i;
- injenerlik tarmoqlariga ulanish uchun ruxsatnoma.

Loyiha oldi bosqichida geodezik va injener-geologik izlanishlari o'tkazilishi lozim. Jumladan qurilish uchastkasini geodezik tashxisdan o'tkazish, bu esa yer uchastkasini qurilish uchun yaroqli ekanligi masalasini hal qilishga imkon yaratadi.

Geofizik va geologlar tuproq qatlamlari va asosning gidrogeologik holati haqida batafsil ma'lumot berishlari kerak. Geotexniklar basharotni asoslashlari lozim. Loyiha oldi bosqichda o'xshash loyihalar haqida ma'lumotlar to'planadi va tahlil qilinadi.

Unikal bino va inshootlarga ta'sir etuvchi yuklar va hisoblash asoslari

Konstruksiyalar turli xil yuklarni, shuningdek birgalikda ta'sir etuvchi yuklarni qabul qiladi: teng yoyilgan va nuqtaga qo'yilgan, doimiy va vaqtinchalik statik va dinamik, kinematik, issiqlik va boshqa atrof muhitning tajovuzkor ta'sirlari.

Unikal binolar va inshootlarning yopma konstruksiyalari o'z og'irligiga, qor va shamol yuklariga, shuningdek texnologik jihozlardan hosil bo'ladigan yuklarga, oldindan zo'riqtirish natijasida hosil bo'ladigan va montaj yuklariga hisoblanadi.

Bu bino va inshootlar modellarida shamol va uning noqulay ta'sirini aniqlash maqsadida aerodinamik tadqiqotlar o'tkaziladi. Qor bosimi yuki statistik ma'lumotlarga asosan qabul qilinadi. Ko'p hollarda u 1,5 koeffitsiyent bilan hisobga olinadi.

O'sma konstruksiyalarda kinematik yuk va ta'sirlarni inobatga olish zarur, chunki ular ichki zo'riqlashlarni hosil qilishi mumkin.

Unikal bino va inshootlar muhimligi yuqori bo'lganligi sababli, qoidaga ko'ra ishonchlilik koeffitsiyentini 1,2 ga teng qabul qilinadi.

Unikal bino va inshootlarni hisoblashda ularni bir butun fazoviy konstruksiya sifatida qarash kerak. Unga asos va poydevorlar, sinch va yopma konstruksiyalari kiradi. Konstruksiyalar va uning elementlarini statik va dinamik yuklarga hisoblash, shuningdek tayyorlash va tashishdagi hisoblash ishlari bajarilishi kerak. Konstruksiyaning ba'zi elementlari asosiy yuklarga nisbatan montaj jarayonida ko'proq yuklangan bo'lishi mumkin, shuning uchun loyihada montaj ketma-ketligiga alohida e'tibor qaratilishi lozim.

Sinchning tayyorlashdagi va montajdagi fazoviy birligi va ishonchliligi ta'minlangan bo'lishi kerak. Hisoblash ishlari zamonaviy kompyuter dasturlari asosida bajarilmoqda.

“Loyiha” bosqichida asosiy elementlarning kesim yuzalari aniqlanib, murakkab hisoblash sxemasidan soddalashtirilgan sxemaga o'tiladi, so'ngra bosqichma-bosqich qiyinlashtiruvchi elementlarni qo'shib, ularning butun konstruksiyaning ishlashga ta'siri aniqlanadi.

Lira dasturida statik, dinamik xohlagan yuklar, ular birgalikda ta'sir etishi, konstruksiyada ko'zga tutilgan eshik va rom joylari, poydevor va asos xususiyatlari inobatga olinib, hisoblanadi. Natijalarni tahlil qilish imkoniyati mavjud bo'ladi.

ILOVALAR

ILOVA 1

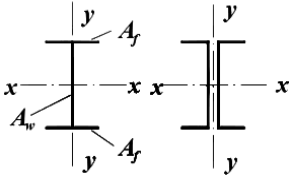
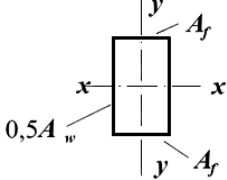
Po'lat, payvand va boltli birikmalarning me'yoriy va hisobiy qarshiliklari,
GOST 27772-88* ga muvofiq, kN/sm²

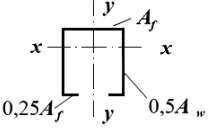
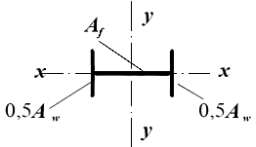
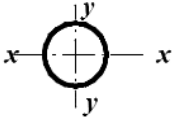
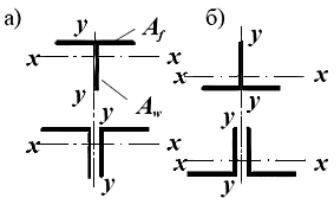
Jadval 1.1

Po'lat	Prokat turi	Qalinlik, mm	Ryn/Run	Ry	Rp	Rs	Rwz	Rbp
C235	List., fason.	Do 20	23,5/35	23	35	13,5	16	47,5
	List., fason.	21-40	22,5/36	22	35	12,5	16	47,5
	List	41-100	21,5/36	21	35	12	16	47,5
C245	List., fason.	2-20	24,5/37	24	36	14	16,5	48,5
	Fason.	21-30	23,5/37	23	36	13,5	16,5	48,5
C255	List	4-10	24,5/38	24	37	14	17	50
	Fason.	4-10	25,5/38	25	37	14,5	17	50
	List	11-20	24,5/37	24	36	14	16,5	48,5
	Fason.	21-40	23,5/37	25	36	13,5	16,5	48,5
C275	List., fason.	2-10	27,5/38	27	37	15,5	17	50
	List	11-20	26,5/37	26	36	15	16,5	48,5
	Fason.	11-20	27,5/38	27	37	15,5	17	50
C285	List	4-10	27,5/39	27	38	15,5	17,5	51,5
	List	11-20	26,5/38	26	37	15	17	50
	Fason.	4-10	28,5/40	28	39	16	18	52,5
	Fason.	11-20	27,5/39	27	38	15,5	17,5	51,5
C345	List., fason.	2-10	34,5/49	33,5	48	19,5	22	64,5
		11-20	32,5/47	31,5	46	18	21	62
		21-40	30,5/46	30	45	17,5	20,5	60,5
C375	List., fason.	2-10	37,5/51	36,5	50	21	23	67
		11-20	35,5/49	34,5	48	20	22	64,5
		21-40	33,5/48	32,5	47	19	21,5	63
C390	List	4-50	39/54	38	52,5	22	24,5	71
C440	List	4-30	44/59	43	57,5	25	26,5	77,5
		31-50	41/57	40	55,5	23	25,5	75
C590	List	10-36	54/63,5	51,5	62	30	28,5	83

Po'lat konstruksiyalar elementlarini plastik deformatsiya rivojlanishini
inobatga olgan holda mustahkamlikka hisoblash uchun koeffitsiyentlar
 $c(c_x)$, c_y , n Koeffitsiyentlari

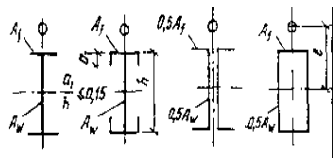
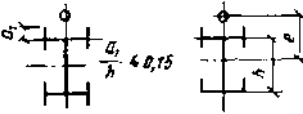
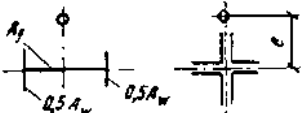
Jadval 1.2

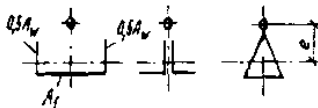
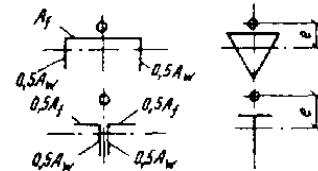
Kesim turi	Kesim sxemasi	$\frac{A_f}{A_w}$	Koeffitsiyentlar qiymati		
			$c(c_x)$	c_y	$M_y = 0^{(1)}$ bo'lganda n
1		0,25	1,19	1,47	1,5
		0,5	1,12		
		1,0	1,07		
		2,0	1,04		
2		0,25	1,19	1,07	1,5
		0,5	1,12	1,12	
		1,0	1,07	1,19	
		2,0	1,04	1,26	

Kesim turi	Kesim sxemasi	$\frac{A_f}{A_w}$	Koeffitsiyentlar qiymati		
			$c(c_x)$	c_y	$M_y = 0^{(1)}$ bo'lganda n
3		0,5	1,40	1,12	2,0
		1,0	1,28	1,20	
		2,0	1,18	1,31	
4		0,25	1,47	1,04	3,0
		0,5		1,07	
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	
5		-	1,26	1,26	1,5
6		-	1,60	1,47	a) 3,0 b) 1,0
$M_u \neq 0$ bo'lganda $n = 1,5$, 5-a turdagi kesimlar bundan istisno, ular uchun $p = 2$ va kesimlar uchun $n = 3$. Izoh. A_f / A_w ning oraliq qiymatlari uchun koeffitsiyentlar aniqlanganda, chiziqli interpolyasiyaga yo'l qo'yish ruxsat etiladi.					

Kesim shakli ta'sir kursatishining η koeffitsiyentlari

Jadval 1.3

Kesim turi	Kesim sxemasi	$\frac{A_f}{A_w}$	η qiymatlari			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
1		0,25	$(1,45 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,2	1,2	
		0,5	$(1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,25	1,25	
		$\geq 1,0$	$(1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda}$	$1,4 - 0,02 \bar{\lambda}$	1,3	
2		-	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	
3		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	
4		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	
5		0,5	$1,45 + 0,04m$	1,65	$1,45 + 0,04m$	1,65
		1,0	$1,8 + 0,12m$	2,4	$1,8 + 0,12m$	2,4
		1,5	$2,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-
		2,0	$3,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-

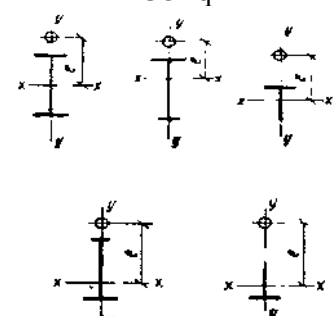
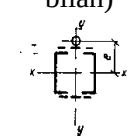
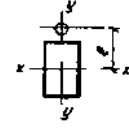
Izohlar:

1. 5-7 turdagi kesimlar turi uchun, A_f / A_w qiymatlari hisoblanganda, tokchalarning vertikal elementlari maydonini hisobga olmaslik kerak.

2. 6-7 turdagi kesimlar uchun, η_5 qiymatini A_f / A_w . Qiymatlari xuddi shunday bo'lganda, 5-turdagi kesim uchun η qiymatiga teng qabul qilinadi.

α va β koeffitsiyentlar

Jadval 1.4

Kesimlarning tiplari		Koeffitsiyentlarning qiymatlari			
		α , bunda		β , bunda	
		$m_x \leq 1$	$1 < m_x \leq 5$	$\lambda_y \leq \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
Ochiq 		0,7	$0,65 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
		$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	$1 - (0,35 - 0,05m_x) \frac{J_2}{J_1}$	1	$1 - \left(1 - \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}} \right) \times$ $\times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1 \right);$ bunda $J_2/J_1 < 0,5 \beta = 1$
Tutash:					
panjaralar bilan (plankalar bilan)	yaxlit				
		0,6	$0,55 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$

4-jadvalda qabul qilingan belgilar:

J_1, J_2 – kesimning $u - u$ simmetriya o'qiga nisbatan katta va kichik tokchalari inersiya momentlari;

$\varphi_c - \lambda_y = \lambda_c = 3,14\sqrt{E/R_y}$ bo'lganda φ_y qiymatlari.

Izoh. Panjarali (yoki plankali) ikki tomoni ochiq o'zaklar uchun α va β koeffitsiyentlarning qiymatlari o'zak uzunligi bo'ylab kamida ikkita oraliq diafragmalar mavjud bo'lganda tutash kesimlarniki kabi olinishi lozim. Aks holda qo'shtavrli ochiq kesimli o'zaklar uchun belgilangan koeffitsiyentlar olinishi kerak.

ILOVA 2

**Moment ta'siri tekisligi bilan simmetrik tekisligi mos keluvchi
nomarkaziy siqilgan yaxlit kesimli ustunlarni ustuvorlikka hisoblashda
 φ_e koeffitsiyentlarning qiymatlari**

Jadval 2.1

Shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Keltirilgan nisbiy eksentrisitet m_{ef} da φ_e koeffitsiyentlari												
	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	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

jadval davomi

Shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Keltirilgan nisbiy eksentrisitet m_{ef} da φ_e koeffitsiyentlari													
	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

Shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$	Keltirilgan nisbiy eksentrisitet m_{ef} da φ_e koefitsiyentlari													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
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

Izohlar:

- Jadvalda φ_e koefitsiyentlar qiymati 1000 barobar oshirilgan.
- φ_e qiymati φ qiymatidan ortiq qabul qilinmasin.

ILOVA 3

Moment ta'siri tekisligi bilan simmetrik tekisligi mos keluvchi nomarkaziy siqilgan panjara kesimli ustunlarni ustuvorlikka hisoblashda φ_e koefitsiyentlarning qiymatlari

Jadval 3.1

Shartli keltirilgan egiluvchanlik $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Keltirilgan nisbiy eksentrisitet m_{ef} da φ_e koefitsiyentlari												
	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

jadval davomi

Shartli keltirilgan	Keltirilgan nisbiy eksentrisitet m_{ef} da φ_e koefitsiyentlari												
---------------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

egiluvchanlik $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	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
Izohlar: Jadvalda φ_e koeffitsiyentlar qiymati 1000 barobar oshirilgan. φ_e qiymati φ qiymatidan ortiq qabul qilinmasin.														

ILOVA 4

Konstruksiya elementlarini ishlash sharoitini hisobga oladigan koeffitsiyentlar.

Jadval 4.1

№ t.b.	Konstruksiyalar elementi	Ish sharoitlari koeffitsiyenti γ_c
1	Yakka burchaklardan, boshmoqdan e'tiboran dastlabki ikki paneldagi bo'sh turgan tayanchlarning ustunlaridan siqilgan belbog'lar tugunlarning quyidagi ulanmalarida:	
	a) payvandlab ulangan	0,95
	b) boltlar bilan biriktirilgan	0,90
2	Bir tokchada biriktiriladigan teng tokchali yakka burchaklardan yassi panjarasimon traverslarning siqilgan elementlari	
	a) tayanch ustuniga travers belbog'i bo'ylab qo'yilgan ikki va undan ortiq boltlar bilan biriktiriladigan belbog'lar	0,90
	b) tayanch ustuniga bitta bolt bilan yoki fasonka orqali biriktiriladigan belbog'lar	0,75
	v) kashaklar va tirgaklar	0,75
3	Po'lat simarqonlardan yoki o'ta mustahkam simlar dastasidan tortqichlar:	
	a) normal ish rejimidagi oraliq tayanchlar uchun	0,90
	b) zulfinli, zulfinli-burchakli va burchakli tayanchlar uchun:	

	normal ish rejimida	0,80
	avariyalı ish rejimida	0,90
Izoh. Ish sharoitlari koeffitsiyentining jadvalda ko'rsatilgan qiymatlari tugunlardagi elementlarning ulanmalariga tatbiq etilmaydi.		

ILOVA 5

Siqilgan elementlarning chegaraviy egiluvchanliklari.

Jadval 5.1

Konstruksiya elementlari	Siqilgan elementlarning chegaraviy egiluvchanliklari
1. Quyidagilarning tayanch reaksiyalarini uzatuvchi belbog'lar, tayanch kashak va tirgaklar:	
a) yassi fermalar, tuzilmali konstruksiyalar va quvurlar va juft burchaklardan, balandligi 50 metrgacha bo'lgan fazoviy konstruksiyalarning	180-60 α
b) yakka burchaklardan fazoviy konstruksiyalar, quvurlar va juft burchaklardan, balandligi 50 metrdan ortiq bo'lgan fazoviy konstruksiyalarning	120
2. 1 va 7-bandda ko'rsatilganlardan boshqa elementlar:	
a) yassi fermalar, yakka burchaklardan payvand fazoviy va tuzilmali konstruksiyalar, quvur va juft burchaklardan fazoviy va tuzilmali konstruksiyalarning	210-60 α
b) yakka burchaklardan boltli birikmali fazoviy va tuzilmali konstruksiyalarning	220-40 α
3. Fermalarning montaj vaqtida mahkamlanmagan tepa belbog'lari (montaj tugatilganidan so'ng chegaraviy egiluvchanlikni 1-band bo'yicha qabul qilish kerak)	220
4. Asosiy ustunlar	180-60 α
5. Ikkilamchi ustunlar (faxverk, chiroqlar ustunlari va hokazo), ustun panjarasi elementlari, ustunlar o'rtasida vertikal bog'lanishlarning elementlari (kranosti to'sindan pastroqda)	210-60 α
6. 5-bandda ko'rsatilganlardan tashqari bog'lanishlardan tashqari elementlar, hamda siqilgan o'zaklarning hisoblangan uzunliklarini kamaytirish uchun xizmat qiluvchi o'zaklar va 7-bandda ko'rsatilganlardan tashqari boshqa yuklanmagan elementlar	200
7. Vertikal tekislikda egiluvchanlikni tekshirishda shamoldan yuklanishdan ta'sirlanuvchi, tavr va xochsimon kesimli fazoviy konstruksiyalarning siqilgan va yuklanmagan elementlari	150

Cho‘zilgan elementlarning chegaraviy egiluvchanliklari.

Jadval 5.2

Konstruksiya elementlari	Konstruksiya qayidagi yuklanishlar ta'sir ko'rsatganda, cho'zilgan elementlarning chegaraviy egiluvchanligi		
	Dinamik, bevosita konstruksiyaga qo'yilgan	Statik	Kranlardan
1. Yassi fermalar (shu jumladan tormozlash fermalari) va tuzilmali konstruksiyalarning belbog'lari va tayanch kashaklari	250	400	250
2. 1-bandda ko'rsatilganlardan boshqa ferma va tuzilmali konstruksiyalarning elementlari	350	400	300
3. Kranosti to'sinlar va fermalarning pastki belbog'lari	-	-	150
4. Ustunlar o'rtasida vertikal bog'lanishlarning elementlari (kranosti to'sindan pastroqda)	300	300	200
5. Bog'lanishlarning boshqa elementlari	400	400	300
6. Tirgaklar va traverslarning belbog'lari, tayanch kashaklari, elektr uzatish liniyalar, ochiq taqsimlar moslamalar va transportning kontaktli tarmoqlari liniyalari tayanchlari traverslarining tortmoqlari	250	-	-
7. 6 va 8-bandlarda ko'rsatilganlardan tashqari elektr uzatish liniyalar tayanchlarining boshqa elementlari	350	-	-
8. Vertikal tekislikda egiluvchanlikni tekshirishda shamoldan yuklanishdan ta'sirlanuvchi, tavr va xochsimon kesimli fazoviy konstruksiyalarning (tortmoqlarda esa, elektr uzatish liniyasi tayanchining traversi va yakka burchaklardan) elementlari	150	-	-
Izohlar: 1. Dinamik ta'sirlarga duch kelmaydigan konstruksiyalarda, cho'zilgan elementlarning egiluvchanligini faqat vertikal tekisliklarda tekshirish kerak. 2. Dastlab kuchlangan cho'zilgan elementlarning egiluvchanligi cheklanmaydi. 3. Yuklanish noqulay joylashganda kuchlanish belgisi o'zgarishi mumkin bo'lgan cho'zilgan elementlar uchun, chegaraviy egiluvchanlikni siqilgan elementlar uchun/kabi qabul qilish kerak, bunda yig'ma elementlarda biriktiruvchi qistirmalarni har bir 40i dan siyrakroq qo'ymaslik kerak. 4. Chegaraviy egiluvchanlik qiymatlarini ish rejimlari guruhlarida GOST 25546-82 ga muvofiq (metallurgiya ishlab chiqarish syexlarida) 7K va 8K qabul qilish kerak. 5. Bevosita konstruksiyaga qo'llangan dinamik yuklanishlar qatoriga, toliqishga hisoblar yoki dinamiklik koeffitsiyentlari hisobga olingan holda bajariladigan hisoblarda qabul qilinadigan yuklanishlar kiradi.			

Markaziy-siqilgan elementlarning bo‘ylama egilish ϕ koeffitsiyentlari.*Jadval 6.1*

Egiluvchanlik λ	Hisobiy qarshiligi R_y , MPaga teng po‘latdan tayyorlangan elementlarning ϕ koeffitsiyentlari.				
	225	235	255	280	320
10	987	990	986	985	984
15	976	975	974	972	969
20	964	963	961	959	955
25	949	947	945	942	936
30	934	932	928	924	917
35	916	914	909	904	895
40	899	896	889	883	873
45	878	875	868	860	848
50	858	854	846	836	822
55	836	831	822	811	794
60	813	808	798	785	766
65	789	783	770	755	727
70	765	758	743	724	687
75	734	725	706	683	645
80	704	692	669	641	602
85	668	655	632	603	562
90	632	619	594	565	522
95	598	584	559	529	485
100	563	549	524	493	448
105	532	517	491	460	415
110	500	485	459	427	381
115	471	456	429	397	351
120	442	427	399	366	321
125	414	399	372	340	299
130	387	372	345	313	276
135	362	347	322	293	258
140	338	323	299	272	240
145	317	303	281	256	226
150	296	283	262	239	211
155	278	266	247	226	199
160	261	249	232	212	187
165	247	236	219	201	177
170	233	223	207	189	167
175	222	212	197	180	159
180	210	201	186	170	150
185	199	191	177	162	143
190	190	181	168	154	136
195	181	173	161	147	130
200	172	165	153	140	124

Izoh. Jadvalda ϕ koeffitsiyenlar qiymatlari 1000 barobarga ko‘paytirilgan.

Burchakli payvand choklarga doir β_f β_z koefitsiyentlarning qiymatlari.

Jadval 7.1

Payvandlash usuli, elektrod simining diametri d, mm	Payvand chokning kateti, mm							
	3÷8		9÷12		14÷16		18 va undan katta, mm	
	β_f	β_z	β_f	β_z	β_f	β_z	β_f	β_z
Avtomat $d = 3 \div 5$	1,1	1,15	0,9	1,05	0,9	1,05	0,7	1,0
Avtomat va yarim avtomat $d = 1,4 \div 2$	0,9	1,05	0,8	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0
Qo'lda payvandlash, $d \leq 1,4$	0,7	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0

Payvand choklarning hisobiy qarshiliklari

Jadval 7.2

Chok metallning hisobiy qarshiligi, MPa			Chok metallning hisobiy qarshiligi, MPa		
Payvand materiallari		R_{of}	R_{un}	R_{oz}	
Elektrod turi	Elektrod simining markasi				
Э42 , Э42А	CB-08, CB-08A	180	345	155	
Э46 , Э46А	CB-08ГA, CB-07GS	200	355	160	
Э50 , Э50А	CB-10ГA, CB-08Г 2C, CB-08Г 2CЦ	215	370	165	
	ПП-АH8, CB-АH3		380	170	
Э60	CB-08ГГ2C, CB-08Г 2CЦ	240	440	200	
	CB-10HMA, CB-10Г 2		460	205	
Э70	CB-10XG 2CMA,	280	500	225	
	CB-08XH 2ГMЮ		540	245	

Boltli birikmalarni ishlash sharoitini hisobga oladigan koeffitsiyent

Jadval 7.3

№	Birikma xarakteristikasi	γ_β
1.	Ko'p boltli birikma qirqilishda ezilishda:	1
2.	Yuqori aniqlikdagi boltlar	0,9
3.	Normal va qo'pol boltlar	
	Bitta boltli birikma, elementlarining oquvchanlik chegarasi	0,85
	$\sigma_T \leq 380 \text{ MPa}$ ezilishda	

Ishqalanish (μ) va ishonchliligini (γ_h) koeffitsiyentlarining qiymatlari

Jadval 7.4

Biriktiriladigan sirtlarni tozalash usullari.	Ishqalanish koeff., μ	γ_h , bolt bilan teshik orasidagi farq, mm va yuk xarakteri	
		dinamik $\delta = 3 \div 6$, statik $\delta = 5 \div 6$	dinamik $\delta = 1$ statik $\delta = 1 \div 4$
1. "Пескоструйный" yoki "дробементный" (qum tosh)	0,58	1,35	1,12
2. "Пескоструйный" hamda sink yoki alyuminiy kukuni sepish	0,5	1,35	1,12
3. Gaz alangasi yordamida	0,42	1,35	1,12
4. Po'lat shytokalar yordamida	0,35	1,35	1,17
5. Tozalanmagan sirtlar uchun	0,25	1,7	1,3

Boltlarning qirqilish va cho'zilishdagi hisobiy qarshiliklari

Jadval 7.5

Kuchlanish turi	Shartli belgilar	Bolt sinflarining hisobiy qarshiliklari, MPa					
		4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	8,8
Qirqilish	R_{bs}	150	160	190	200	230	320
Cho'zilish	R_{bt}	175	160	210	200	250	400

Boltlar bilan biriktiriladigan elementlarning ezilishdagi hisobiy qarshiliklari

Jadval 7.6

Biriktiriladigan elementlarning vaqtinchalik qarshiligi, mPa	Hisobiy qarshiligi, MPa		Biriktiriladigan elementlarning vaqtinchalik qarshiligi, mPa	Hisobiy qarshiligi, MPa	
	Yuqori aniq. boltlar	Normal, qo'pol boltlar		Yuqori aniq. boltlar	Normal, qo'pol boltlar
345	365	335	470	600	535
355	385	350	480	620	555
365	400	365	490	640	570
370	410	370	500	665	590
380	430	385	510	685	610
390	445	400	520	705	630
400	465	415	530	730	645
410	485	435	540	750	665
420	500	450	550	775	685
430	520	465	560	800	705
440	540	485	570	820	725
450	560	500	580	845	745

Sortamentlar

Varaqli po'latlar (GOST 19903-74*)

Jadval 8.1

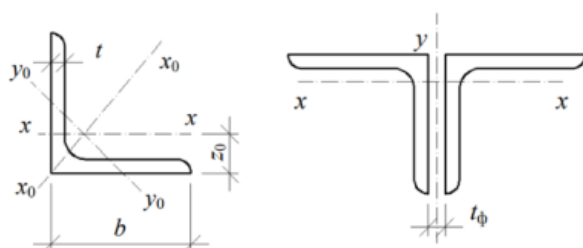
Enli va tasmali varaqli po'latlar

Tasmali (GOST 103-2006)	
Qalinligi, mm	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 36; 40
Yeni, mm	50; 60; 70; 75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200
Keng universal varaqli (GOST 82-70*)	
Qalinligi, mm	6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 36; 40; 45; 50; 55; 60
Yeni, mm	200; 210; 220; 240; 250; 260; 280; 300; 320; 340; 360; 380; 400; 420; 450; 480; 500; 530; 560; 600; 630; 650; 670; 700; 750; 800; 850; 900; 950; 1000; 1050

Qalinligi, mm	Yeni, mm
6; 7	1100; 1250; 1400; 500; 1600; 1800
8; 9; 10; 11; 12	1100; 1250; 1400; 1500; 1600; 1800; 2000; 2200; 2500
14; 16; 18; 20; 22; 25	1100; 1250; 1400; 1500; 1600; 1800; 2000; 2200
28; 30; 32; 36; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100	1250; 1400; 1500; 1600; 1800; 2000; 2200; 2500

Jadval 8.2

Teng yonli burchakliklar (GOST 8509-93)

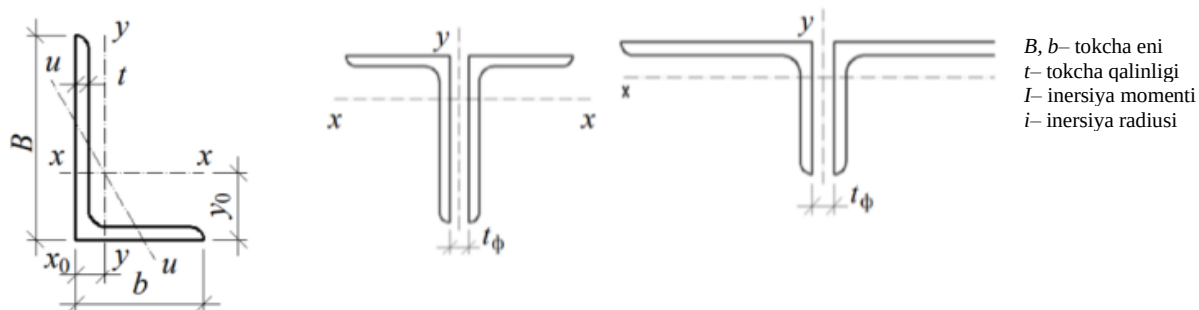
 b – tokcha eni t – tokcha qalinligi J – inersiya momenti i – inersiya radiusi

Burchaklik o'lchamlari, mm		Kesim yuzasi, A, sm	Birlik vazni, kg/m	z_0 , sm	$x-x$ o'qi		x_0-x_0 o'qi		u_0-u_0 o'qi		i_y -juft burchakliklarning inersiya radiuslari t -fasonka		
b	t				J_x , sm ⁴	i_x , sm	I_x , sm ⁴	i_{x0} , sm	J_y , sm ⁴	i_{y0} , sm	10	12	14
50	5	4,8	3,77	1,42	11,2	1,53	17,8	1,92	4,63	0,98	2,45	2,53	2,61
56	5	5,41	4,25	1,57	16	1,72	25,4	2,16	6,59	1,1	2,69	2,77	2,85
63	5	6,13	4,81	1,74	23,1	1,94	36,6	2,44	9,52	1,25	2,69	3,04	3,12
	6	7,28	5,72	1,78	27,1	1,93	42,9	2,43	11,2	1,24	2,99	3,06	3,14

70	5	6,86	5,38	1,9	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	3,23	3,3	3,38
	6	8,15	6,39	1,94	37,6	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	3,25	3,33	3,4
75	5	7,39	5,8	2,02	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	3,42	3,49	3,57
	6	8,78	6,89	2,06	46,5	2,30	73,9	2,90	19,3	1,48	3,44	3,52	3,6
80	6	9,38	7,36	2,19	57	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	3,65	3,72	3,8
	7	10,8	8,51	2,23	65,3	2,45	104	3,09	27	1,58	3,67	3,75	3,82
90	7	12,3	9,64	2,47	94,3	2,77	150	3,49	38,9	1,78	4,06	4,13	4,21
100	7	13,8	10,8	2,71	131	3,08	207	3,88	54,2	1,98	4,45	4,52	4,6
	8	15,6	12,2	2,75	147	3,07	233	3,87	60,9	1,98	4,47	4,54	4,62
	10	19,2	15,1	2,83	179	3,05	284	3,84	74,1	1,96	4,52	4,59	4,67

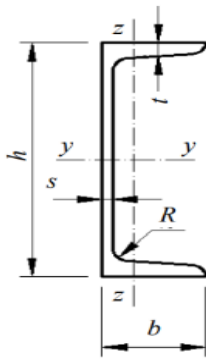
Jadval 8.3

Teng yonli bo'lmagan burchakliklar (GOST 8510-86*)



Burchaklik o'lchamlari, mm			Kesim yuzasi, A, sm	Birlik vazni, kg/m	Og'irlik markazidan uzoqligi, sm		$x-x$ o'qi, sm	$y-y$ o'qi, sm	$u-u$ o'qi, sm	i_y -juft burchakliklarning inersiya radiuslari t -fasonka qalinligida, mm			i_y -juft burchakliklarning inersiya radiuslari t -fasonka qalinligida, mm		
B	b	t			U_0	X_0	i_x	i_y	i_u	10	12	14	10	12	14
75	50	5	6,11	4,79	2,39	1,17	2,39	1,43	1,09	2,2	2,28	2,36	3,75	3,83	3,9
90	56	6	8,54	6,7	2,95	1,28	2,88	1,58	1,22	2,38	2,45	2,53	4,49	4,57	4,65
100	63	6	9,59	7,53	3,23	1,42	3,2	1,79	1,38	2,62	2,7	2,77	4,92	4,99	5,07
		7	11,1	8,7	3,28	1,46	3,19	1,78	1,37	2,64	2,72	2,78	4,95	5,02	5,1
110	70	8	13,9	10,9	3,61	1,64	3,51	1,98	1,52	2,92	2,99	3,07	5,41	5,49	5,56
125	80	8	16	12,5	4,05	1,84	4	2,28	1,75	3,27	3,34	3,41	6,06	6,13	6,21
		10	19,7	15,5	4,14	1,92	3,98	2,26	1,74	3,31	3,37	3,46	6,11	6,19	6,27
140	90	8	18	14,1	4,49	2,03	4,49	2,58	1,98	3,61	3,69	3,76	6,72	6,79	6,86
		10	22,2	17,5	4,58	2,12	4,47	2,56	1,96	3,67	3,74	3,82	6,77	6,84	6,92
160	100	9	22,9	18	5,19	2,23	5,15	2,85	2,2	3,95	4,02	4,09	7,67	7,75	7,82
		10	25,3	19,8	5,23	2,28	5,13	2,84	2,19	3,97	4,04	4,12	7,69	7,77	7,84
		12	30	23,6	5,32	2,36	5,11	2,82	2,18	4,02	4,09	4,16	7,74	7,82	7,9
180	110	10	28,3	22,2	5,88	2,44	5,8	3,12	2,42	4,29	4,36	4,43	8,62	8,7	8,77
		12	33,7	26,4	5,97	2,52	5,77	3,1	2,4	4,33	4,4	4,47	8,67	8,75	8,82
200	125	11	34,9	27,4	6,5	2,79	6,45	3,58	2,75	4,86	4,93	5	9,51	9,59	9,66
		12	37,9	29,7	6,54	2,83	6,43	3,57	2,74	4,88	4,95	5,02	9,54	9,62	9,68
		14	43,9	34,4	6,62	2,91	6,41	3,54	2,73	4,92	4,99	5,06	9,58	9,65	9,73
		16	49,8	39,1	6,71	2,99	6,38	3,52	2,72	4,95	5,03	5,1	9,63	9,7	9,78

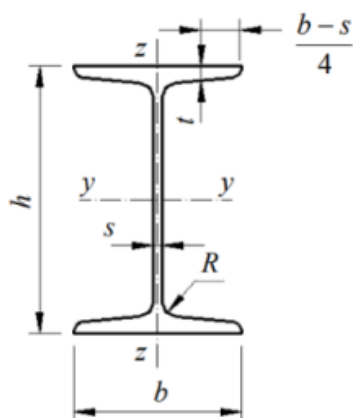
Shvellerlar (GOST 8240-97)



Jadval 8.4

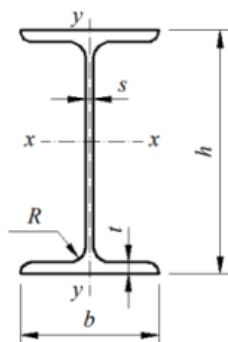
Shveler №	O‘lchamlar, mm					Pq, kg/m	A, sm ²	O‘qlar to‘g‘risida ma’lumot						z ₀
	h	b	5	t	R			X - X			U-U			
								J _x , sm ⁴	W _x , sm ³	i _x , sm	J _y , sm ⁴	W _y , sm ³	i _y , sm	
10	100	46	4,5	7,6	7	8,59	10,9	174	34,8	3,99	20,4	6,4	1,37	1,44
12	120	52	4,8	7,8	7,5	10,40	13,3	304	50,6	4,78	31,2	8,5	1,53	1,54
14	140	58	4,9	8,1	8	12,30	15,6	491	70,2	5,60	45,4	11,	1,7	1,67
16	160	64	5	8,4	8,5	14,20	18,1	747	93,4	5,42	63,3	13,8	1,87	1,8
18	180	70	5,1	8,7	9	16,30	20,7	1090	121,0	7,24	86,0	17,0	2,04	1,94
20	200	76	5,2	9	9,5	18,40	23,4	1520	152,0	8,07	113,0	20,5	2,2	2,07
22	220	82	5,4	9,5	10	21,0	26,7	2110	192,0	8,89	151,0	25,1	2,37	2,21
24	240	90	5,6	10	10,5	24,0	30,6	2900	242,0	9,73	208,0	31,6	2,6	2,42
27	270	95	6	10,5	11	27,70	35,2	4160	308,0	10,90	262,0	37,3	2,73	2,47
30	300	100	6,5	11	12	31,80	40,5	5810	387,0	12,0	327,0	43,6	2,84	2,52
33	330	105	7	11,7	13	36,50	46,5	7980	484,0	13,10	410,0	51,8	2,97	2,59
36	360	110	7,5	12,6	14	41,90	53,4	10820	601,0	14,20	513,0	61,7	3,1	2,68
40	400	115	8	13,5	15	48,30	61,5	15220	761,0	15,70	642,0	73,4	3,23	2,75

Qo'shtavrlar (GOST 8239-89)



Jadval 8.5

Qo'shtav r №	O'lchamlar, mm					q , kg/m	A, sm ²	O'qlar to'g'risida ma'lumot						I _z
	h	b	s	t	R			x-x			y-y			
								I _x , sm ⁴	W _x , sm ³	i _x , sm	I _y , sm ⁴	W _y , sm ³	i _y , sm	
10	100	55	4,5	7,2	7	9,46	12	198	39,7	4,06	17,9	6,49	1,22	2,28
12	120	64	4,8	7,3	7,5	11,5	14,7	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38	2,88
14	140	73	4,9	7,5	8	13,7	17,4	572	81,7	5,73	41,9	11,5	1,55	3,59
16	160	81	5	7,8	8,5	15,9	20,2	873	109	6,57	58,6	14,5	1,70	4,46
18	180	90	5,1	8,1	9	18,4	23,4	1290	143	7,42	82,6	18,4	1,88	5,60
20	200	100	5,2	8,4	9,5	21	26,8	1840	184	8,28	115	23,1	2,07	6,92
22	220	110	5,4	8,7	10	24	30,6	2550	232	9,13	157	28,6	2,27	8,60
24	240	115	5,6	9,5	10,5	27,3	34,8	3460	289	9,97	198	34,5	2,37	11,1
27	270	125	6	9,8	11	31,5	40,2	5010	371	11,2	260	41,5	2,54	13,6
30	300	135	6,5	10,2	12	36,5	46,5	7080	472	12,3	337	49,9	2,69	17,4
33	330	140	7	11,2	13	42,2	53,8	9840	597	13,5	419	59,9	2,79	23,8
36	360	145	7,5	12,3	14	48,6	61,9	13380	743	14,7	516	71,1	2,89	31,4
40	400	155	8,3	13	15	57	72,6	19062	953	16,2	667	86,1	3,03	40,6
45	450	160	9	14,2	16	66,5	84,7	27696	1231	18,1	808	101	3,09	54,7
50	500	170	10	15,2	17	78,5	100	39727	1589	19,9	1043	123	3,23	75,4
55	550	180	11	16,5	18	92,6	118	55962	2035	21,8	1356	151	3,39	100
60	600	190	12	17,8	20	108	138	78806	2560	23,6	1725	182	3,54	135



Parallel tokchali to'sinbob qo'shtavrlar (GOST 26020-83

)

Jadval 8.6

Qo'shta vr №	Birlik vazni, kg/m	O'lchamlar, mm					Kesim yuzasi, A, sm ²	O'qlar to'g'risida ma'lumot						
		h	b	s	t	R		X - X				Y - Y		
								I _x , sm ⁴	W _x , sm ³ ,	S _x , sm ³	i _x , sm	I _y , sm ⁴	W _y , sm ³	i _y , sm
Normal qo'shtavr														
10B1	8,1	100,0	55	4,1	5,7	7	10,32	171	34,2	19,7	4,07	16,9	5,8	1,24
12B1	8,7	117,6	64	3,8	5,1		11,03	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7	1,42
12B2	10,4	120,0	64	4,4	6,3		13,21	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45
14B1	10,5	137,4	73	3,8	5,6		13,39	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10	1,65
14B2	12,9	140,0	73	4,7	6,9	9	16,43	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65
16B1	12,7	157,0	82	4	5,9		16,18	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83
16B2	15,8	160,0	82	5	7,4		20,09	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84
18B1	15,4	177,0	91	4,3	6,5		19,58	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18	2,04
18B2	18,8	180,0	91	5,3	8	12	23,95	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05
20B1	22,4	200,0	100	5,6	8,5		28,49	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23
23B1	25,8	230,0	110	5,6	9		32,91	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47
26B1	28	268,0	120	5,8	8,5		35,62	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63
26B2	31,2	261,0	120	6	10	15	39,70	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70
30B1	32,9	296,0	140	5,8	8,5		41,92	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05
30B2	36,6	299,0	140	6	10		46,67	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13
35B1	38,9	346	155	6,2	8,5		49,53	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27
35B2	43,3	349	155	6,5	10	18	55,17	11050	662,2	373,0	14,47	622,9	80,4	3,36
40B1	48,1	392	165	7	9,5		61,25	15750	803,6	456	16,03	714,9	86,7	3,42
40B2	54,7	396	165	7,5	11,5		69,72	18530	935,7	529,7	16,30	865	104,8	3,52
45B1	59,8	443	180	7,8	11		76,23	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,	119,3	3,75
45B2	67,5	447	180	8,4	13	21	85,96	28870	1291,9	732,9	18,32	1269	141	3,84
50B1	73,0	492	200	8,8	12		92,98	37160	1511	860,4	19,99	1606	160,6	4,16
50B2	80,7	496	200	9,2	14		102,80	42390	1709	970,2	20,30	1873	187,3	4,27
55B1	89	543	220	9,5	13,5		113,37	55680	2051	1165	22,16	2404	218,6	4,61
55B2	97	547	220	10	15,5	24	124,75	62790	2296	1302	22,43	2760	250,9	4,70
60B1	106,2	593	230	10,5	15,5		135,26	78760	2656	1512	24,13	3154	274,3	4,83
60B2	115,6	597	230	11	17,5		147,30	87640	2936	1669	24,39	3561	309,6	4,92
70B1	129,3	691	260	12	15,5		164,70	12593	3645	2095	27,65	4556	350,5	5,26
70B2	144,2	697	260	12,5	18,5	26	183,60	14591	4187	2393	28,19	5437	418,3	5,44
80B1	159,5	791	280	13,5	17		203,20	19950	5044	2917	31,33	6244	446,0	5,54
80B2	177,9	798	280	14	20,5		226,60	23220	5820	3343	32,01	7527	537,6	5,76
90B1	194	893	300	15	18,5		30	247,10	30440	6817	3964	35,09	8365	557,6
90B2	213,8	900	300	15,5	22	272,40		34920	7760	4480	35,80	9943	662,8	6,04
100B1	230,6	990	320	16	21		293,82	44600	9011	5234	38,96	11520	719,9	6,26

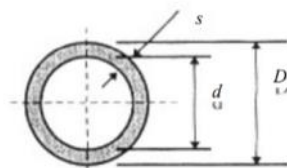
100B2	258,2	998	320	17	25		328,90	51640	10350	5980	39,62	13710	856,9	6,46
-------	-------	-----	-----	----	----	--	--------	-------	-------	------	-------	-------	-------	------

Jadval davomi

100B3	285,7	1006	320	18	29		364,0	59770	11680	6739	40,18	15900	993,9	6,61
100B4	314,5	1013	320	19,5	32,5		400,60	65540	12940	7470	40,45	17830	1114,3	6,67
Keng tokchali qo'shtavrlar														
20Sh1	30,6	196	193	6	9	13	38,95	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61
23Sh1	36,2	226	155	6,5	10	14	46,06	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67
26Sh1	42,7	251	180	7	10	16	54,37	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23
26Sh2	49,2	255	180	7,5	12		62,73	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31
30Sh1	53,6	291	200	8	11	18	68,31	10400	715	398	12,34	1470	147,0	4,64
30Sh2	61	295	200	8,5	13		77,65	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73
30Sh3	68,3	299	200	9	15		87	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80
35Sh1	75,1	338	250	9,5	12,5	20	95,67	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84
35Sh2	82,2	341	250	10,0	14		104,74	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90
35Sh3	91,3	345	250	10,5	16		116,30	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99
40Sh1	96,1	388	300	9,5	14	22	122,40	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18
40Sh2	111,1	392	300	11,5	16		141,60	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14
40Sh3	123,4	396	300	12,5	18		157,20	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18
50Sh1	114,4	484	300	11	15	26	145,7	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81
50Sh2	138,7	489	300	14,5	17,5		176,6	75530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69
50Sh3	156,4	495	300	15,5	20,5		199,2	84200	3402	1923	20,56	9520	617	6,81
50Sh4	174,1	501	300	16,5	23,5		221,7	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92
60Sh1	142,1	580	320	12	17	28	181,1	10730	3701	2068	24,35	9302	581	7,17
60Sh2	176,9	587	320	15	20,5		225,3	13180	4490	2544	24,19	11230	702	7,06
60Sh3	205,5	595	320	18	24,5		261,8	15690	5273	2997	24,48	13420	839	7,16
60Sh4	234,2	603	320	20	28,5		298,34	18250	6055	3455	24,73	15620	976	7,23
70Sh1	169,9	683	320	13,5	19	30	216,4	17200	5036	2843	28,19	10400	650	6,93
70Sh2	197,6	691	320	15	23		251,7	20550	5949	3360	28,58	12590	787	7,07
70Sh3	235,4	700	320	18	27,5		299,8	24710	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
70Sh4	268,1	708	320	20,5	31,5		341,6	28440	8033	5498	28,85	17270	1079	7,11
Ustunbob qo'shtavrlar														
20K1	41,5	195	200	6,5	10	13	52,82	3820	392	216	8,50	1334	133	5,03
20K2	46,9	198	200	7	11,5	13	59,7	4422	447	247	8,61	1534	153	5,07
23K1	52,2	227	240	7	10,5	14	66,51	6589	580	318	9,95	2421	202	6,03
23K2	59,5	230	240	8	12	14	75,77	7601	661	365	10,02	2766	231	6,04
26K1	65,2	255	260	8	12	16	83,08	10300	809	445	11,14	3517	271	6,51
26K2	73,2	258	260	9	13,5	16	93,19	11700	907	501	11,21	3957	304	6,52
26K3	83,1	262	260	10	15,5	16	105,90	13560	1035	576	11,32	4544	349	6,55
30K1	84,8	396	300	9	13,5	18	108,0	18110	1223	672	12,95	6079	405	7,50
30K2	96,3	300	300	10	15,5	18	122,7	20930	1395	771	13,06	6980	465	7,54
30K3	108,9	304	300	11,5	17,5	18	138,72	23910	1573	874	13,12	7881	525	7,54
35K1	109,7	343	350	10	15,0	20	139,7	31610	1843	1010	15,04	10720	613	8,76
35K2	125,9	348	350	11	17,5	20	160,4	37090	2132	1173	15,21	12510	715	8,83
35K3	144,5	353	350	13	20,0	20	184,1	42970	2435	1351	15,28	14300	817	8,81
40K1	138,0	393	400	11	16,5	22	175,8	52400	2664	1457	17,26	17610	880	10
40K2	165,6	400	400	13	20,0	22	210,96	64140	3207	1767	17,44	21350	1067	10,06
40K3	202,3	409	400	16	24,5	22	357,8	80040	3914	2180	17,62	26150	1307	10,07
40K4	242,2	419	400	19	29,5	22	308,6	98340	4694	2642	17,85	31500	1575	10,10

40K5	291,2	431	400	23	35,5	22	371,0	12157	5642	3217	18,10	37910	1896	10,11
------	-------	-----	-----	----	------	----	-------	-------	------	------	-------	-------	------	-------

To'g'ri chokli elektr payvandlangan quvur(truba)lar (GOST 10704-91



Jadval 8.7

O'lchamlar, mm		Birlik vazni, kg/m	Kesim yuzasi, A, sm ²	Inersiya radiusi, sm	O'lchamlar, mm		Birlik vazni, kg/m	Kesim yuzasi, A, sm ²	Inersiya radiusi, sm
D	S				D	S			
63,5	3,5	5,2	6,6	2,1	168	5,0	20,1	25,6	5,8
	3,8	5,6		2,1		5,5	22,0	28,1	5,8

70	3,5	5,7	7,3	2,4	219	6,0	24,0	30,5	5,7
	3,8	6,2	7,9	2,4		7,0	27,8	35,4	5,7
	4,0	6,5	8,3	2,3		5,0	26,4	33,6	7,6
76	4,0	7,1	9,0	2,6		6,0	31,5	40,2	7,5
	4,5	7,9	10,1	2,5		7,0	36,6	46,6	7,5
	5,0	8,8	11,1	2,5		8,0	41,6	53,0	7,5
	5,5	9,6	12,2	2,3		9,0	46,6	59,4	7,4
89	4,0	8,4	10,7	3,0		10,0	51,5	65,6	7,4
	4,5	9,4	11,9	3,0		12,0	61,3	78,0	7,3
	5,0	10,4	13,2	3,0	273	7,0	45,9	58,5	9,4
	5,5	11,3	14,4	3,0		8,0	52,3	66,6	9,4
102	4,0	9,7	12,3	3,5	325	7,0	54,9	69,9	11,2
	4,5	10,8	13,8	3,5		8,0	62,5	79,6	11,2
	5,0	12,0	15,2	3,4		9,0	70,1	89,3	11,2
108	4,0	10,3	13,1	3,7	426	6,0		79,2	14,9
	4,5	11,5	14,6	3,7		7,0	62,1	92,1	14,8
	5,0	12,7	16,2	3,7		8,0	72,3	105,0	14,8
	5,5	13,9	17,7	3,6		9,0	82,5	118,0	14,8
114	4,5	12,2	15,5	3,9		10,0	92,1	102,6	14,7
	5,0	13,4	17,1	3,9	530	9,0	115,6	147,0	18,4
	5,5	14,7	18,8	3,8		10,0	128,2	163,0	18,4
						11,0	140,8	179,0	18,4
127	4,5	13,6	17,3	4,3		12,0	153,3	197,0	18,3
	5,0	15,0	19,2	4,3	630	7,0	107,5	137,0	22,0
	5,5	16,5	21,0	4,3		8,0	122,7	153,0	22,0
133	4,5	14,3	18,2	4,6		9,0	137,8	175,0	22,0
	5,0	15,8	20,1	4,5		10,0	152,9	195,0	21,9
	5,5	17,3	22,0	4,5		11,0	167,9	214,0	21,9
152	4,5	16,4	20,8	5,2		12,0	182,9	233,0	21,8
	5,0	18,1	23,1	5,2					
	5,5	19,9	25,3	5,2					

Kvadrat quvur(truba)larning qisqartirilgan sortamenti. GOST 30245-2003

Jadval 8.8

h	b	t	Kundalang kesim yuzi, A, sm ²	Geometrik xarakteristikalar			Vazni , kg/m
Profil, mm							
				I_x, I_y , sm ⁴	W_x, W_y , sm ³	i_x, i_y sm	
40	40	3,0	4,21	9,31	4,65	1,49	3,30
		3,5	4,79	10,26	5,13	1,46	3,76
		4,0	5,35	11,05	5,52	1,44	4,20
50	50	3,0	5,41	19,45	7,78	1,90	4,25
		3,5	6,19	21,70	8,68	1,87	4,86
		4,0	6,95	23,70	9,48	1,85	5,45
60	60	3,0	6,61	35,11	11,70	2,31	5,19
		3,5	7,59	39,50	13,17	2,28	5,96
		4,0	8,55	43,50	14,50	2,26	6,71
70	70	3,0	7,81	57,50	16,43	2,71	6,13
		3,5	8,99	65,05	18,59	2,69	7,06
		4,0	10,15	72,06	20,59	2,66	7,97
80	80	3,0	9,01	87,81	21,95	3,12	7,07
		3,5	10,39	99,75	24,94	3,10	8,16
		4,0	11,75	111,0	27,74	3,07	9,22
		3,0	10,21	127,2	28,28	3,53	8,01
90	90	3,5	11,79	145,0	32,22	3,51	9,26
		4,0	13,35	161,8	35,96	3,48	10,48
100	100	3,0	11,41	177,0	35,40	3,94	8,96
		3,5	13,19	202,2	40,44	3,91	10,36
		4,0	14,95	225,1	45,02	3,88	11,73
120	120	3,0	13,81	312,3	52,05	4,76	10,84
		3,5	15,99	358,1	59,68	4,73	12,56
		4,0	18,15	402,2	67,03	4,71	14,25
140	140	4,0	21,35	651,5	93,07	5,52	16,76
150	150	4,0	22,95	807,7	107,7	5,93	18,01
160	160	4,0	24,55	987,0	123,4	6,34	19,27

To'g'ri burchakli quvurlarning qisqartirilgan sortamenti. GOST 30245-2003.

Jadval 8.9

h	b	t	Kundalang kesim yuzi, A, sm^2	Geometrik xarakteristikalar						Vazni kg/m
				I_x, sm^4	W_x, sm^3	i_x, sm	I_y, sm^4	W_y, sm^3	i_y, sm	
50	40	3,0	4,81	16,14	6,45	1,83	11,36	5,68	1,54	3,77
		3,5	5,49	17,92	7,17	1,81	12,59	6,29	1,51	4,31
		4,0	6,15	19,47	7,79	1,78	13,64	6,82	1,49	4,83
60	30	3,0	4,81	20,49	6,83	2,06	6,78	4,52	1,19	3,77
		3,5	5,49	22,74	7,58	2,03	7,45	4,97	1,16	4,31
		4,0	6,15	24,69	8,23	2,00	8,01	5,34	1,14	4,83
60	40	3,0	5,41	25,37	8,46	2,17	13,42	6,71	1,58	4,25
		3,5	6,19	28,33	9,44	2,14	14,92	7,46	1,55	4,86
		4,0	6,95	30,96	10,32	2,11	16,23	8,12	1,53	5,45
70	50	3,0	6,61	44,03	12,58	2,58	26,08	10,43	1,99	5,19
		3,5	7,59	49,57	14,16	2,55	29,27	11,71	1,96	5,96
80	40	3,0	6,61	52,24	13,06	2,81	17,52	8,76	1,63	5,19
		3,5	7,59	58,79	14,70	2,78	19,58	9,79	1,61	5,96
		4,0	8,55	64,77	16,19	2,75	21,42	10,71	1,58	6,71
80	60	3,0	7,81	70,02	17,51	2,99	44,86	14,95	2,40	6,13
		3,5	8,99	79,27	19,82	2,97	50,67	16,89	2,37	7,06
		4,0	10,15	87,87	21,97	2,94	56,05	18,68	2,35	7,97
80	70	3,0	8,41	78,92	19,73	3,06	64,23	18,35	2,76	6,60
		3,5	9,69	89,51	22,38	3,04	72,79	20,80	2,74	7,61
		4,0	10,95	99,42	24,86	3,01	80,77	23,08	2,72	8,59
90	50	3,0	7,81	81,83	18,19	3,24	32,70	13,08	2,05	6,13
		3,5	8,99	92,63	20,59	3,21	36,84	14,74	2,02	7,06
		4,0	10,15	102,7	22,82	3,18	40,63	16,25	2,00	7,97
90	60	3,0	8,41	93,19	20,71	3,33	49,73	16,58	2,43	6,60
		3,5	9,69	105,7	23,50	3,30	56,26	18,75	2,41	7,61
		4,0	10,95	117,5	26,10	3,28	62,32	20,77	2,39	8,59
		3,0	7,81	92,33	18,47	3,44	21,63	10,82	1,66	6,13
100	40	3,5	8,99	104,4	20,89	3,41	24,24	12,12	1,64	7,06
		4,0	10,15	115,7	23,13	3,38	26,60	13,30	1,62	7,97
100	50	3,0	8,41	106,4	21,29	3,56	36,02	14,41	2,07	6,60
		3,5	9,69	120,7	24,15	3,53	40,62	16,25	2,05	7,61
		4,0	10,95	134,1	26,82	3,50	44,86	17,94	2,02	8,59
100	60	3,0	9,01	120,6	24,11	3,66	54,61	18,20	2,46	7,07
100	60	3,5	10,39	137,0	27,41	3,63	61,85	20,62	2,44	8,16
		4,0	11,75	152,5	30,51	3,60	68,59	22,86	2,42	9,22
120	40	3,0	9,01	148,0	24,67	4,05	25,74	12,87	1,69	7,07
		3,5	10,39	168,1	28,01	4,02	28,91	14,45	1,67	8,16
		4,0	11,75	186,9	31,14	3,99	31,79	15,89	1,64	9,22
120	60	3,0	10,21	189,1	31,52	4,30	64,35	21,45	2,51	8,01
		3,5	11,79	215,6	35,93	4,28	73,02	24,34	2,49	9,26
		4,0	13,35	240,7	40,12	4,25	81,14	27,05	2,47	10,48
120	80	3,0	11,41	230,2	38,36	4,49	123,4	30,85	3,29	8,96
		3,5	13,19	263,1	43,85	4,47	140,7	35,18	3,27	10,36
		4,0	14,95	294,5	49,09	4,44	157,2	39,30	3,24	11,73

140	60	3,0	11,41	278,1	39,72	4,94	74,10	24,70	2,55	8,96
		3,5	13,19	317,7	45,39	4,91	84,19	28,06	2,53	10,36
		4,0	14,95	355,5	50,79	4,88	93,68	31,23	2,50	11,73
140	100	4,0	18,15	503,5	71,93	5,27	300,0	60,00	4,07	14,25
140	120	4,0	19,75	577,5	82,50	5,41	456,0	76,00	4,81	15,50
150	100	4,0	18,95	594,5	79,27	5,60	318,4	63,68	4,10	14,87
160	40	3,0	11,41	315,9	39,49	5,26	33,95	16,98	1,73	8,96
		3,5	13,19	360,5	45,07	5,23	38,23	19,12	1,70	10,36
		4,0	14,95	403,0	50,37	5,19	42,15	21,08	1,68	11,73
160	80	4,0	18,15	597,6	74,71	5,74	203,4	50,85	3,35	14,25
160	100	4,0	19,75	695,0	86,87	5,93	336,9	67,37	4,13	15,50
160	120	4,0	21,35	792,3	99,04	6,09	509,8	84,97	4,89	16,76
180	60	4,0	18,15	678,1	75,3	6,11	118,8	39,6	2,56	14,25
180	80	4,0	19,75	802,0	89,12	6,37	226,5	56,62	3,39	15,50
180	100	4,0	21,35	926,0	102,9	6,59	373,7	74,74	4,18	16,76
180	140	4,0	24,55	1174	130,4	6,91	799,5	114,2	5,71	19,27
200	40	4,0	18,15	738,6	73,86	6,38	52,52	26,26	1,70	14,25
200	80	4,0	21,35	1046	104,6	7,00	249,6	62,40	3,42	16,76
200	100	4,0	22,95	1200	120,0	7,23	410,6	82,12	4,23	18,01
200	120	4,0	24,55	1353	135,3	7,42	617,5	102,9	5,02	19,27
220	100	4,0	24,55	1519	138,1	7,87	447,4	89,49	4,27	19,27

GLOSSARIY

So'zlar va atamalar

Термины и определения

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
Avtomatik payvandlash	Автоматическая сварка	Automatic welding
Alyuminiy qotishmalari	Алюминиевые сплавы	Aluminum alloy
Arka	Арка	Arch
Arkali konstruksiyalar	Арочная конструкция	Arched structure
Ustun asosi	База колонны	Column patten
Katta ravoq	Большепролетный	Long-span
Fazoviy konstruksiya	Пространственная конструкция	Spatial construction
Tekis to'rsimon fazoviy konstruksiyalar	Плоская пространственная конструкция	Flat space design
Struktura	Структура	Structure
Qobiqli konstruksiyalar	Оболочки	Shells
Bir to'rli qobiqlar	Односетчатые оболочки	Single mesh shells
Ikki to'rli qobiqlar	Двухсетчатые оболочки	Double mesh shells
Gumbaz	Купола	Domes
Gumbazli konstruksiyalar	Пространственные купола	Spatial domes
Qovurg'ali gumbazlar	Ребристые купола	Ribbed domes
Aylana qovurg'ali gumbazlar	Ребристо кольцевые купола	Round ribbed domes
To'rsimon gumbazlar	Сетчатые купола	Mesh domes
Osma tom yopma konstruksiyalari	Конструкция висячих покрытий	Hanging cover design
Bir kamarli vantli	Однопоясные	Single-belt cable-stayed

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
tom yopma	вантовые конструкции	structures
Ikki kamarli vantli sistemalar	Двухпоясные вантовые конструкции	Double-belt cable-stayed structures
Egarsimon zo‘riqtirilgan sistemalar	Седловидные преднапряженные системы	Saddle prestressed systems
Vantli-tros	Вантовый трос	Cable
Po‘lat arqon	Стальной трос	Hawser
Po‘lat membranali qobiqlar	Мембранные оболочки	Membrane shells
Po‘lat sinch	Стальной каркас	Steel frame
Sinch turlari	Тип каркаса	Frame type
Panjarali bog‘lovchilar	Решетчатые связи	Lattice connections
Varaqsimon po‘lat konstruksiyalar	Листовые конструкция	Steel sheet structure
Rezervuarlar	Резервуары	Reservoir
Vertikal silindrik past bosimli rezervuar	Вертикально-цилиндрические резервуары с низким давлением	Vertical cylindrical reduced Pressure reservoir
Yuqori bosimli vertikal silindrik rezervuarlar	Вертикально-цилиндрические резервуары с высоким давлением	Vertical-cylindrical pressurized reservoir
Gorizontal silindrik rezervuarlar	Горизонтальные цилиндрические резервуары	Horizontally cylindrical reservoir
Sfera (sharsimon) ko‘rinishdagi rezervuarlar	Сферические шаровые резервуары	Spherical reservoirs
Gazgolderlar	Газгольдеры	Gas holders
Tekis devorli bunkerlar	Бункера с плоской стенкой	Flat wall hopper
Devori egiluvchan bunkerlar	Бункера с гибкой стенкой	Hopper with flexible wall

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
Silos	Силос	Silage
Bunker	Бункер	Bunker
Minora	Башня	Minaret
Membrana	Мембрана	Membrane
Machta	Мачта	Girder
Baland inshootlar	Высотные сооружения	High rise buildings
Unikal noyob metall konstruksiyalar	Уникальные металлические конструкции	Unique metal structures
Karkas tuguni	Узел каркаса	Frame knot
To'sin	Балка	Beam
Orayopma	перекрытие	Joist ceiling (overlapping)
Keng tokchali qo'shtavrli to'sin	Балочный широкополочный двутавр	Beamed wide I-beam
Havonsiz panjara	Безраскосная решётка	Without a diagonal web
Boltli birikma	Болтовое соединение	Bolted joint
Oddiy mustahkamli boltlar	Болты обычной прочности	Bolts of usual strength
Ustun tarmog'i	Ветвь колонны	Branch of a column
Tugunga qo'yilmagan yuk	Внеузловая нагрузка	Extranodal loading
Vaqtinchalik doimiy yuk	Временная длительная нагрузка	Temporal sustained load
Vaqtinchalik qarshilik	Временное сопротивление	Temporal resistance
Yordamchi to'sin	Вспомогательная балка	Auxiliary beam
Yuqori mustahkam boltlar	Высокопрочные болты	High-strength bolts
Tarmoq egiluvchanligi	Гибкость ветви	Flexibility of branch
Devorcha	Гибкость стенки	Flexibility of wall

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
egiluvchanligi		
Sterjen egiluvchanligi	Гибкость стержня	Flexibility of core
Bosh to'sin	Главная балка	Main beam
Bukilgan profil	Гнутый профиль	Roll-formed section
Yuk maydoni	Грузовая площадь	Cargo area
Qo'shtavr	Двутавр	I-beam, double tee
Deformasiya	Деформация	Deformation
Cho'zish diagrammasi	Диаграмма растяжения	Tension diagram
Dinamik yuk	Динамическая нагрузка	Dynamic load
Ruxsat etilgan siljish	Допускаемое перемещение	Permissible displacement
Temir-uglerod qotishmasi	Железоуглеродистые сплавы	Iron-carbon alloys
To'sin bikrligi	Жесткость балки	Stiffness of beam
Yopiq payvandlangan profil	Замкнутый гнуто-сварной профиль	Closed welded roll-formed section
Qoziqli poydevor	Свайной фундамент	Zone of thermal effect
Egiluvchi element	Изгибаемый элемент	Bending element
Egiluvchi moment	Изгибающий момент	Bending moment
Sinch	Каркас	Skeleton, framework
Urinma kuchlanish	Касательное напряжение	Tangential stress
Burchakli chok kateti	Катет углового шва	Leg of fillet weld
Qaynoq po'lat	Кипящая сталь	Effervescing steel
Po'lat sinfi	Класс стали	Class of steel
Ustun uchun keng tokchali qo'shtavr	Колонный широкополочный двутавр	Columned wide I-beam
Pog'onali	Ступенчатый	Layout of joist ceiling
Kuchlanishlar to'planishi	Концентрация напряжений	Stress concentration
Korroziya	Коррозия	Corrosion

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
Material bo'yicha ishonchlik ko'effitsiyenti	Коэффициент надежности по материалу	Reliability factor on a material
Yuk bo'yicha ishonchlik ko'effitsiyenti	Коэффициент надежности по нагрузке	Reliability factor on loading
Bo'ylama egilish ko'effitsiyenti	Коэффициент продольного изгиба	Buckling factor
Ishlash sharoiti ko'effitsiyenti	Коэффициент условий работы	Factor of working conditions
Elastik	Упругий	Weld penetration factors
Yuklar birgaligini hisobga oluvchi ko'effitsiyent	Коэффициенты сочетаний нагрузок	Combinations of loadings factors
Qisqa muddatli yuk	Кратковременная нагрузка	Short-term loading
Legirlovchi qo'shimchalar	Легирующие добавки	Alloying element
Yengil ferma	Легкая ферма	Easy truss
Varaqli po'lat	Листовая сталь	Sheet steel
Tebranish	Колебание	Oscillation
Tahlil	Анализ	Assay
Po'lat markasi	Марка стали	Steel grade
Belbog'ning mahalliy ustivorligi	Местная устойчивость пояса	Local stability of belt
Devorchaning mahalliy ustivorligi	Местная устойчивость стенки	Local stability of wall
Metall	Металл	Metal
Metall konstruksiyalar	Металлические конструкции	Metal designs (constructions)
Mexanik xususiyatlar	Механические свойства	Mechanical properties
Minimal to'sin balandligi	Минимальная высота балки	Minimum height of beam
Qoplama	Накладка	Overlay, plate
Kuchlanish	Напряжение	Tension

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
Betakror	Неповторимый	Unique
Daraja	Степень	Extent
Uzluksiz to'sinlar	Неразрезная балка	Through beam
Yuk ko'taruvchi konstruksiyalar	Несущая конструкция	Load-carrying construction
Elementning yuk ko'tarish qobiliyati	Несущая способность элемента	Bearing ability of element
Kam legirlangan po'latlar	Низколегированная сталь	Low alloyed steel
Normal kuchlanish	Нормальное напряжение	Normal stress
Normativ yuk	Нормативная нагрузка	Proof load
Me'yoriy qarshilik	Нормативное сопротивление	Proof resistance
Asosiy metall	Основной металл	Basic metal
Kesuvchi yuk	Поперечная сила	Cross force
Ko'ndalang bikrlilik qovirg'asi	Поперечное ребро жесткости	The transverse reinforcing rib
Doimiy yuk	Постоянная нагрузка	Steady (dead) load
Ferma kamari	Пояс фермы	Belt of truss
Chegaraviy holat	Предельное состояние	Limiting condition
Birinchi chegaraviy holat	Предельные состояния 1-ой группы	Limiting conditions of 1st group
Ikkinchi chegaraviy holat	Предельные состояния 2-ой группы	Limiting conditions of 2st group
Hisobiy qarshiligi	Расчетное сопротивление	Settlement resistance
Ferma panjarasi	Решетка фермы	Truss lattice
Poydevor	Фундамент	Foundation
Tortqi	Затяжка	Pull
Tarx	План	Plan
Hisobiy	Расчетные усилия	Estimated effort

Termin (uzb)	Термин (рус)	Termin (angl)
zo‘riqishlar		
Dastur	Программа	Scheme
Ilova	Приложение	Annex
Yuklanish	Загрузки	Downloads
Torkich kuchi	Распорное усилие	Expanding force
Inshoot	Сооружение	Construction
Keltirilgan qalinlik	Приведённая толщина	Reduced thickness
Havo so‘ruvchi minora	Вытяжные башни	Extraction towers
Chekli element	Конечный элемент	End element
Maydoncha	Площадка	Area
Buyurtmachi	Заказчик	Customer
Panjarali ustun	Сквозная колонна	Through column
Jihozlar	Оборудование	Equipment
Me‘moriy g‘oya	Архитектурная идея	Architectural idea
Tadqiqot	Исследование	Research
Sochiluvchan	Сыпучие	Loose
Sig‘im	Объём	Volume
Maxsus	Специальный	Special
Sortament	Сортамент	Assortment
Tuzma to‘sin	Составная балка	Built-up beam
Kiritish oynasi	Окно введения	Introduction window
Ko‘prik	Мост	Bridge
Yaxlit ustun	Сплошная колонна	Solid column

ADABIYOTLAR VA ME'YORIY XUJJATLAR

Asosiy adabiyotlar:

1. **Кудишин Ю. И.** и др. Металлические конструкции. Учебник. – 12 - издание. – М.: Академия, 2010. – 680 с.
2. **Беленя Е. И.** Металлические конструкции: Специальный курс. – М.: Стройиздат, 1982. – 472 с.
3. **Мельников Н. П.** Металлические конструкции. «Справочник проектировщика». – М.: Стройиздат, 1980. – 776 с.
4. **Холмуродов Р. И., Аслиев С. А.** Металл қурилмалар. – Тошкент.: – Ўқитувчи, 1994. – 180 б.
5. **Сайдуллаев Қ. А., Шукурова К. Қ.** Металл конструкциялари. Тошкент.: – Ўқитувчи, 2008. – 176 б.
6. **Мандриков А. П.** Расчет металлических конструкций. Учебное пособие. – Санкт-Петербург.: 2012. – 408 с.
7. **Шукурова К.К.** Металл конструкциялари. – Тошкент.: 2019. – 305 б.
8. Программный комплекс «ПК ЛИРА САПР 2013». Учебное пособие. Киев – Москва.
9. **Мандриков А. П.** Примеры расчета металлических конструкций. Санк-Петербург, Москва – Краснодар.: 2012.

Qo'shimcha adabiyotlar:

1. **Беленя Е. И.** Металлические конструкции. Высшая школа. – М.: 1976 г.
2. **Лихтарников Я. М., Ладижинский Д.В., Клыков В.М.** Расчет стальных конструкций. Будівельник. – Киев.: 1994. – 386 с
3. **Копылов М. М.** Металлические конструкции одноэтажных зданий. – Томск: Изд. Том. Гос. арх-строит ун-т. 2012. – 316 с.
4. **Фридман Г. С.** Примеры расчёта стальных конструкций в ПК ЛИРА. Часть 1. Методическая указание. – Самарканд.: 2015. – 60 с.

Me'yoriy xujjatlar:

1. **ҚМҚ 2.03.05-97.** Пўлат конструкцияларини лойиҳалаш меъёрлари. – Тошкент. 1997.
2. **ShNQ 2.03.05-13.** Metall konstruksiyalari. Loyihalash me'yorlari. O'zbekiston Respublikasi Davlat Komarxitektqurilish. – Toshkent.: 2013. – 171 b.
3. **ҚМҚ 2.01.03-19.** Seysmik hududlarda qurilish. O'zbekiston Respublikasi qurilish vazirligi. – Toshkent.: 2019. – 111 b.
4. **ҚМҚ 2.01.07-96.** Юклар ва таъсирлар (Нагрузки и воздействия). Ўзбекистон Республикаси Давлат Архитектура ва Қурилиш қўмитаси. – Тошкент.: 1996. – 126 б (ўзбек т. – 1...61 б.; рус т. – 61...125 б.).

Internet resurslar:

1. [http //www.rst.ru/](http://www.rst.ru/)
2. [http //www.msu.ru/](http://www.msu.ru/)
3. [http //www.nir.ru](http://www.nir.ru)
4. [http //yet.tfi.uz/pdf/yenmcoq 22_uzk.](http://yet.tfi.uz/pdf/yenmcoq_22_uzk)
5. [https //rep.bntu.by>data>A...](https://rep.bntu.by/data/A...)

METALL KONSTRUKSIYALARI

MAXSUS KURS



DARSLIK