



**Секция Металлические
конструкции и испытания
сооружений**



metal@spbgasu.ru

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

**Часть 1:
Общие сведения**

Программа курса МК для СУЗС

Семестр	Теоретический курс	Практические занятия	Аттестация
6	Общие сведения о МК	Курсовая работа "Соединения элементов стальных конструкций"	Защита курсовой работы + экзамен
7	Расчет конструкций	Курсовой проект: "Рабочая площадка промышленного здания"	Защита курсового проекта + экзамен
8	Проектирование зданий и сооружений	Курсовой проект: "Стальной каркас промышленного здания"	Защита курсового проекта + экзамен

Программа курса МК для бакалавров

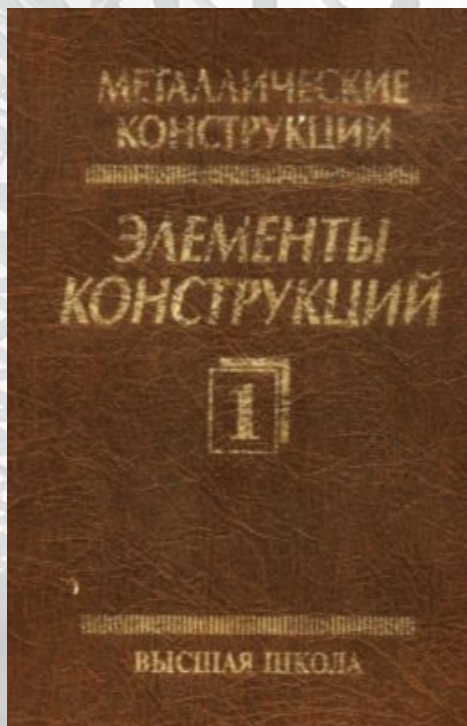
Семестр	Теоретический курс	Практические занятия	Аттестация
6	Общие сведения о МК Расчет отдельных конструкций	Курсовая работа: "Рабочая площадка промышленного здания"	Защита курсового проекта + экзамен
7	Проектирование зданий и сооружений	Курсовой проект: "Стальной каркас промышленного здания"	Защита курсового проекта + экзамен

Программа лекций по части 1

- **Общие сведения о металлических конструкциях**
История развития, достоинства и недостатки, области применения, организация проектирования
- **Общие сведения о строительных сталях**
Классификация, свойства, выбор марки стали для конструкций
- **Сортамент прокатных профилей**
- **Основы расчета металлических конструкций**
Расчет по первой и второй группам предельных состояний
- **Конструирование и расчет соединений МК**
Болтовые и сварные соединения
- **Балки и балочные клетки**
Конструирование и расчет

Учебная литература

1. **Металлические конструкции.** В 3 томах. Т.1. Элементы стальных конструкций. Под редакцией В.В. Горева 2004 г.
2. **Кудишин Ю.И., Беленя Е.И.** Металлические конструкции. М. 2006 г.
3. **Муханов К.К.** Металлические конструкции. М. 1978 г.
4. **Москалев Н.С. Пронозин Я.А.** Металлические конструкции. М. 2010 г.



Нормативная литература

Основные нормативные документы:

1. СП 16.1330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП.
2. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования (1988 г.)

МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 16.13330.2011

СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Актуализированная редакция

СНиП II-23-81*

Москва 2011

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

СНиП II-23-81*

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2005

ЦНИИСК им. КУЧЕРЕНКО
Госстроя СССР

ПОСОБИЕ

по проектированию
стальных
конструкций

(к СНиП II-23-81*)

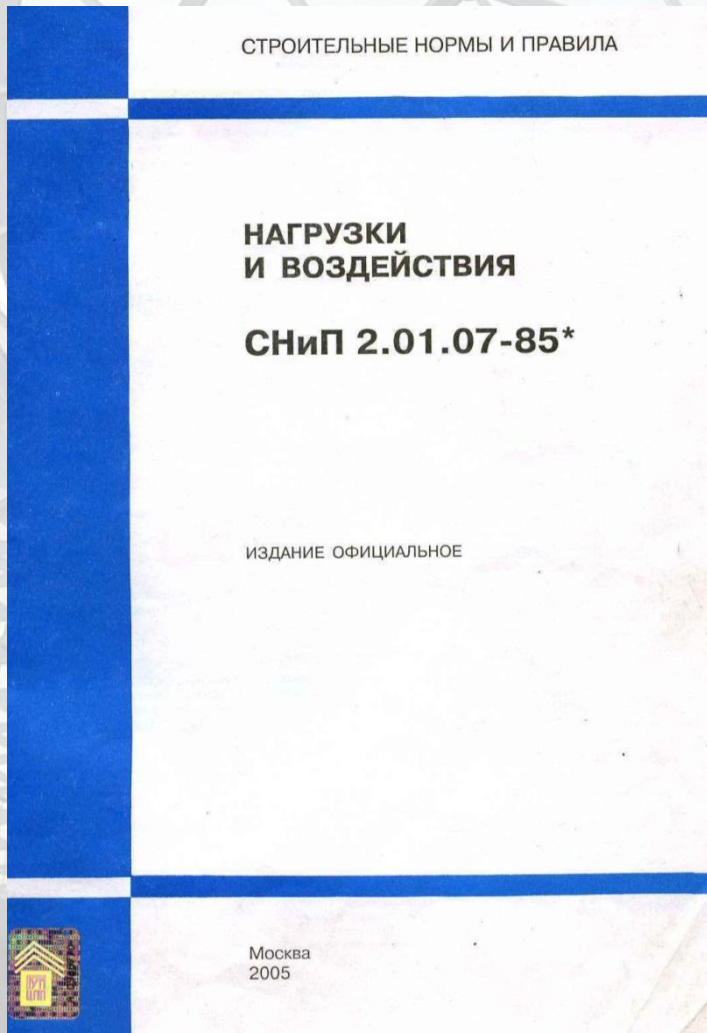
Москва

Нормативная литература

Дополнительные нормативные документы:

1. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия 2005 г.

2. СП 16.1330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП.



Справочная литература

Металлические конструкции . Справочник проектировщика. В 3 томах. Под редакцией В.В. Кузнецова 1998 г.

**СПРАВОЧНИК
ПРОЕКТИРОВЩИКА**

**Металлические
конструкции**

Том 1
Общая часть

1998

**СПРАВОЧНИК
ПРОЕКТИРОВЩИКА**

**Металлические
конструкции**

Том 2
Стальные конструкции
зданий и сооружений

1998

**СПРАВОЧНИК
ПРОЕКТИРОВЩИКА**

**Металлические
конструкции**

Том 3
Стальные сооружения, конструкции
из алюминиевых сплавов.
Реконструкция, обследование,
усиление и испытание конструкций
зданий и сооружений

1999

§1.1 Краткая история развития

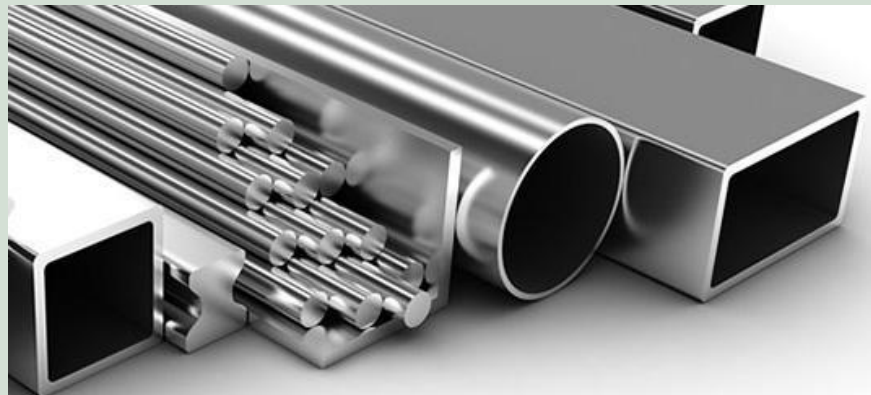
МК

Термин Металлические конструкции (МК) включает в себя 3 вида конструкций:

Стальные

Алюминиевые

Чугунные

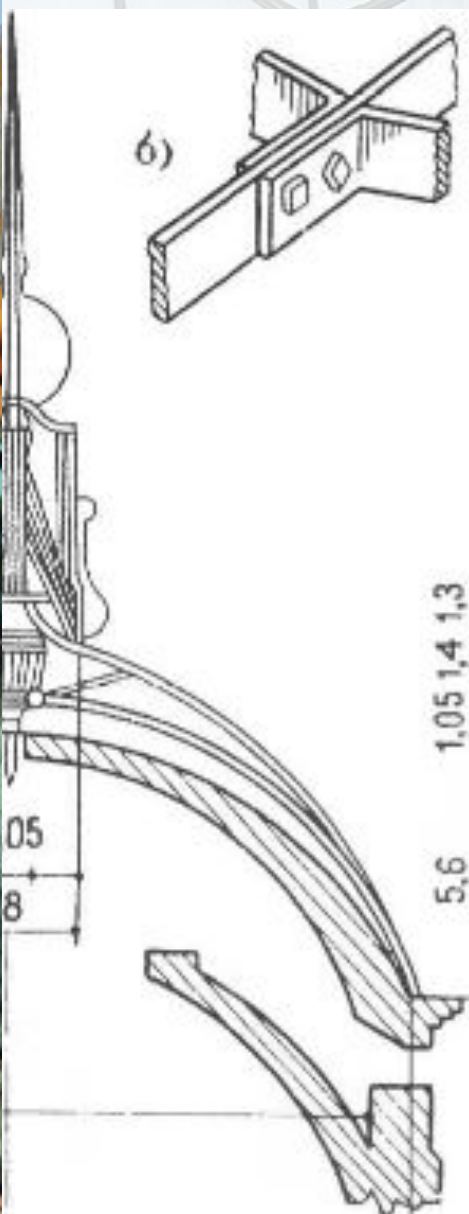


2 этапа развития МК:

1 Этап (12-19 в) – «Чугунный» - характеризуется применением чугуна в конструкциях, поскольку металлургия стали была еще не развита.

В начале этапа чугун применяется как вспомогательный элемент для каменной кладки (затяжки, скрепы).

Постепенно вместе с освоением процесса литья чугунных стержней и деталей, чугун применяется более широко в виде отдельных элементов и конструкций. Соединения элементов выполняются на замках.

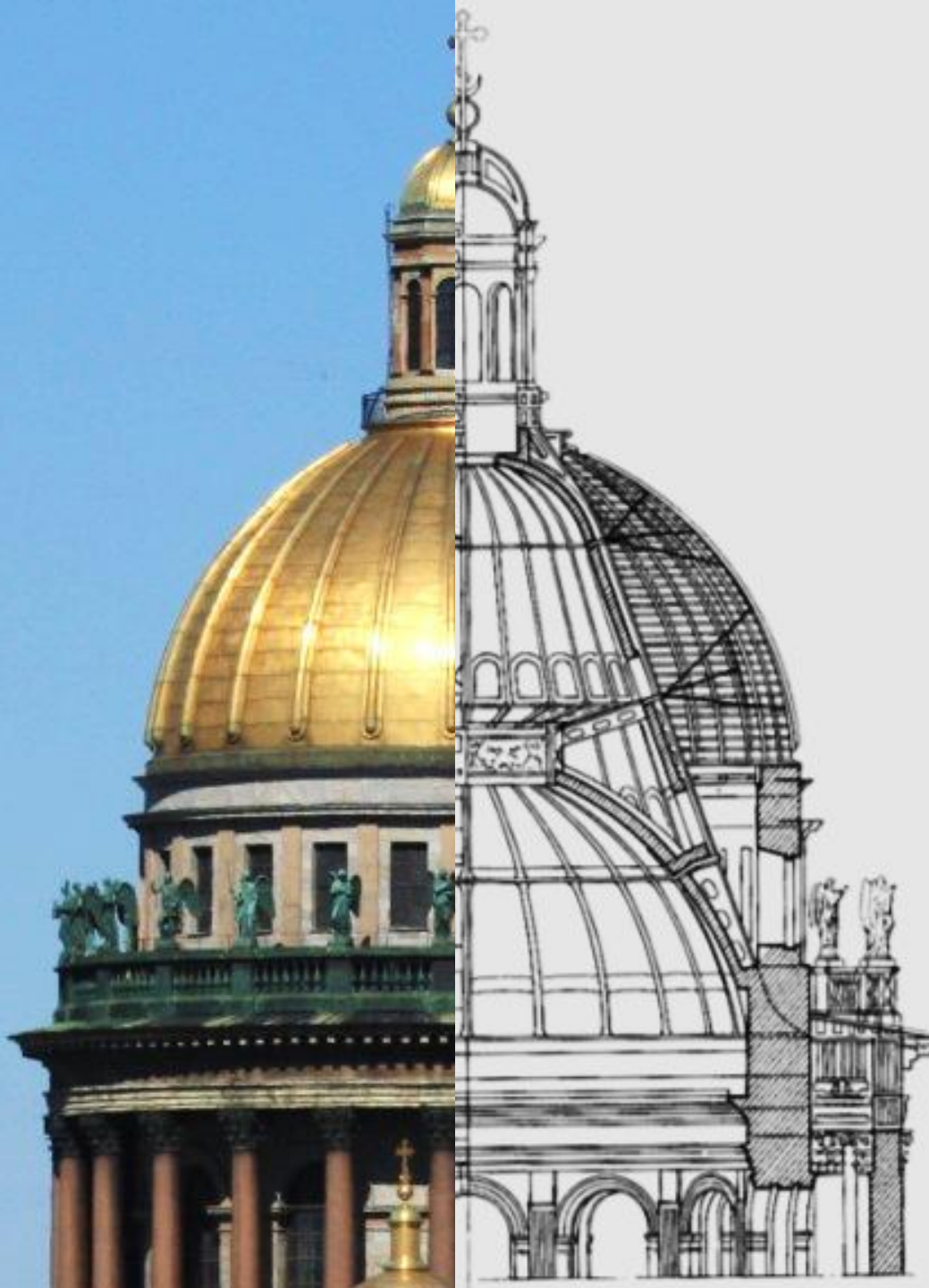


Казанский собор

Каркас купола Казанского собора пролетом 15.0 м выполнен из листовых чугунных элементов

Андрей Никифорович Воронихин





Исаакиевский собор

*каркас купола Исаакиевского собора -
уникальная чугунная конструкция*

Огюст Монферран

фр. Auguste de Montferrand



Е. А. Плюшар. Портрет архитектора
Монферрана. 1834 год.

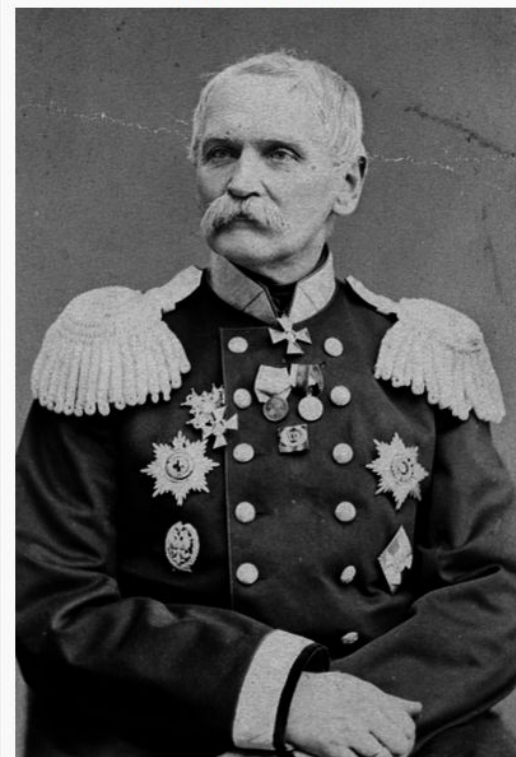
Мост лейтенанта Шмидта (Благовещенский)



Чугунный арочный мост с пролетами от 32 до 47 метров сооружён в 1843-1850 годах. Автор проекта инженер С.В. Кербедз

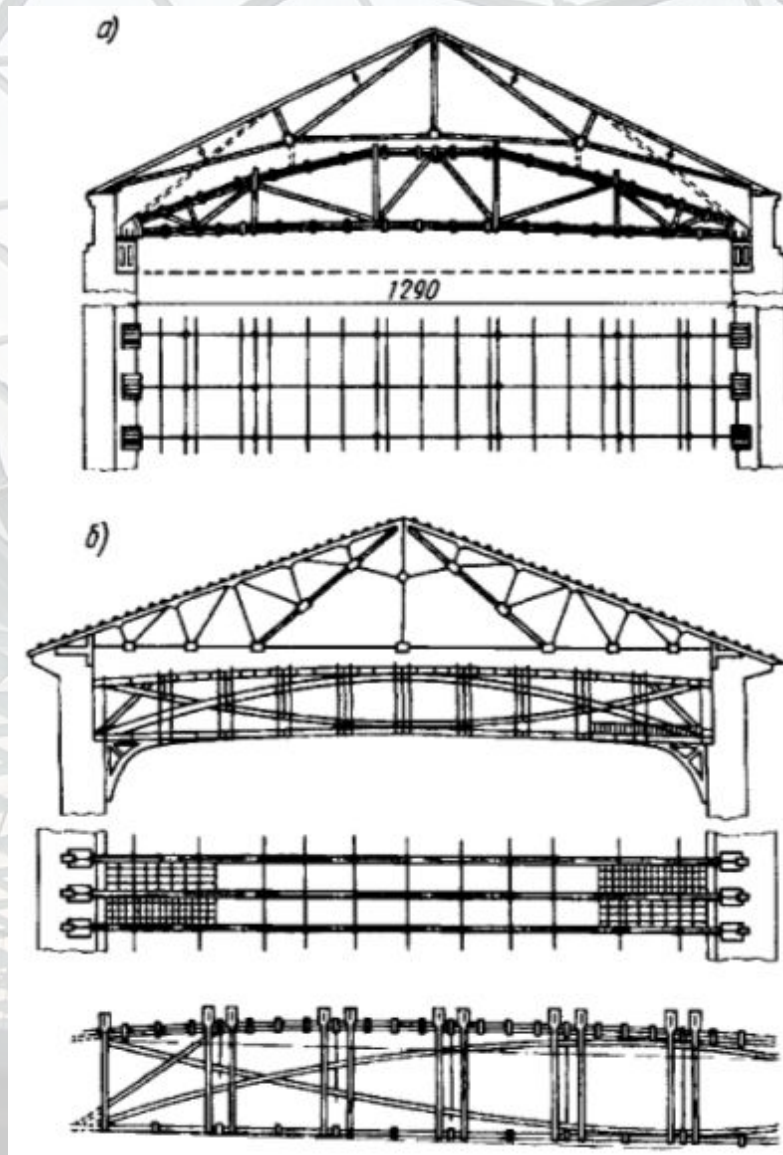
Станислав Валерианович Кербедз

Stanisław Kierbedź



Зимний дворец

Чугунные фермы пролетом до 21 м применены в конструкции покрытия



Матвей Егорович Кларк

англ. Matthew Clark



русский инженер-литейщик, управляющий
Александровским чугунолитейным заводом в
Санкт-Петербурге

Дата рождения: 1776 год

Дата смерти: 1846 год

Александринский театр

Арочные фермы пролетом 29,8 м с чугунными элементами

Карл Иванович Росси

итал. *Carlo di Giovanni Rossi*



Основные сведения

Страна **Неаполитанское королевство**

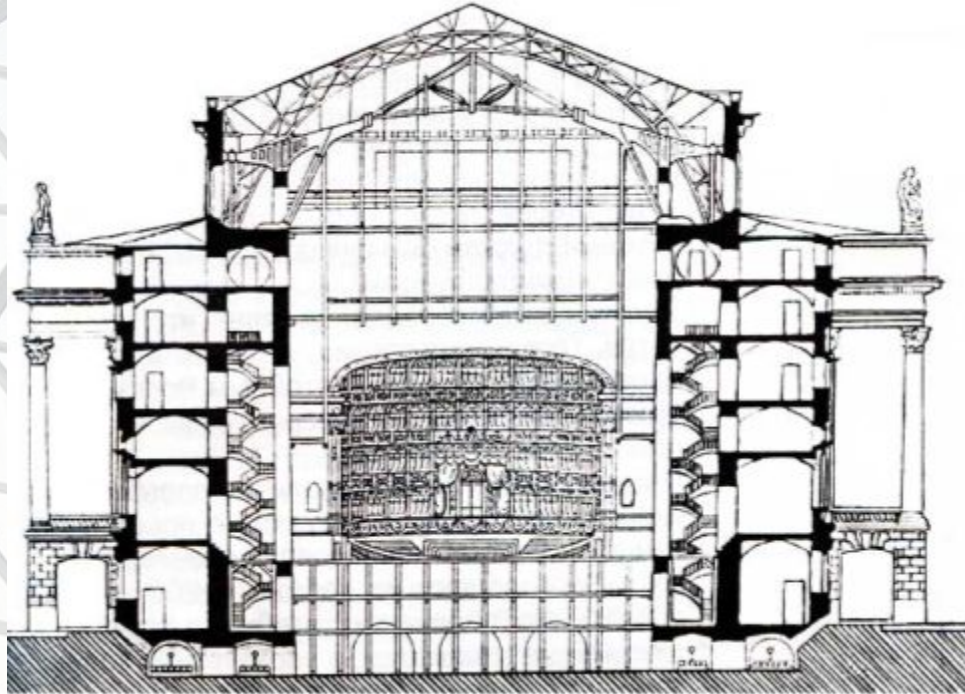
Российская империя

Дата рождения **18 (29) декабря 1775**

Место рождения **Неаполь, Неаполитанское королевство**

Дата смерти **6 (18) апреля 1849 (73 года)**

Место смерти **Санкт-Петербург, Российская империя^[1]**



Матвей Егорович Кларк

англ. *Matthew Clark*



русский инженер-литейщик, управляющий Александровским чугунолитейным заводом в Санкт-Петербурге

Дата рождения: 1776

Дата смерти: 1846

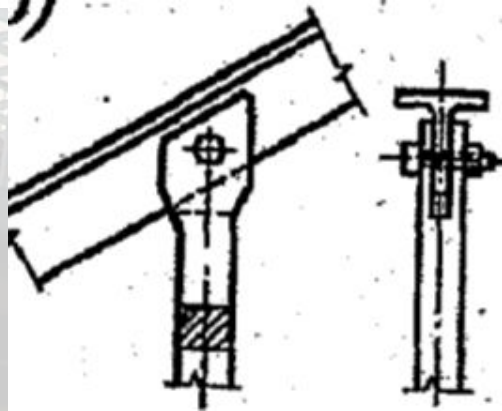
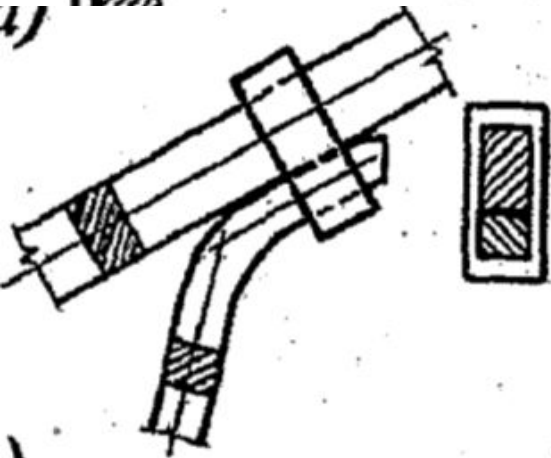
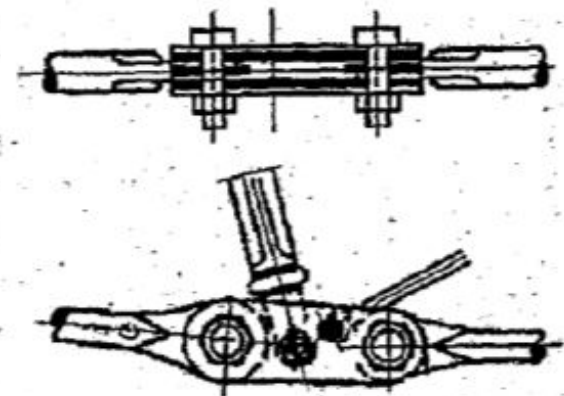
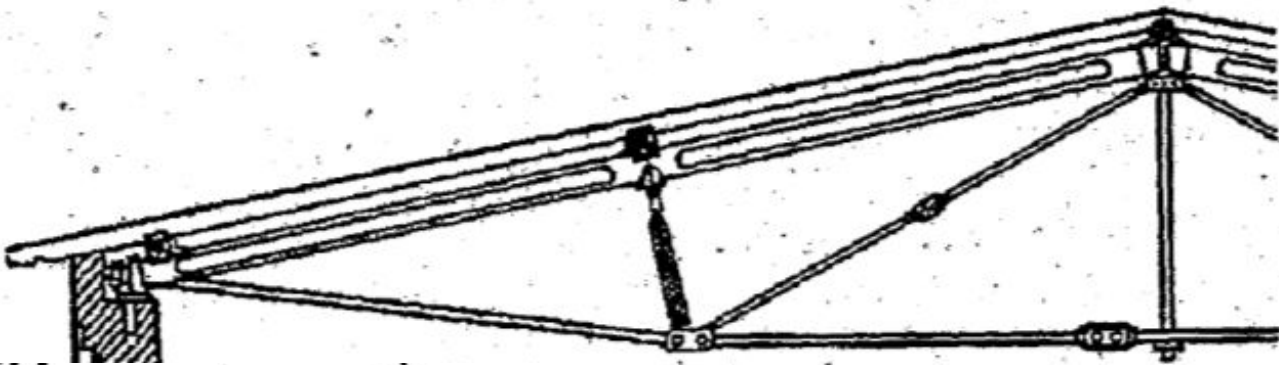
Авторы К. И. Росси и М. Е. Кларк в 1829 году впервые в истории строительства театров покрытие здания выполнили в виде металлических ферм.

Но нашлись люди, и среди них крупные специалисты, усомнившиеся в прочности ферм.

Обиженные недоверием и убежденные в надежности конструкции, зодчие написали письмо следующего содержания: «*Как я, так и г. Кларк, отвечаем честью и головой, что от упомянутой крыши не произойдет ни малейшего несчастья и что все устройство будет иметь надлежащую прочность... В случае, когда бы в упомянутом здании от устройства металлических крыш произошло какое-нибудь несчастье, то в пример для других пусть тот же час повесят меня на одной из стропил театра...*»

Соединения элементов

Развитие МК на данном этапе сдерживала проблема соединений элементов конструкций. Основными типами соединений были соединения на "замках" и болтах.

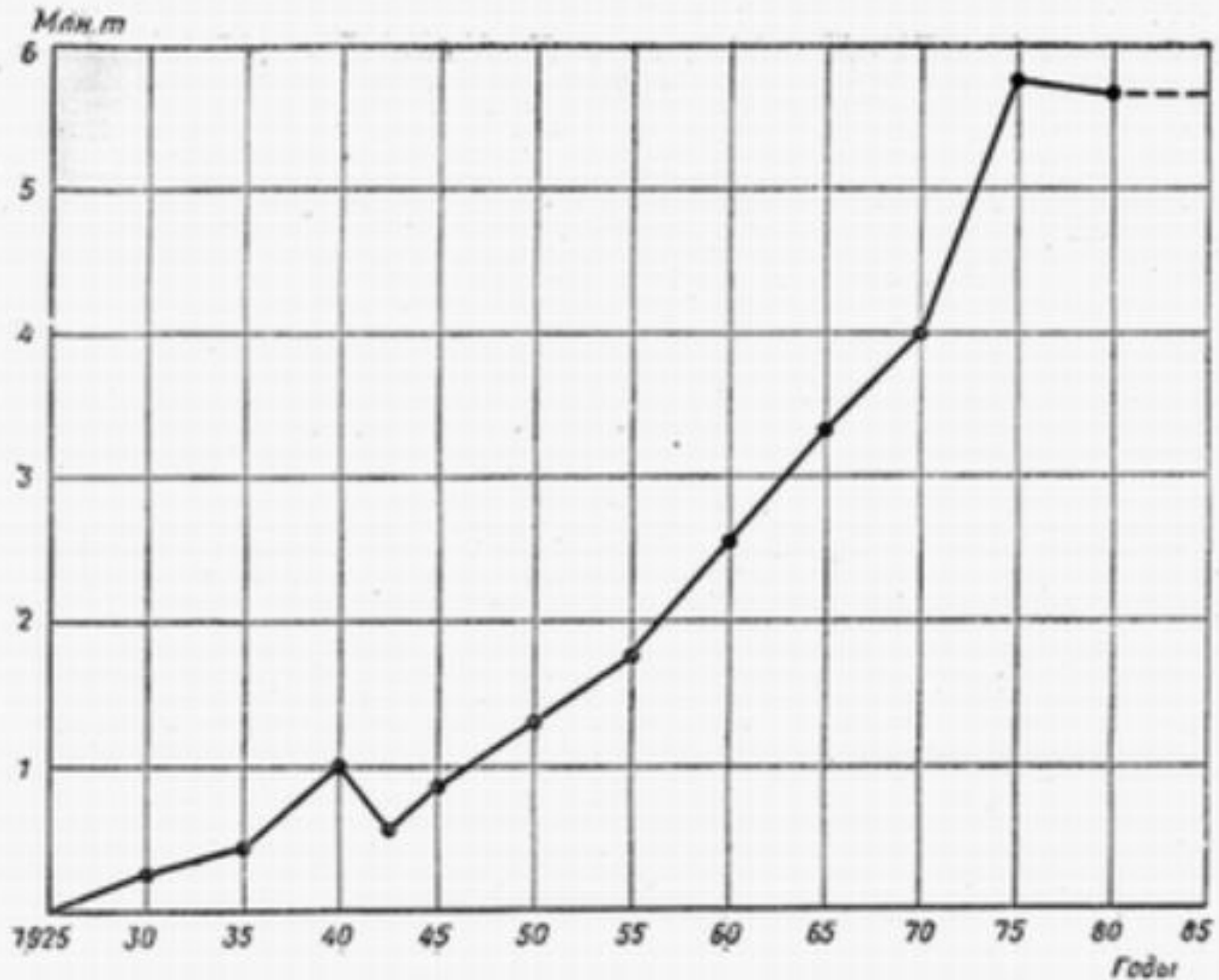


Краткая история развития МК

2 Этап развития (с 1830 по н.в.) связан с развитием металлургии стали и прогрессом в металлообработке. На этом этапе сталь полностью вытесняет чугун из строительных конструкций. Широкому развитию МК способствовали следующие обстоятельства:

- появление заклепочных соединений (1830 г).
- развитие проката листов и фасонных профилей (1840 г.).
- рост ж/д сети и связанное с этим строительство мостов и вокзальных перекрытий (1900 г.).
- открытие электросварки (1940г.), которая позволила делать конструкции более технологичными, легкими и экономичными.
- необходимость срочного восстановления промышленности в послевоенные годы (1950 г.). В 1970 году возникает дефицит стали и государство административно ограничивает применение. *Например, стальной каркас разрешалось применять в производственных зданиях пролетом более 24 м и при высоте более 18 м и при грузоподъемности кранов более 50 т. Сейчас эти ограничения сняты и стальные конструкции применяются без каких-либо ограничений.*
- Олимпиада - 80 в Москве - проектирование и строительству уникальных большепролетных сооружений (78 объектов).
- Олимпиада 2014 – Сочи.

Рост производства МК в СССР



Академик Владимир Григорьевич Шухов

Некоторые из объектов:

- Висячие сетчатые покрытия для Нижегородской выставки (1896)
- Гиперплоидная башня в Нижнем Новгороде (1896) первая в мире.
- Арочное покрытие ГУМа в Москве (1910)
- Шуховская (Шаболовская) радиобашня в Москве
- Покрытие над ж/д платформами Киевского вокзала (1914).

Владимир Григорьевич Шухов

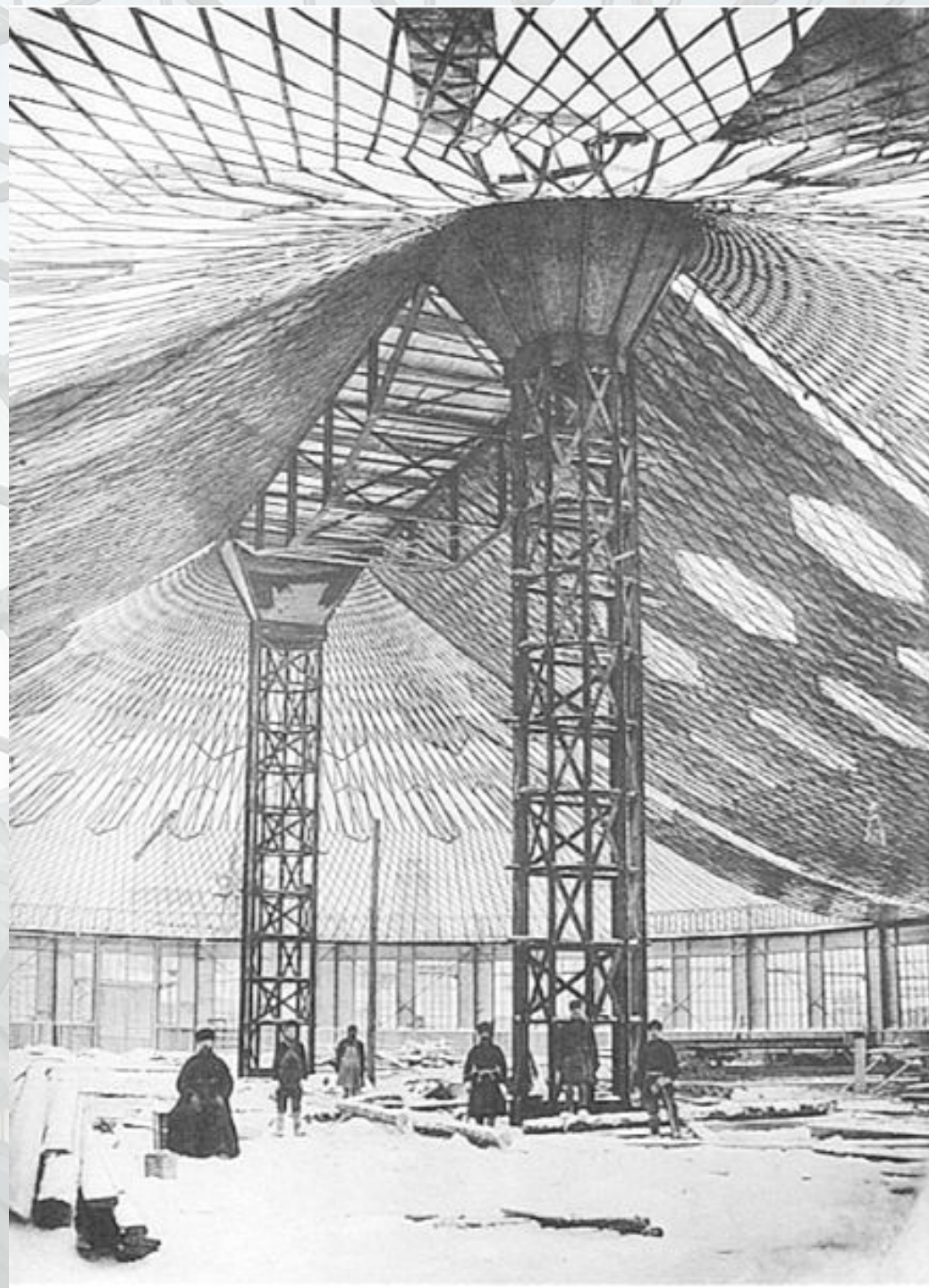
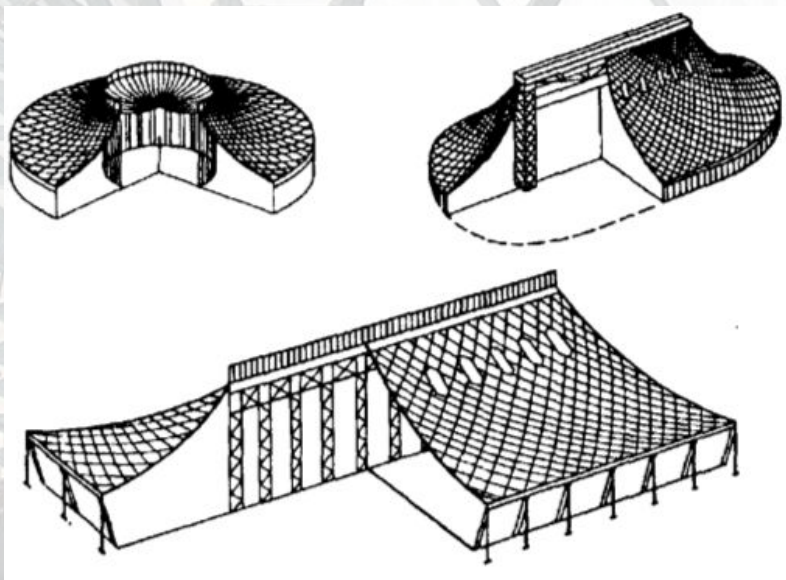


Фотография 1891 года

Дата рождения: 16 (28) августа 1853
Место рождения: Грайворон, Белгородский уезд, Курская губерния, Российская империя
Дата смерти: 2 февраля 1939^[1] (85 лет)
Место смерти: Москва, РСФСР, СССР^[1]

**Висячие сетчатые
покрытия для
Нижегородской выставки
(1896)**

Перекрываемый пролет до 32
м.





Гиперболоидная башня в Нижнем Новгороде (1896)

Водонапорная башня высотой
25 м

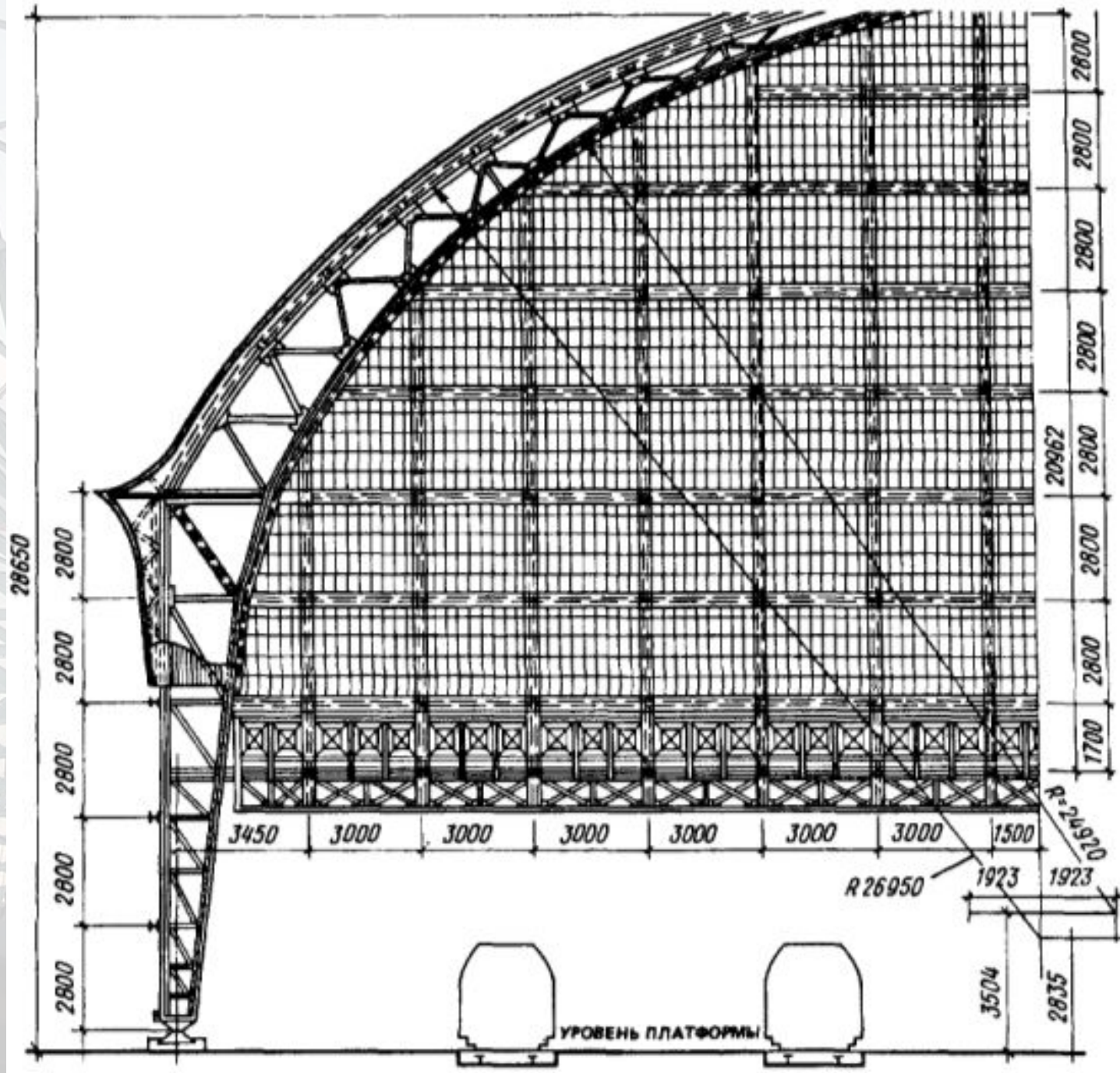




Арочный сетчатый свод покрытия ГУМа в Москве (1896)

**Шуховская (Шаболовская)
радиобашня в Москве (360 м
по проекту, 160 м - по факту)**





Киевский вокзал в Москве

Перекрываемый пролет 54 м



Киевский вокзал в Москве

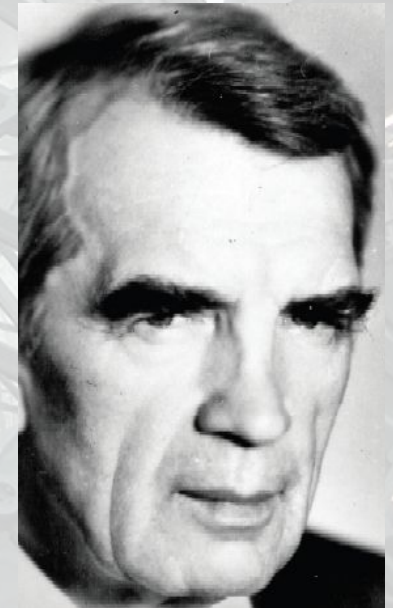
Исследователи советского времени

Профессор Стрелецкий Николай Станиславович (1885 -1967) - Большое значение для практики проектирования и строительства имеют разработанные под его руководством теоретические основы расчёта строительных конструкций по предельным состояниям (используются в настоящее время).

Д.т.н, Власов Василий Захарович (1906-1958) - всю свою научную жизнь посвятил теории тонкостенных конструкций и написал по этой теме трехтомную монографию.

Профессор Мельников Николай Прокофьевич (1908-1982) - автор более 130 крупных конструкторских работ. С1944 по 1982 руководил трестом "Проектстальконструкция", который впоследствии был переименован и стал носить его имя ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова.

Д.т.н., профессор Беленя Евгений Иванович (1913-1989) Автор одного из самых популярных учебников по МК, которые переиздается уже в 11 раз.



§1.2 Достоинства МК

Надежность. Сталь материал однородный и ее действительная работа достаточно точно соответствует теоретическим расчетным предпосылкам.

Легкость конструкций. Из используемых в настоящее время материалов для несущих конструкций (бетон, дерево), стальные конструкции являются самыми легкими. За показатель "легкости" принимают отношение плотности к прочности материала - C ,

$$C = \frac{\text{плотность}}{\text{прочность}}$$

чем оно меньше, тем относительно легче конструкция

	Бетон	Дерево	Обычная сталь	Высокопрочная сталь
C	21,4	5,4	3,2	1,7

Непроницаемость для жидкостей и газов - необходимое условие для изготовления резервуаров, газгольдеров.

Индустриальность изготовления и монтажа – сокращение до минимума ручного труда.

Ремонтопригодность. Применительно к стальным конструкциям наиболее просто решаются вопросы усиления, технического перевооружения и реконструкции. С помощью сварки можно прикрепить к элементам каркаса новое технологическое оборудование, при необходимости усилив эти элементы.

Возможность вторичного использования (металлический лом).

§1.2 Недостатки МК

Коррозия - разрушение металла вследствие химического или электрохимического воздействия с внешней средой.

Незащищенная от действия влажной среды, а иногда (что еще хуже) агрессивной среды, сталь корродирует (окисляется), что постепенно может привести к ее полному разрушению. При неблагоприятных условиях это может произойти за 3-4 года.

Повышение коррозионной стойкости стали достигается следующими способами:

- при выплавке - включением в сталь специальных легирующих элементов (атмосферостойкие стали).
- периодическим антикоррозионным покрытием конструкций (грунт, краски).
- выбором рациональной конструктивной формы (без щелей и пазух, где могут скапливаться влага и пыль).

Небольшая огнестойкость МК имеют относительно низкий предел огнестойкости.

У стали при температуре более 200 С начинает уменьшаться модуль упругости, а при температуре более 600 С сталь переходит в пластическое состояние. Повысить огнестойкость можно путем устранения непосредственного контакта конструкций с огнем – облицовка, покрытие специальными огнезащитными составами.

Перечисленные недостатки при правильном проектировании и эксплуатации не представляют опасности для выполнения конструкцией своих функций, но приводят к некоторому увеличению затрат.

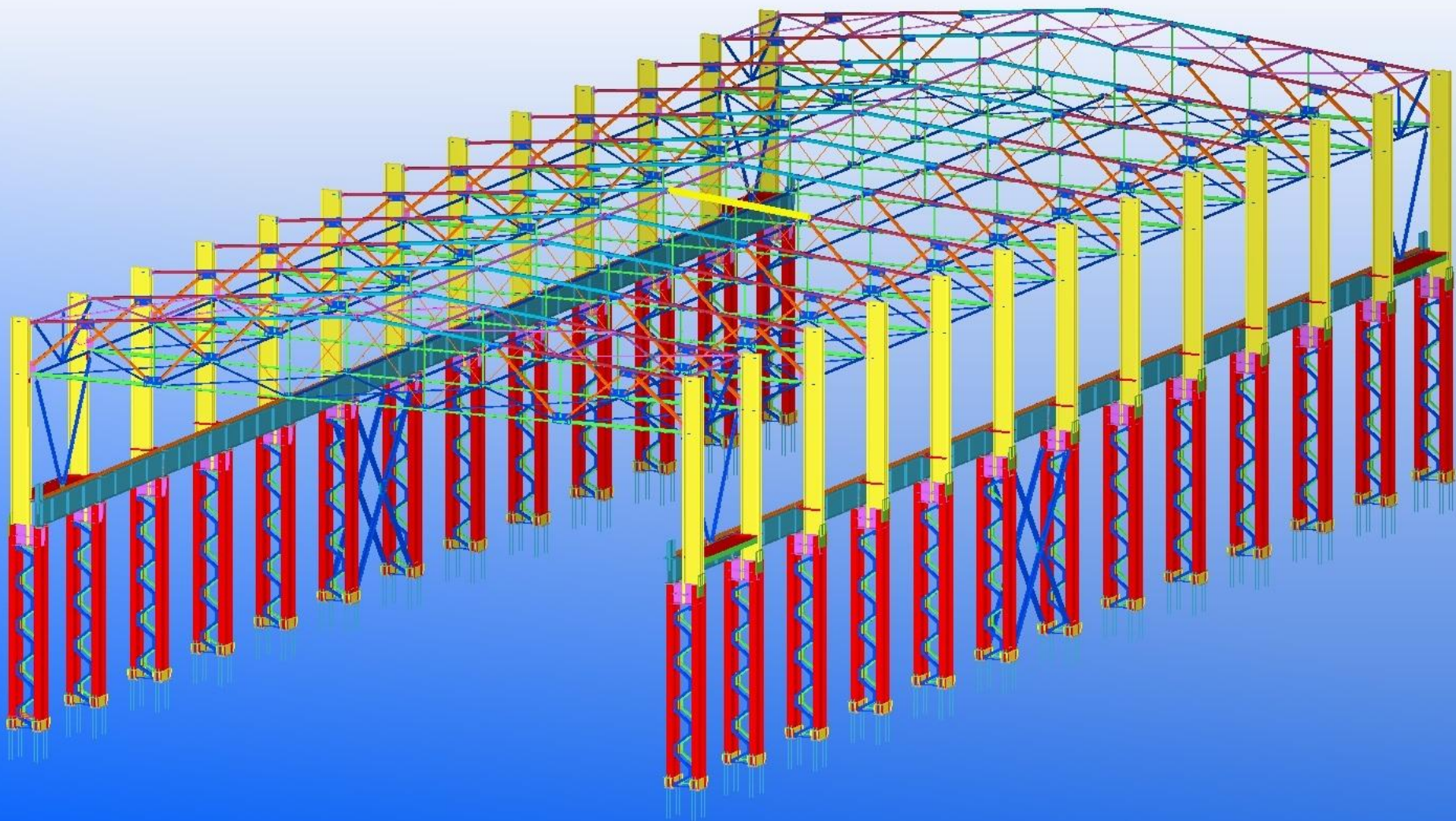
§1.3 Области применения МК

МК применяются в различных видах зданий и сооружений, которые в зависимости от конструктивной формы и назначения можно разделить на несколько видов:

1. Одноэтажные промышленные здания (самый распространенный вид - около 50% МК).

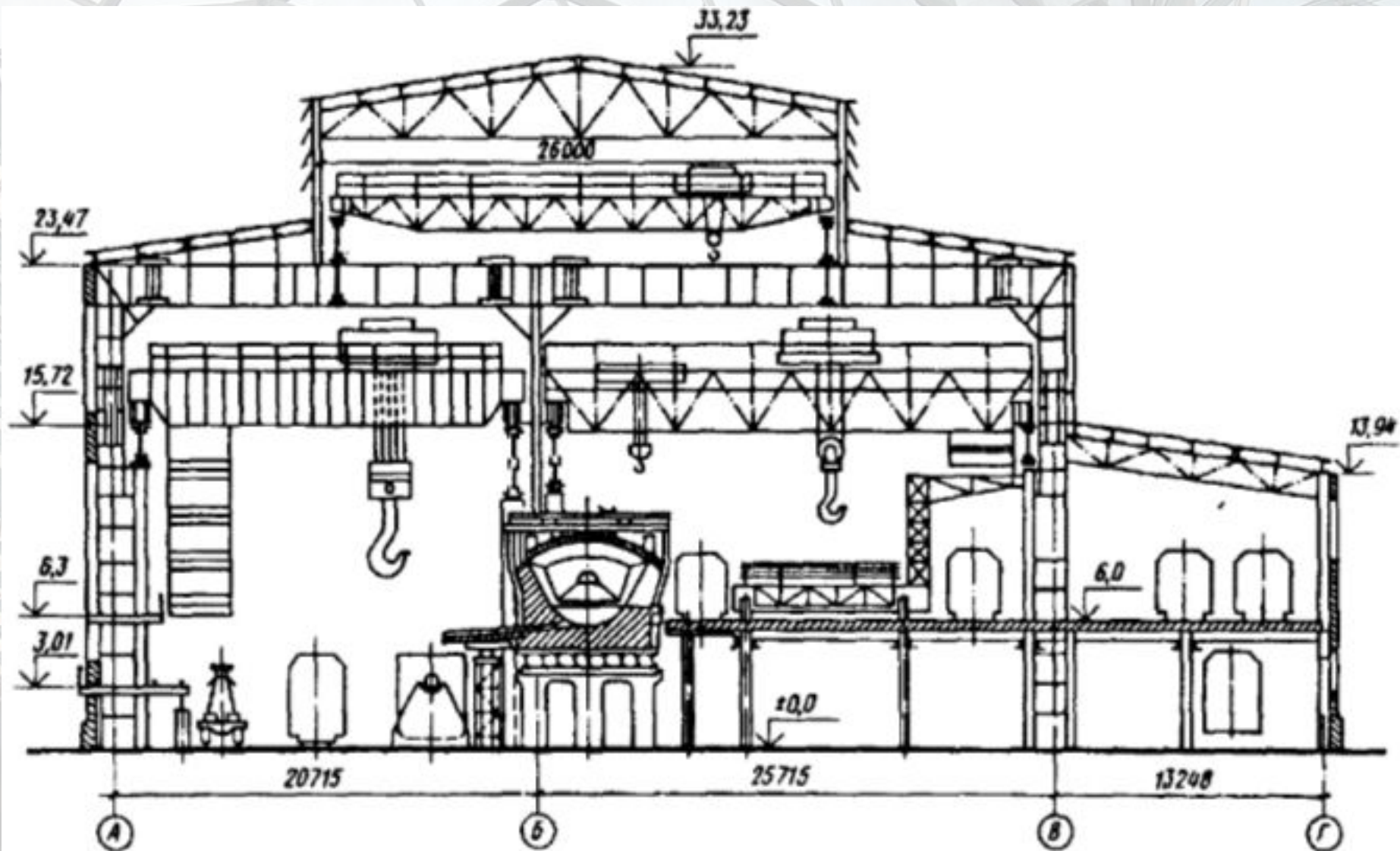


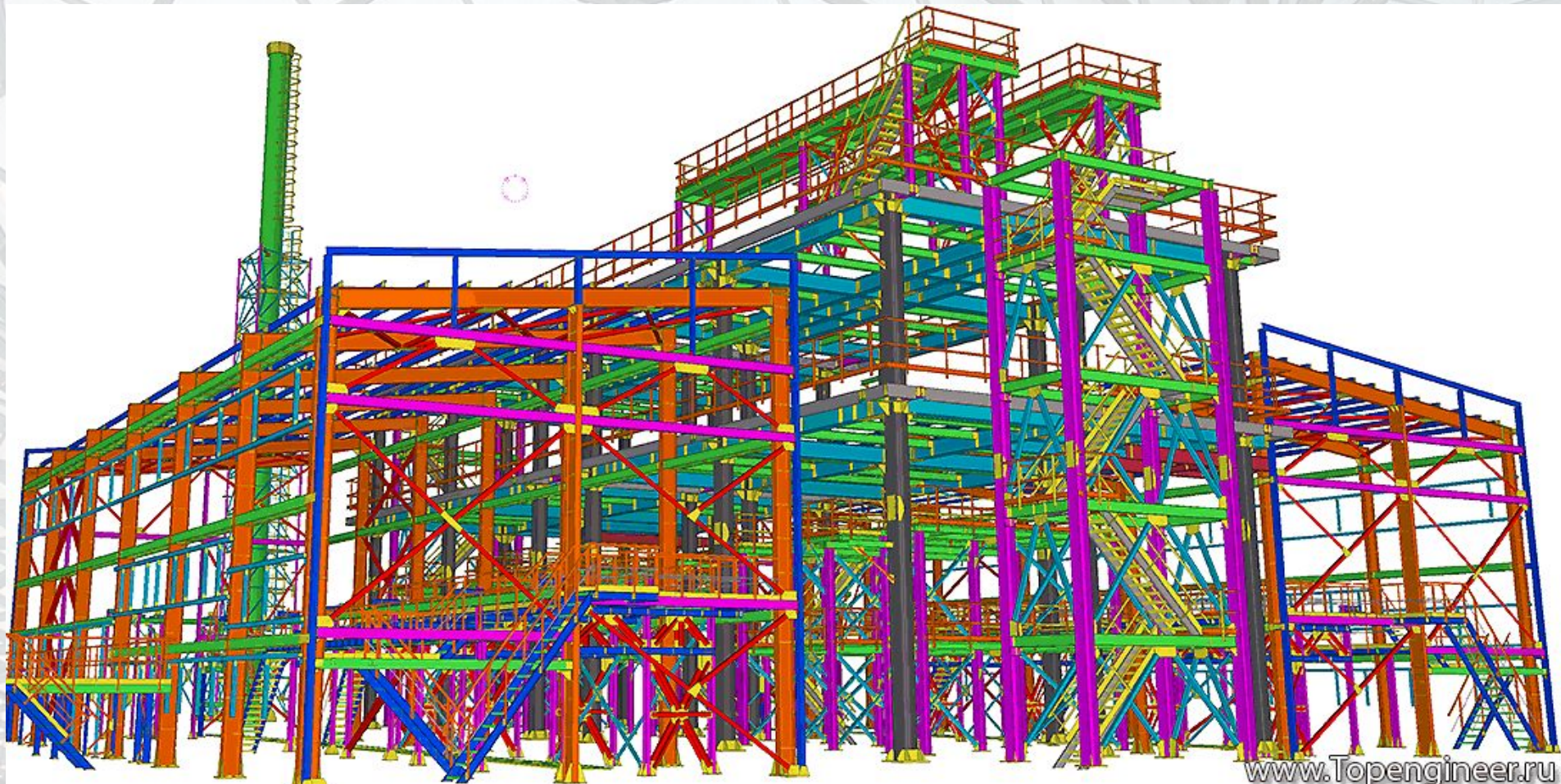
Одноэтажные промышленные здания



Могут быть одно и многопролетными (с пролетами разной высоты), с цельнометаллическим и смешанным каркасом. Чаще всего пролеты зданий составляют 24,0-36,0 м, а длина может быть любой.

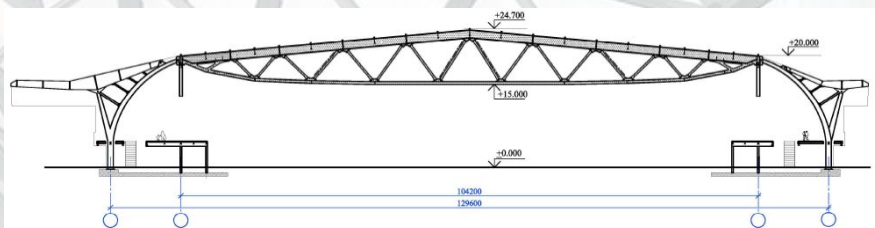
Производственные здания обычно оборудованы встроенными транспортными средствами (мостовые или подвесные краны, конвейеры).



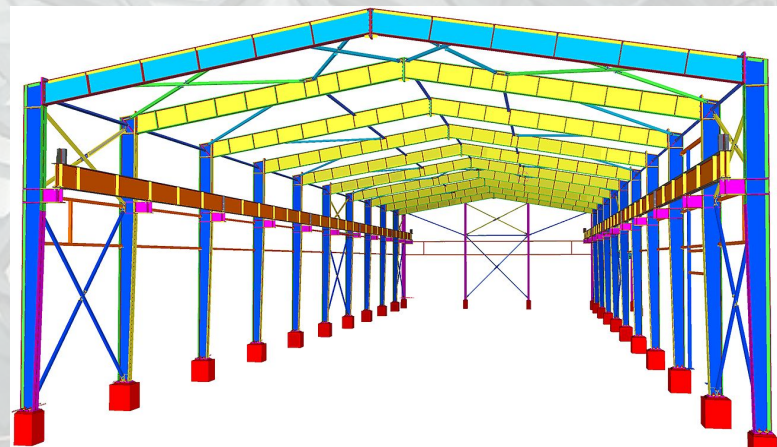


2. Большепролетные покрытия зданий (40-150 м). Применяются в спортивных сооружениях, рынках, выставочных павильонах, театры, ангары. Конструктивные формы большепролетных конструкций весьма разнообразны:

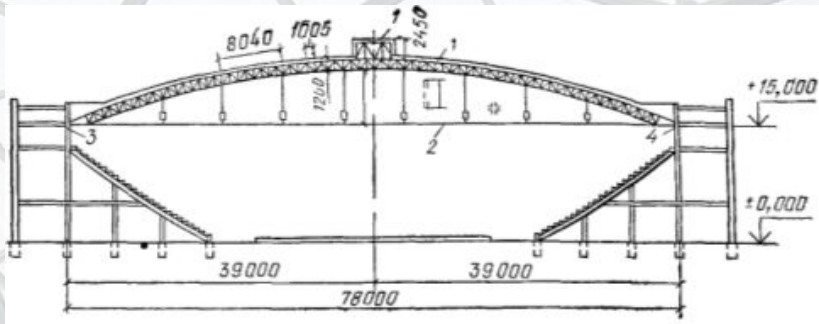
Балочные системы



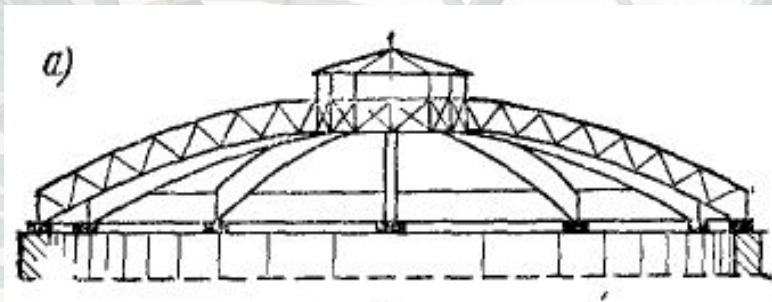
Рамные системы



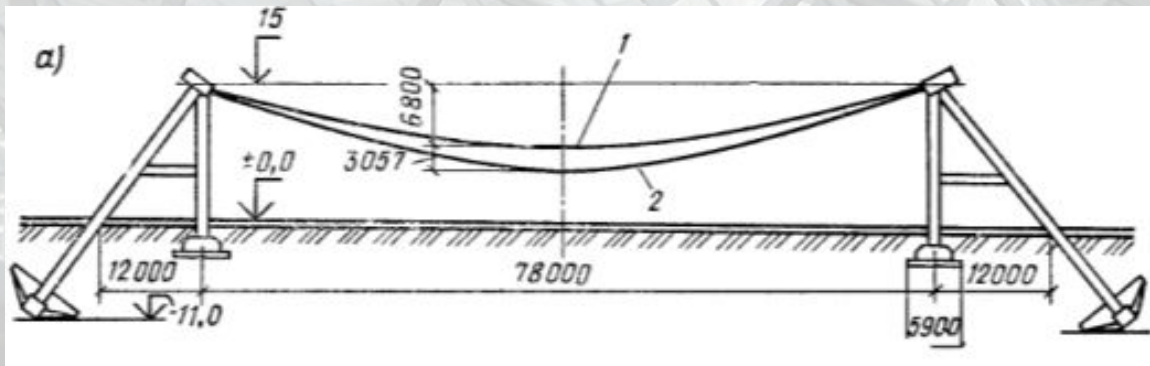
Арочные покрытия



Купольные покрытия



Висячие покрытия



3. Высотные здания – Бурдж Эль-Араб (321 м), Москва-Сити (200 м), Лахта-Центр



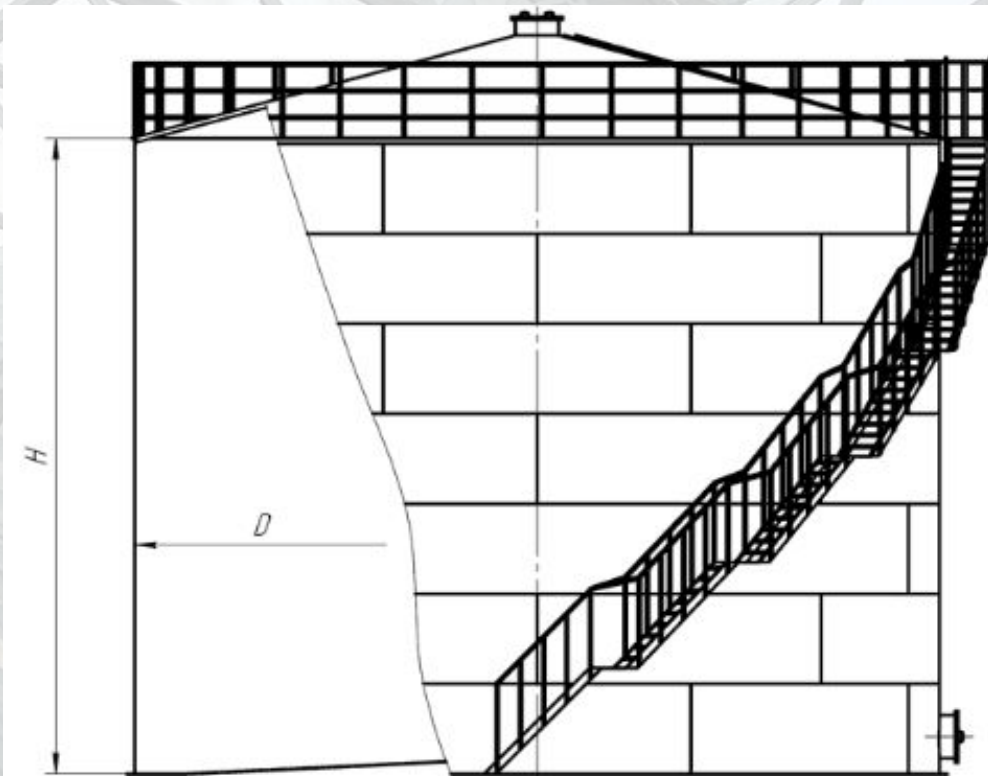
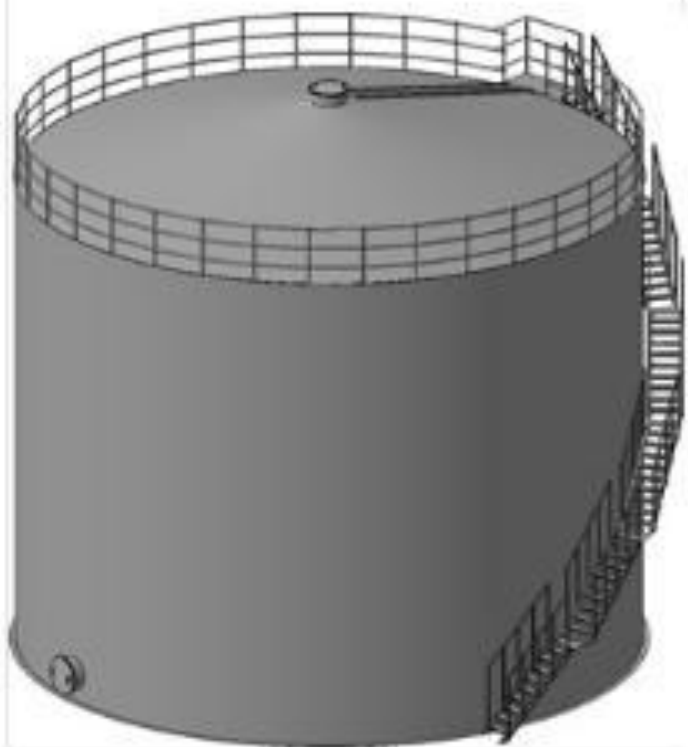
4. Каркасы многоэтажных зданий - для строительства общественных и промышленных зданий, но есть примеры применения стального каркаса в жилищном строительстве.



5. Листовые конструкции (около 20 % от всего объема МК).

В листовых конструкциях очень широко используется свойство МК – непроницаемость. ЛК чаще всего - оболочки различной формы, предназначенные для хранения и перегрузки жидкостей, газа и сыпучих материалов. По назначению можно выделить три вида листовых конструкций:

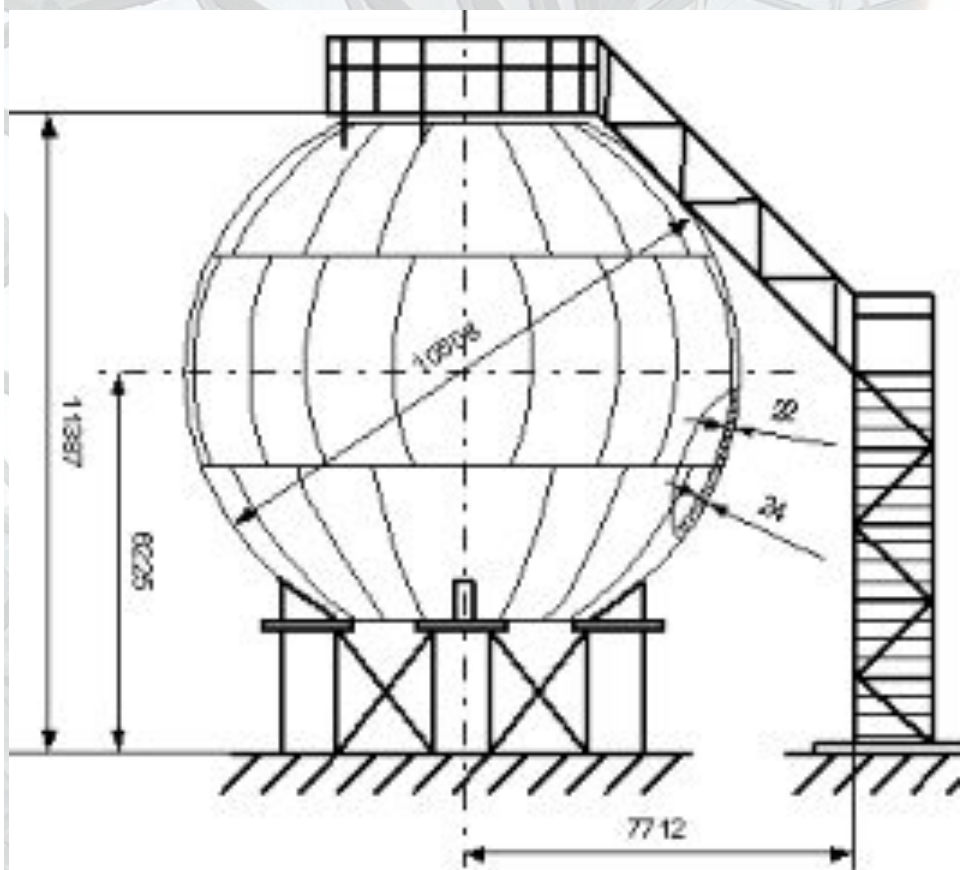
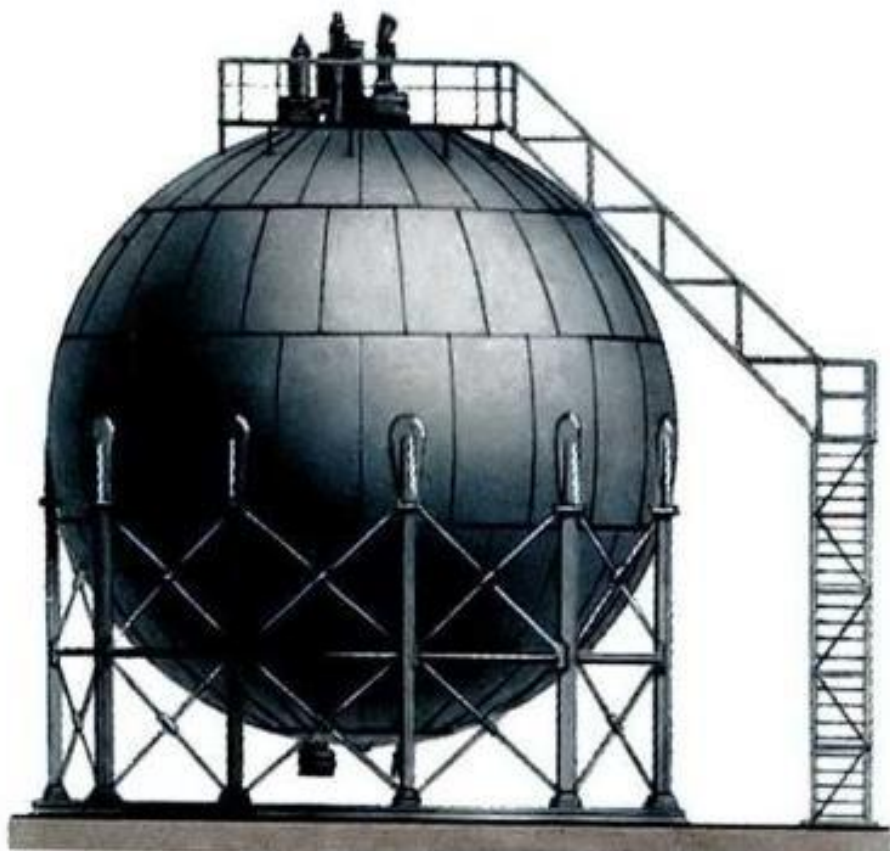
- **резервуары** - служат для хранения жидкостей. Применяют резервуары вместительностью до 200 тыс. м³. Конструктивно резервуары могут быть:
 - горизонтальные цилиндрические,
 - вертикальные цилиндрические,
 - сферические.
- **газгольдеры** - предназначены для хранения и выравнивания объема газа. Объем газгольдера может достигать до 600 тыс. м³.
- **бункера и силосы** - предназначены для хранения и перегрузки сыпучих материалов.



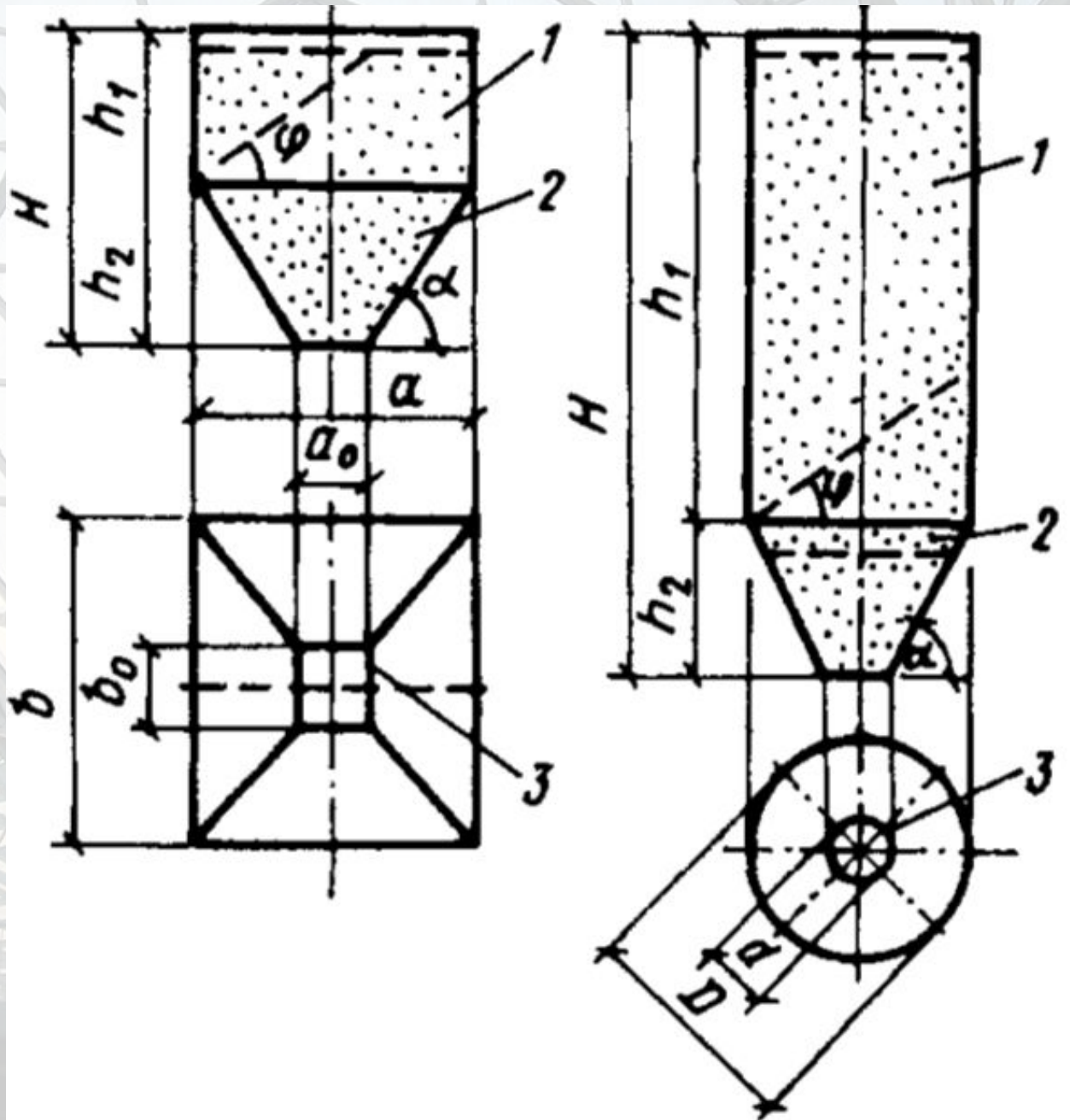
Горизонтальные цилиндрические резервуары



Сферические резервуары



Бункера и силосы



Бункера и силосы



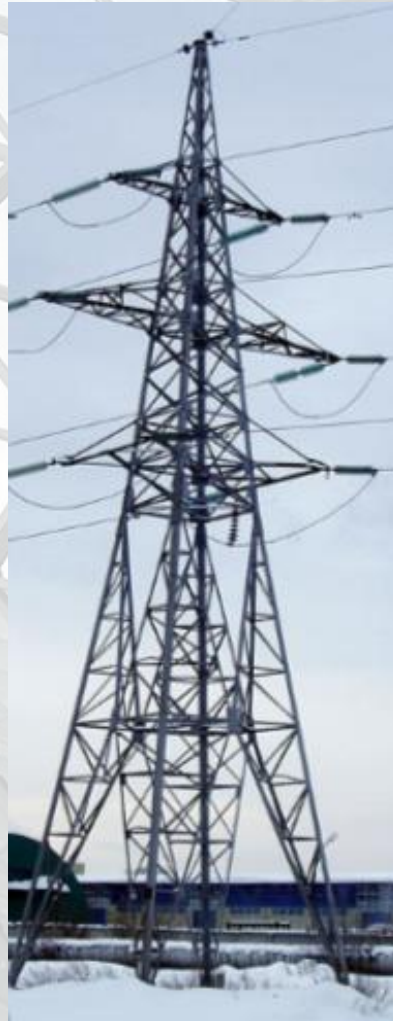
6. Мосты и эстакады

- железнодорожных и автомобильных магистралей. Стальным мостам отдают предпочтение при сжатых сроках возведения. Пролет мостов может достигать до 1 км. Как и большепролетные покрытия, мосты имеют разнообразные конструктивные схемы: балочные, арочные и висячие. Примеры мостов можно увидеть в СПб.



7. Высотные сооружения

- **антенные устройства** (ТВ, радио, телефон) высотой 200-500 м
- **опоры ЛЭП** высотой до 150 м и более
- **вытяжные башни** (для поддержания стволов дымовых и вентиляционных труб (80-150 м).



Прочие конструкции

конструкции различных кранов (козловые, башенные и мостовые), телескопы, антенны космической связи, стационарные платформы для разведки и добычи газа и нефти в море и пр.





Организация проектирования МК

Исходными данными для проектирования является техническое задание, в котором Заказчик указывает основные параметры объекта.

Проектирование ведется при строгом соблюдении действующих норм в две стадии:

- Проектная документация – **Конструкции Металлические (КМ)**;
- Рабочая документация – **Конструкции Металлические Детализовка (КМД)**.

Проектную документацию стадии КМ разрабатывает проектная организация, имеющая допуск СРО. В состав чертежей стадии КМ входят:

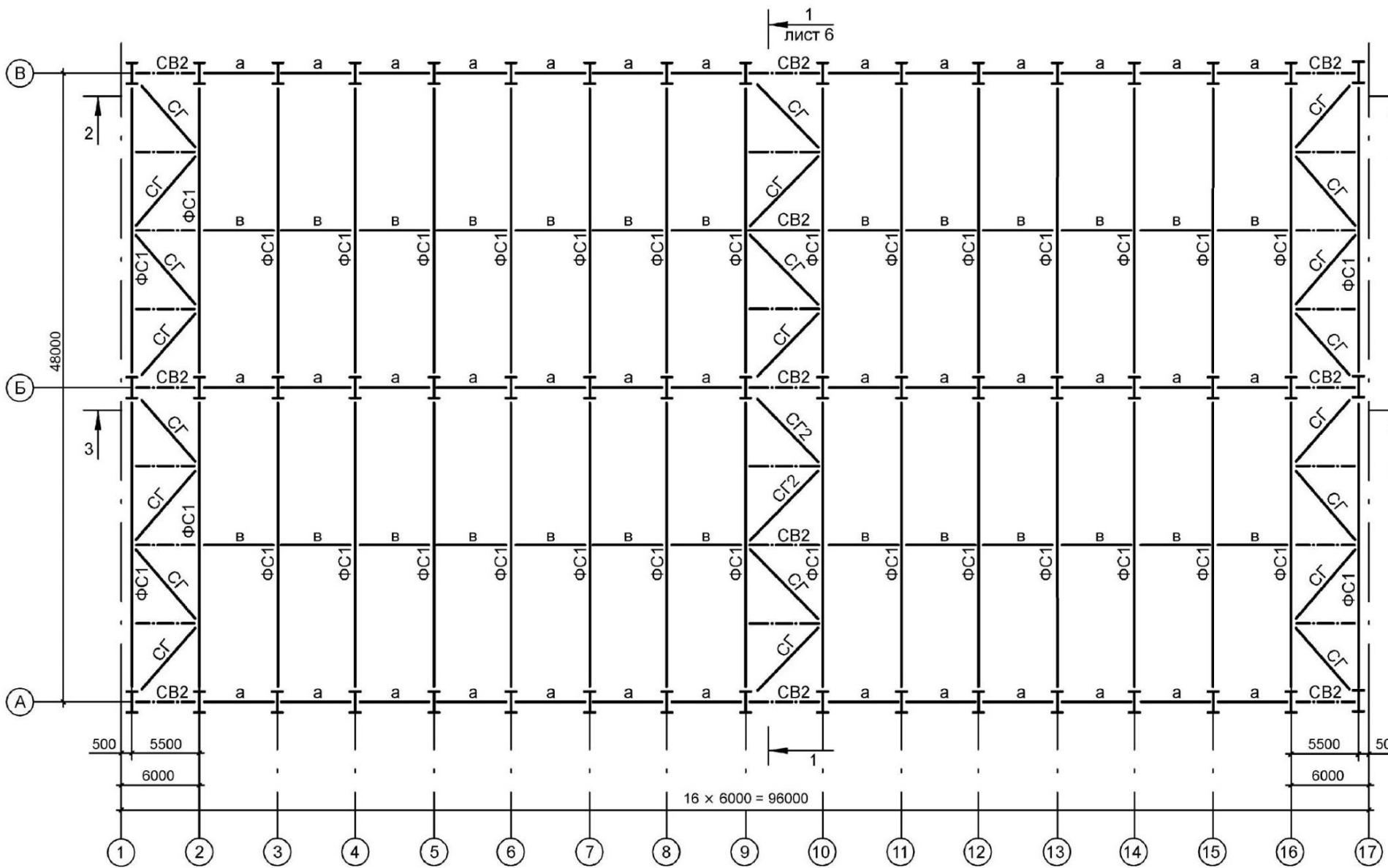
- пояснительная записка
- данные о нагрузках
- расчеты конструкций
- общие компоновочные чертежи
- схемы расположения конструкций с таблицами сечений
- чертежи наиболее важных узлов и спецификация стали

После успешного прохождения экспертизы (проверки проектной документации), на основе чертежей КМ разрабатывается рабочая документация - чертежи (КМД). Чаще всего это делается на заводе-изготовителе и с учетом технологических возможностей завода.

Дополнительная литература:

- ГОСТ 21.502-2007. "Правила выполнения проектной и рабочей документации МК"
- ГОСТ 21.1101-2009. "Основные требования к проектной и рабочей документации"
- Абаринов «Составление детализовочных чертежей МК», 1977 г.

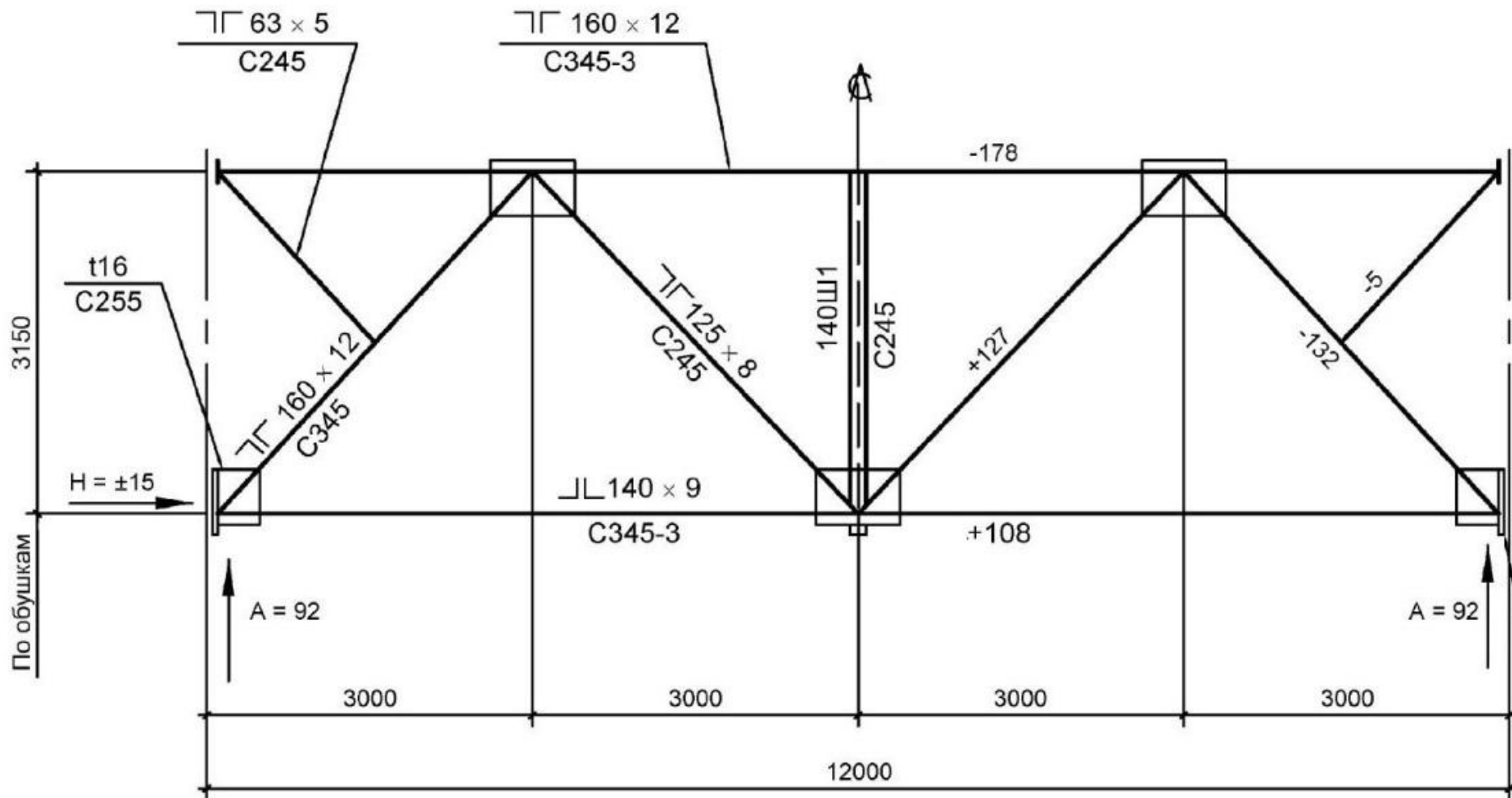
Пример чертежа стадии КМ (схема расположения конструкций)



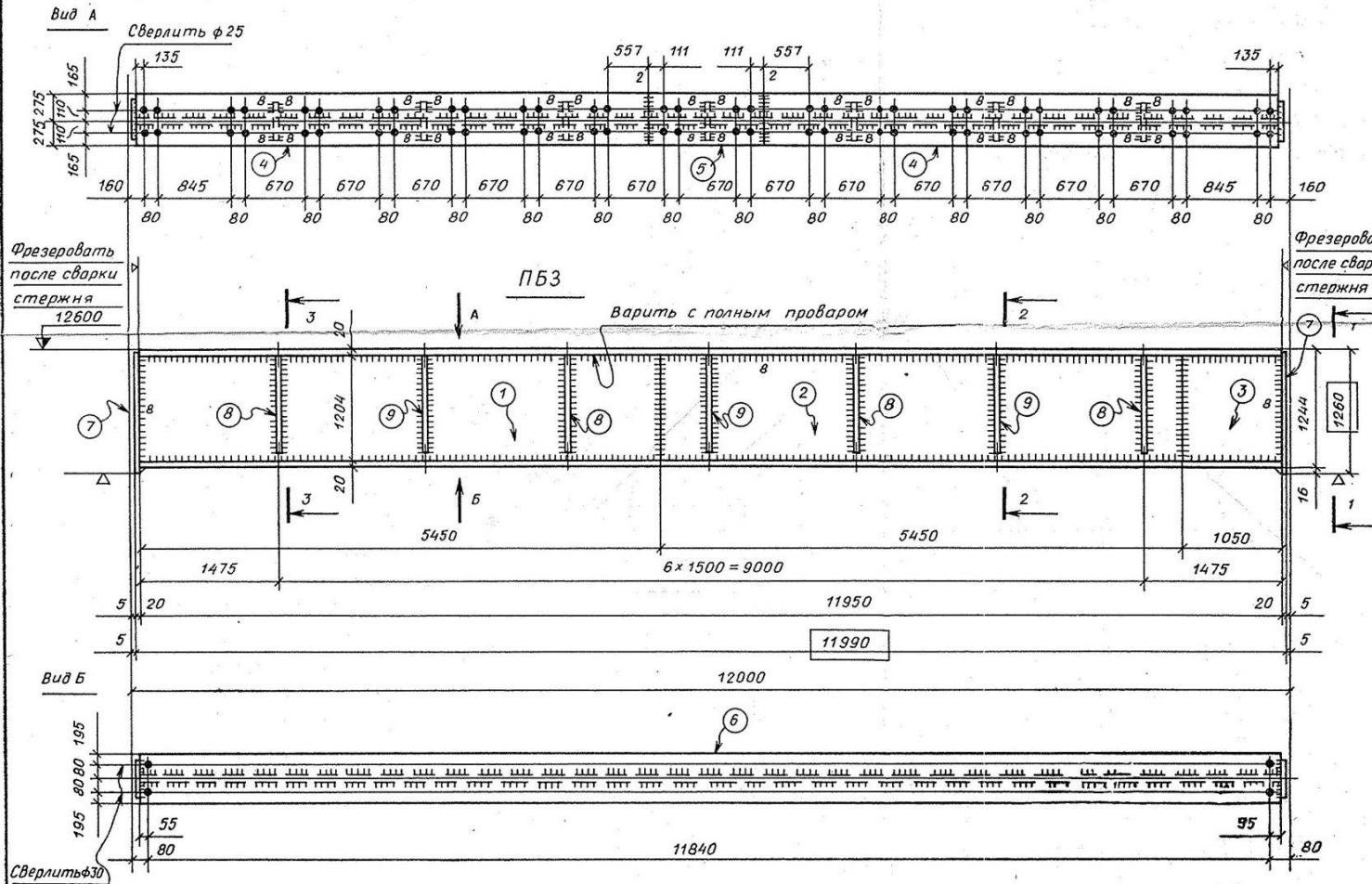
Пример чертежа стадии КМ (геометрическая схема фермы)

ФП1

Фасонки t = 12, С255: кроме оговоренных



Пример чертежа стадии КМД (балка)



Отпр. марка	К-во	Сечение	Длина мм	Масса, кг		Примечание
				сбор. мар.	общ. мар.	
1	1	-1204x12	5450	620	620	фр.1
2	1	-1204x12	5450	620	620	
3	1	-1204x12	1050	120	120	фр.1 фр.1 сн.фр.
4	2	-550x20	5447	470	940	
5	1	-550x20	1052	96	96	фр.2
6	1	-550x20	11950	1036	1036	
7	2	-400x20	1250	73,5	157	Стр. у.
8	8	-120x12	1140	13	104	
9	6	-120x12	1140	13	78	Стр. у.
				1,5% на сварку		

Примечания.

1. Материал - ВСтЗсп5, для сварных конструкций по ГОСТ 380-71.*
2. Все отверстия продавливать пуансоном ф 23 мм, кроме отмеченных.
3. Все швы h=6 мм, кроме отмеченных.
4. Поясные и стыковые швы варить автоматом.
5. Все остальные швы варить электродами Э42А

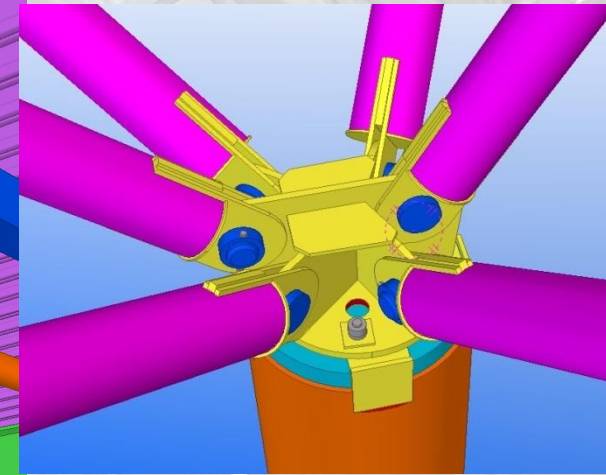
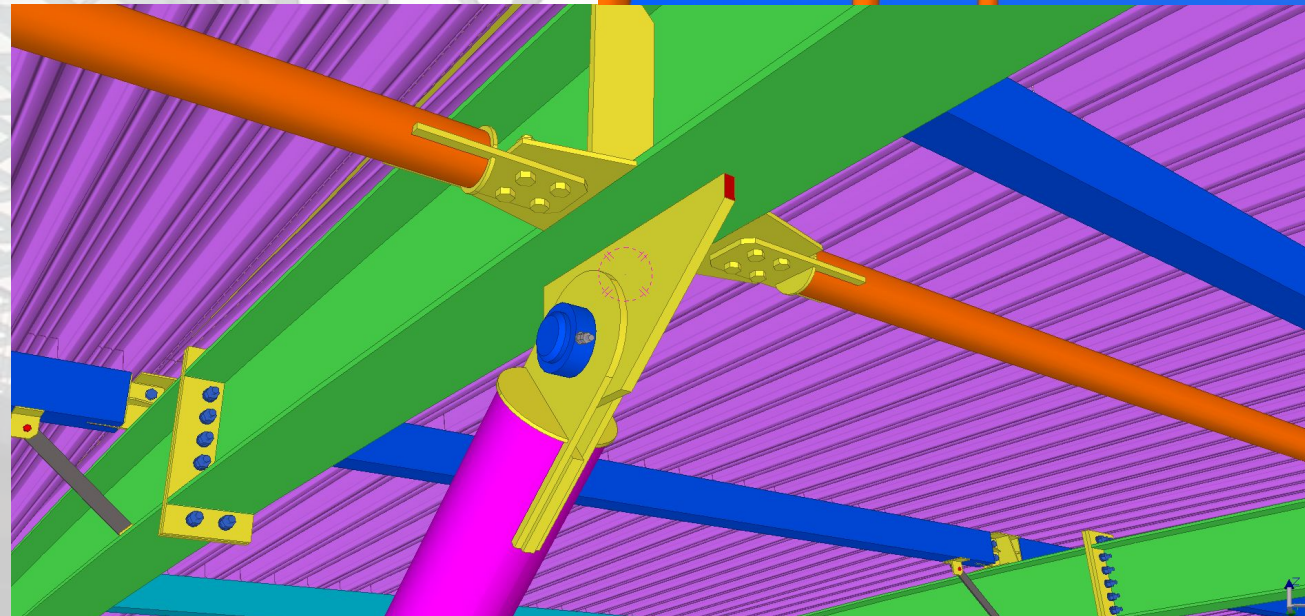
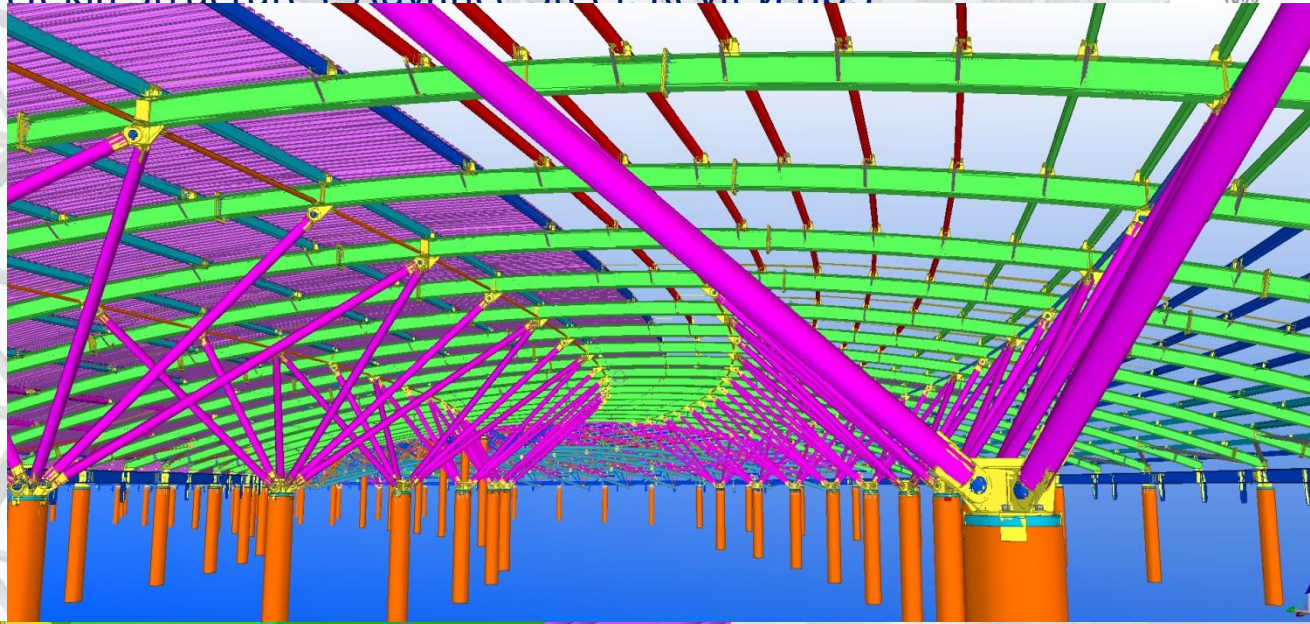
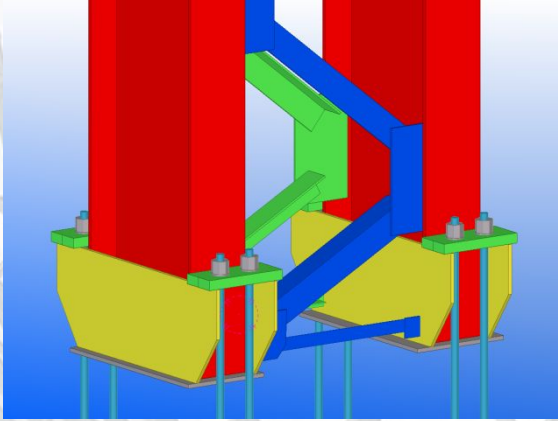
Таблица отправочных марок

Отпр. мар.	К-во шт.	Масса, кг		Отпр. мар.	К-во шт.	Масса, кг	
		шт.	общ.			шт.	общ.
ПБЗ	29	3835	11215				

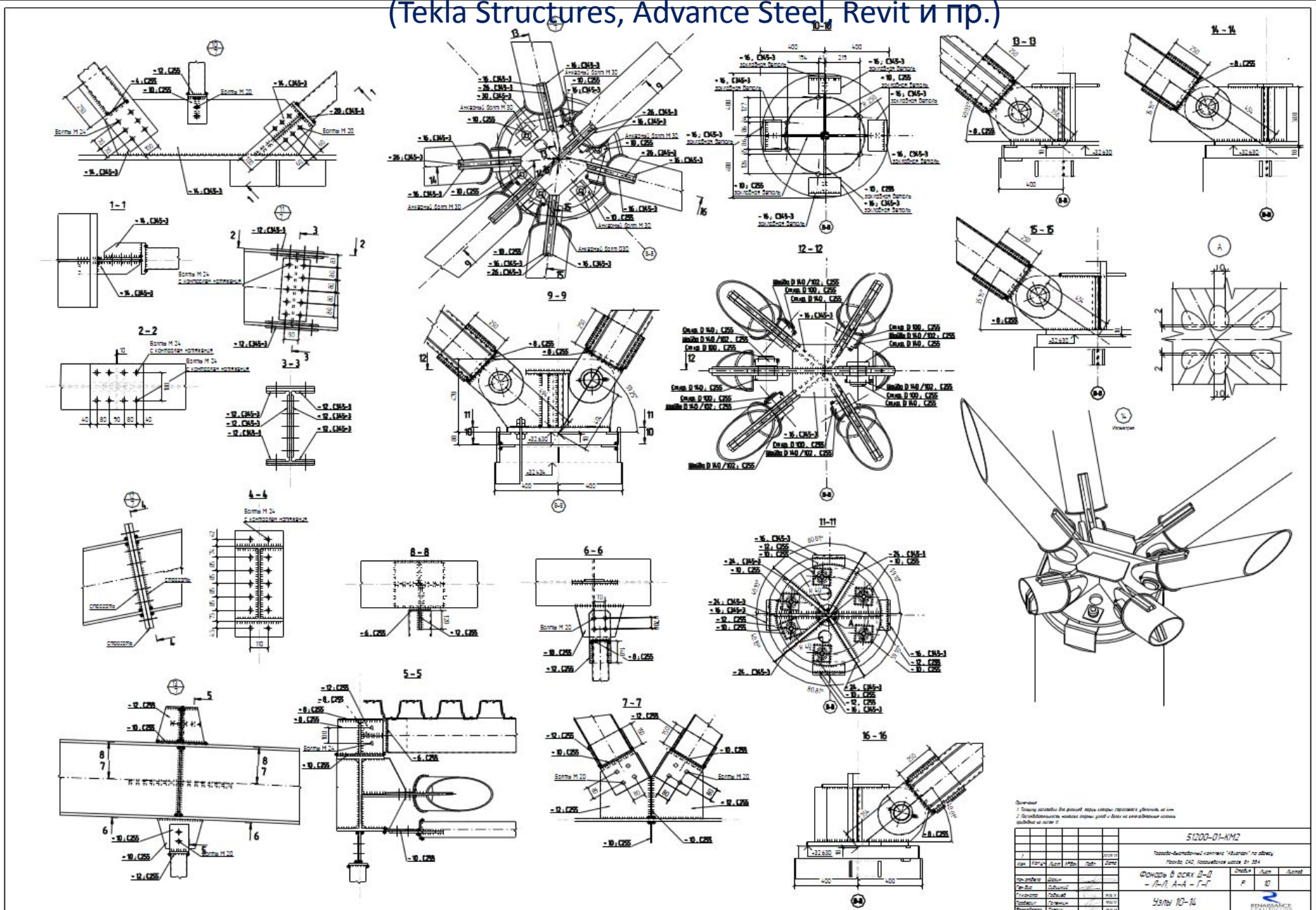
Общая масса конструкций по черт. 111215 к

3-х мерное информационное моделирование (BIM)

(Tekla Structures, Advance Steel, Revit и др.)



(Tekla Structures, Advance Steel, Revit и пр.)



Описание:
 1) Показаны размеры для работы при сборке стальных элементов, см. 2)
 2) Неиспользуемые размеры указаны в скобках и не являются обязательными для исполнения.

		51200-01-KM2	
№	Изм.	Дата	Исполн.
1	Изм.	10.10.10	СМБ
2	Изм.	10.10.10	СМБ
3	Изм.	10.10.10	СМБ
4	Изм.	10.10.10	СМБ
5	Изм.	10.10.10	СМБ
6	Изм.	10.10.10	СМБ
7	Изм.	10.10.10	СМБ
8	Изм.	10.10.10	СМБ
9	Изм.	10.10.10	СМБ
10	Изм.	10.10.10	СМБ
11	Изм.	10.10.10	СМБ
12	Изм.	10.10.10	СМБ
13	Изм.	10.10.10	СМБ
14	Изм.	10.10.10	СМБ
15	Изм.	10.10.10	СМБ
16	Изм.	10.10.10	СМБ
17	Изм.	10.10.10	СМБ
18	Изм.	10.10.10	СМБ
19	Изм.	10.10.10	СМБ
20	Изм.	10.10.10	СМБ
21	Изм.	10.10.10	СМБ
22	Изм.	10.10.10	СМБ
23	Изм.	10.10.10	СМБ
24	Изм.	10.10.10	СМБ
25	Изм.	10.10.10	СМБ
26	Изм.	10.10.10	СМБ
27	Изм.	10.10.10	СМБ
28	Изм.	10.10.10	СМБ
29	Изм.	10.10.10	СМБ
30	Изм.	10.10.10	СМБ
31	Изм.	10.10.10	СМБ
32	Изм.	10.10.10	СМБ
33	Изм.	10.10.10	СМБ
34	Изм.	10.10.10	СМБ
35	Изм.	10.10.10	СМБ
36	Изм.	10.10.10	СМБ
37	Изм.	10.10.10	СМБ
38	Изм.	10.10.10	СМБ
39	Изм.	10.10.10	СМБ
40	Изм.	10.10.10	СМБ
41	Изм.	10.10.10	СМБ
42	Изм.	10.10.10	СМБ
43	Изм.	10.10.10	СМБ
44	Изм.	10.10.10	СМБ
45	Изм.	10.10.10	СМБ
46	Изм.	10.10.10	СМБ
47	Изм.	10.10.10	СМБ
48	Изм.	10.10.10	СМБ
49	Изм.	10.10.10	СМБ
50	Изм.	10.10.10	СМБ
51	Изм.	10.10.10	СМБ
52	Изм.	10.10.10	СМБ
53	Изм.	10.10.10	СМБ
54	Изм.	10.10.10	СМБ
55	Изм.	10.10.10	СМБ
56	Изм.	10.10.10	СМБ
57	Изм.	10.10.10	СМБ
58	Изм.	10.10.10	СМБ
59	Изм.	10.10.10	СМБ
60	Изм.	10.10.10	СМБ
61	Изм.	10.10.10	СМБ
62	Изм.	10.10.10	СМБ
63	Изм.	10.10.10	СМБ
64	Изм.	10.10.10	СМБ
65	Изм.	10.10.10	СМБ
66	Изм.	10.10.10	СМБ
67	Изм.	10.10.10	СМБ
68	Изм.	10.10.10	СМБ
69	Изм.	10.10.10	СМБ
70	Изм.	10.10.10	СМБ
71	Изм.	10.10.10	СМБ
72	Изм.	10.10.10	СМБ
73	Изм.	10.10.10	СМБ
74	Изм.	10.10.10	СМБ
75	Изм.	10.10.10	СМБ
76	Изм.	10.10.10	СМБ
77	Изм.	10.10.10	СМБ
78	Изм.	10.10.10	СМБ
79	Изм.	10.10.10	СМБ
80	Изм.	10.10.10	СМБ
81	Изм.	10.10.10	СМБ
82	Изм.	10.10.10	СМБ
83	Изм.	10.10.10	СМБ
84	Изм.	10.10.10	СМБ
85	Изм.	10.10.10	СМБ
86	Изм.	10.10.10	СМБ
87	Изм.	10.10.10	СМБ
88	Изм.	10.10.10	СМБ
89	Изм.	10.10.10	СМБ
90	Изм.	10.10.10	СМБ
91	Изм.	10.10.10	СМБ
92	Изм.	10.10.10	СМБ
93	Изм.	10.10.10	СМБ
94	Изм.	10.10.10	СМБ
95	Изм.	10.10.10	СМБ
96	Изм.	10.10.10	СМБ
97	Изм.	10.10.10	СМБ
98	Изм.	10.10.10	СМБ
99	Изм.	10.10.10	СМБ
100	Изм.	10.10.10	СМБ

3-х мерное информационное моделирование (BIM)

(Tekla Structures, Advance Steel, Revit и пр.)



3-х мерное информационное моделирование (BIM) (Tekla Structures, Advance Steel, Revit и пр.)

Достоинства:

- возможность использования при сложных геометрических формах , когда использование традиционных двухмерных чертежей затруднительно (Лахта-Центр).
- возможность многопользовательской работы в одной модели
- минимизация ошибок
- быстрое действие
- интеграция с расчетными программами (расчет конструкций)
- возможность получения 2-х мерных чертежей (при необходимости)
- автоматический подсчет спецификаций
- возможность внесения изменений
- интеграция с заводами изготовителями МК
- возможность использования модели на всех стадиях: проектирование-экспертиза-строительство – эксплуатация- капитальный ремонт - демонтаж

Основные требования, которые нужно учитывать при проектировании

Пригодность к эксплуатации (способность конструкции выполнять свои функции) - основное требование для проектировщика.

Экономия металла. На металлоемкость завязаны многие показатели: стоимость стали, изготовление, транспортировка, монтаж, и пр.

Транспортабельность. Должна быть предусмотрена возможность перевозки конструкции на строительную площадку в сборе или по частям (отправочным маркам), соответствующие транспортным средствам по массе и габаритам.

Технологичность. Конструкции должны проектироваться с учетом требований технологии изготовления и монтажа, что позволяет с наименьшей трудоемкостью и в короткие сроки ввести объект в эксплуатацию.

Долговечность конструкций

Эстетичность. Конструкции независимо от их назначения должны обладать гармоничными формами. Особенно актуально это требование для общественных зданий и сооружений.

Основные направления повышения эффективности проектных решений

Использование высокопрочных сталей.

Применение эффективных сечений.

Внедрение современных конструктивных форм (пространственные, предварительно напряженные, висячие, трубчатые и пр. конструкции).

Поиск оптимального конструктивного решения с использованием ЭВМ.

Типизация часто повторяющихся конструктивных элементов. Разработаны типовые решения часто повторяющихся конструктивных элементов – колонн, ферм, подкрановых балок, оконных и фонарных переплетов. В этих типовых решениях унифицированы размеры элементов и сопряжений.



Конструктивные решения олимпийских объектов СОЧИ 2014



Общие требования к олимпийским объектам:

- сейсмичность площадки строительства 9 баллов
- первая категория сложности
- использование конструкций сборно-разборного типа
- применение "зеленых" стандартов: защита окружающей среды, экономия энергоресурсов
- компактное расположение спортивных и инфраструктурных объектов

Чаша Олимпийского

Высота: 50,0 м

Архитектурная концепция: ЗАО «Строй Интернешнл»;

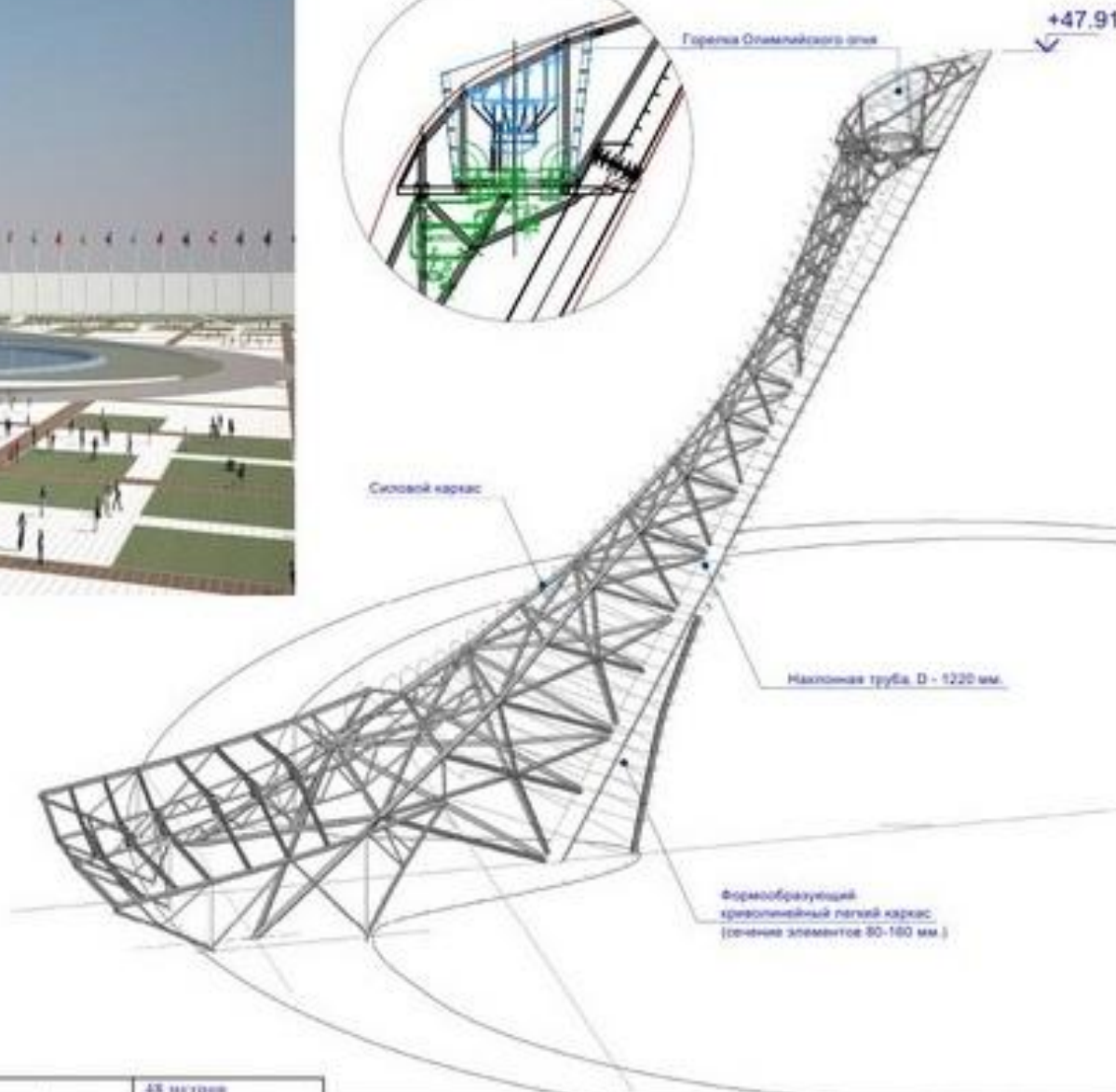
Конструктивная часть: Фирма «УНИКОН»

Прообраз чаши - «Жар-птица», увенчанная огненным гребнем. Крылья образуют круг диаметром около 100 метров с водоём и цветомузыкальным фонтаном.



Основная несущая конструкция – пространственная трехгранная ферма, установленная под углом.
Основной несущий элемент фермы труба диаметром 1220 мм.
Обшивка - алюминиевые листы.

Чаша Олимпийского Огня - проектное решение

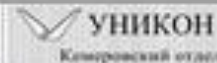


Объект представляет собой стилизованную Жар-птицу с вытянутой вверх и вперед головной частью, которую включает чаша для Олимпийского огня. Отметка верха стилова камня +47.910, отметка кровли и стилова горелки +42.710, диаметр горелки - 3 м. Крылья птицы выложены излучицами вперед и образуют чашу бассейна $\phi=100$ м. Силовой каркас птицы представляет собой пространственную трехгранную форму конусообразно закрепленную на фундаменте и усредненную вверх с наклоном к горизонту 62°. Главный несущий элемент формы - наклонная труба $\phi=1220$ мм, привалит на всю высоту птицы. Сечения элементов формы: трубы диаметром до 426 мм.

Высота сооружения	48 метров
Назначение	зажигание Олимпийского огня
Систовый район/сетевой район	II / III
Сейсмичность площадки строительства	9 баллов

Спортивные объекты

Олимпиада 2014
Чаша олимпийского огня, стела,
Имеретинская визитница, г. Сочи



Чаша Олимпийского Огня - монтаж стального каркаса



Чаша Олимпийского Огня - монтаж стального каркаса

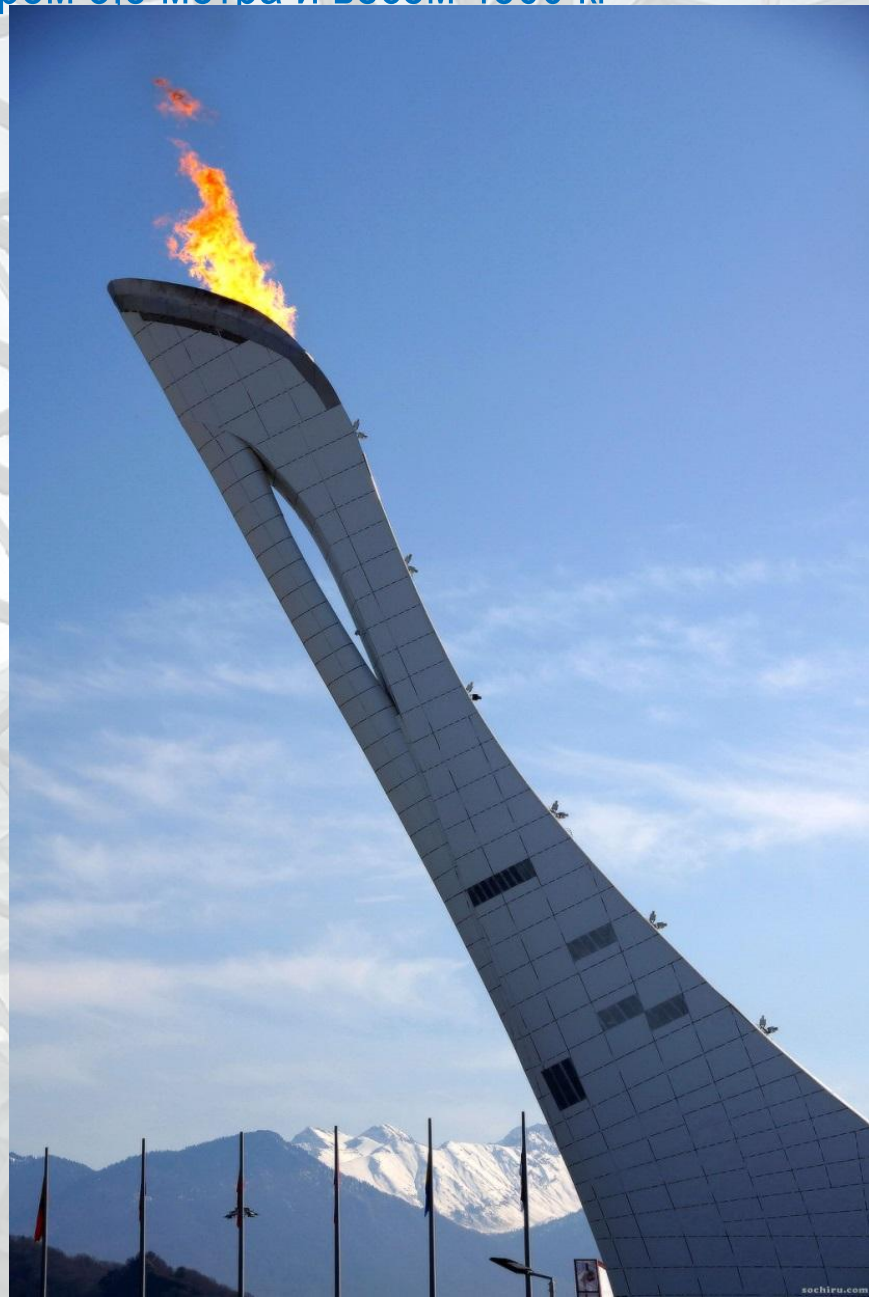


Для компенсации ветровых нагрузок
были установлены демпферы
(настраиваемые инерционные
гасители колебаний)



Чаша Олимпийского Огня

Установка газовой горелки диаметром 3,5 метра и весом 4500 кг



bednerekivka@gmail.com

sochi.ru.com

Чаша Олимпийского Огня - обшивка каркаса алюминиевыми листами



Чаша Олимпийского Огня

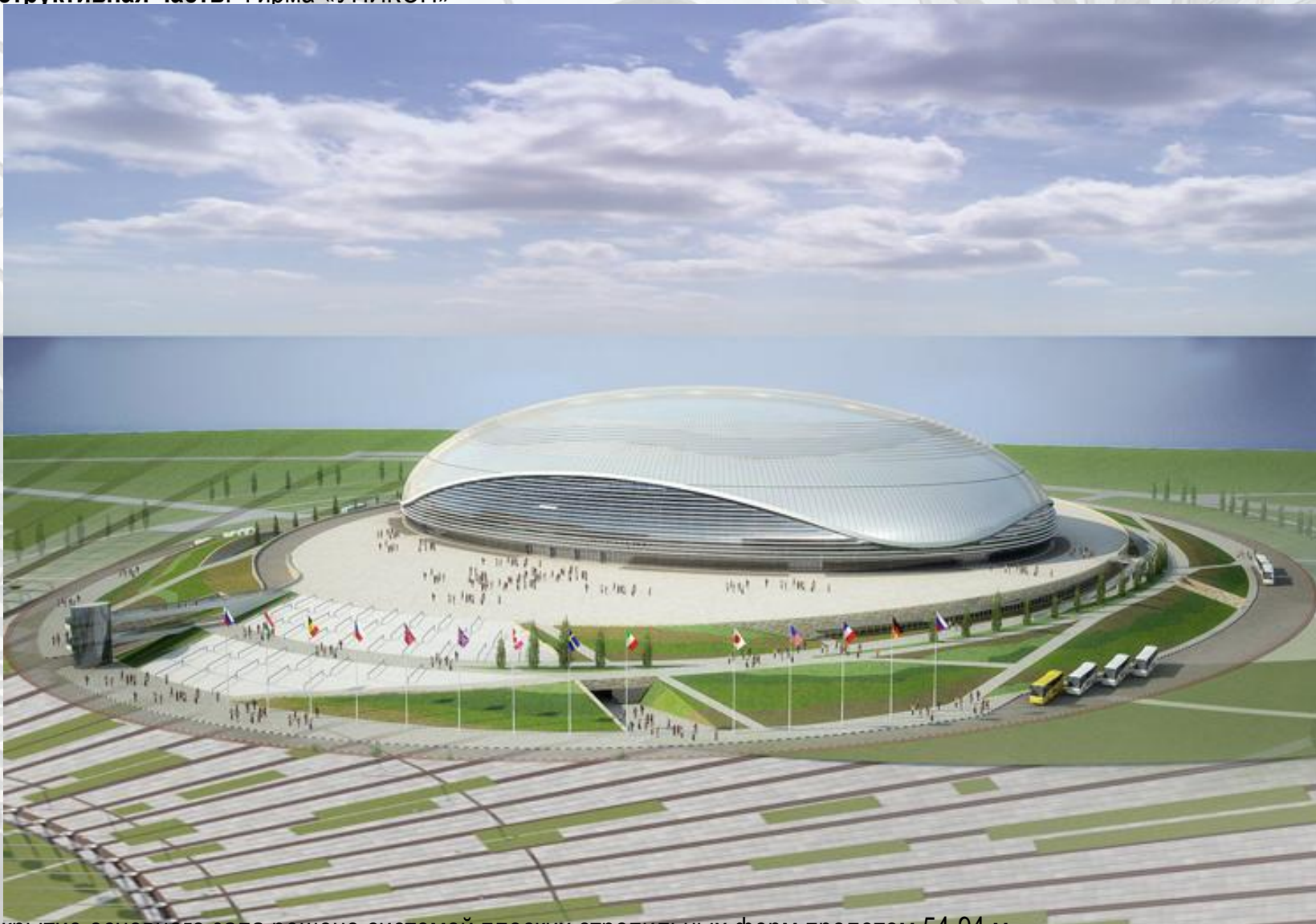


БОЛЬШАЯ ЛЕДОВАЯ АРЕНА ДЛЯ ХОККЕЯ С ШАЙБОЙ

Высота: 48,0 м

Архитектурная концепция: ООО «НПО Мостовик»;

Конструктивная часть: Фирма «УНИКОН»



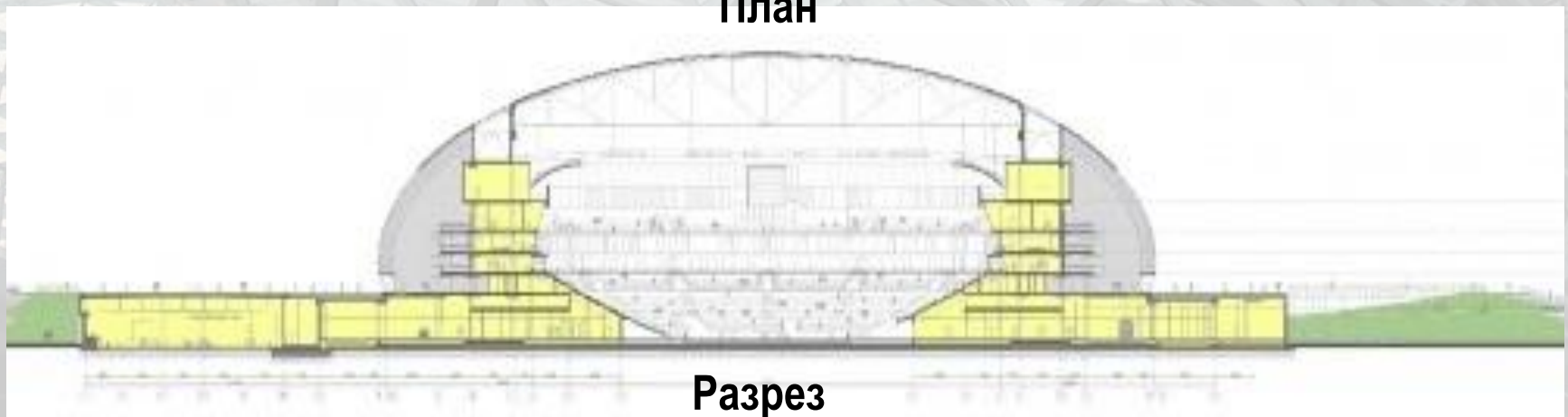
Покрытие основного зала решено системой плоских стропильных ферм пролетом 54-94 м.

Боковые (фасадные) зоны здания арены решены системой фахверковых ферм пролетом от 23,8 до 34,2 м.

Большая ледовая арена – проектное решение

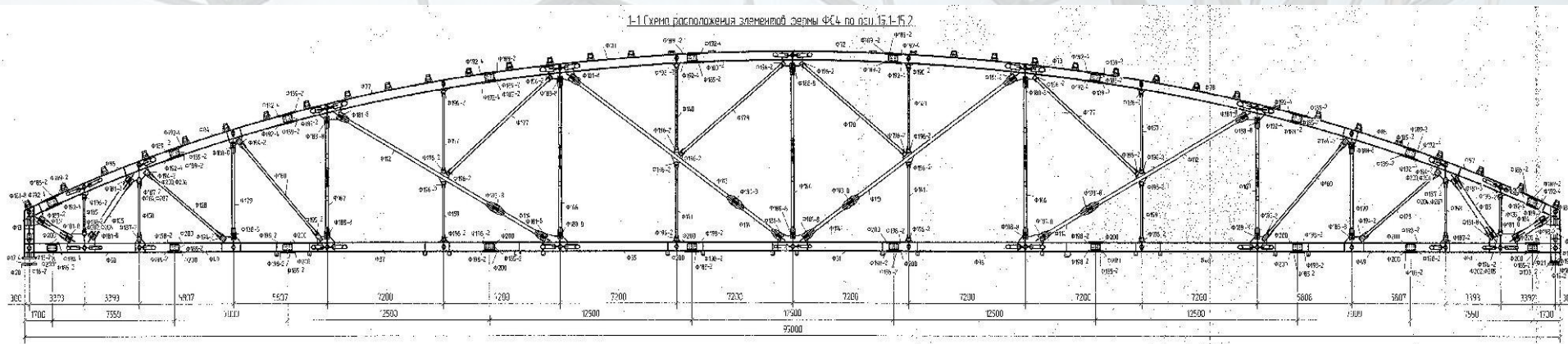


План

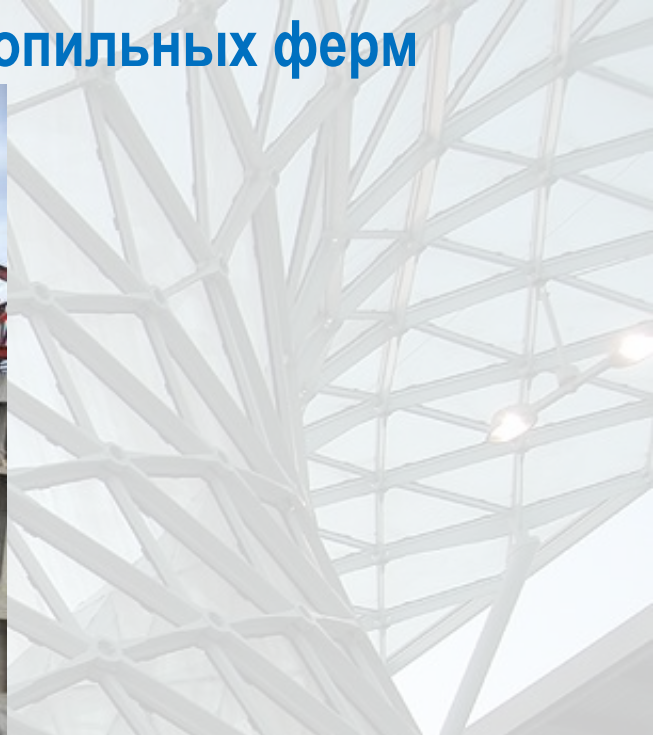


Разрез

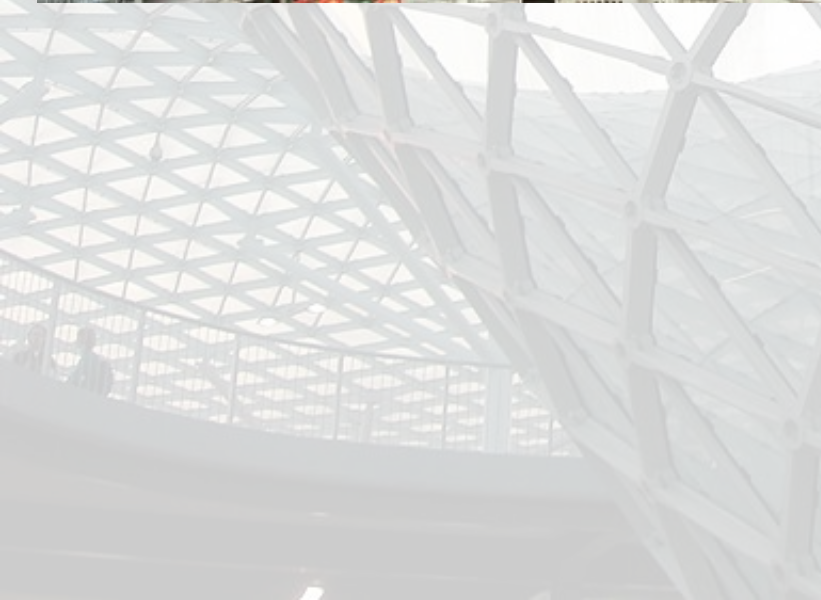
Большая ледовая арена – контрольная сборка фермы



Большая ледовая арена - монтаж стропильных ферм



Большая ледовая арена – монтаж ферм



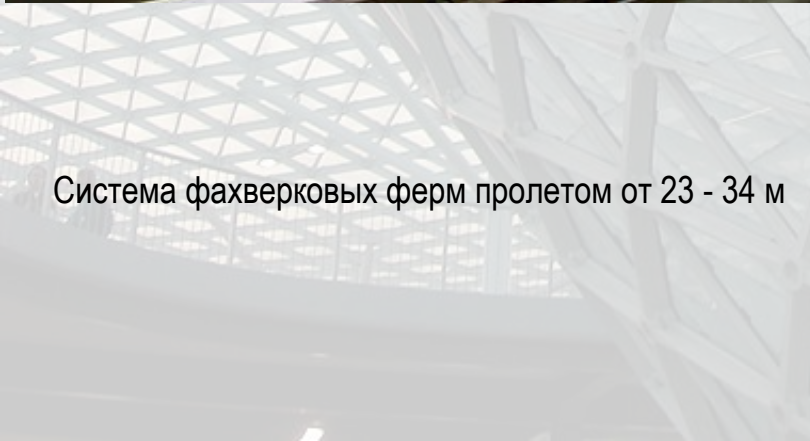
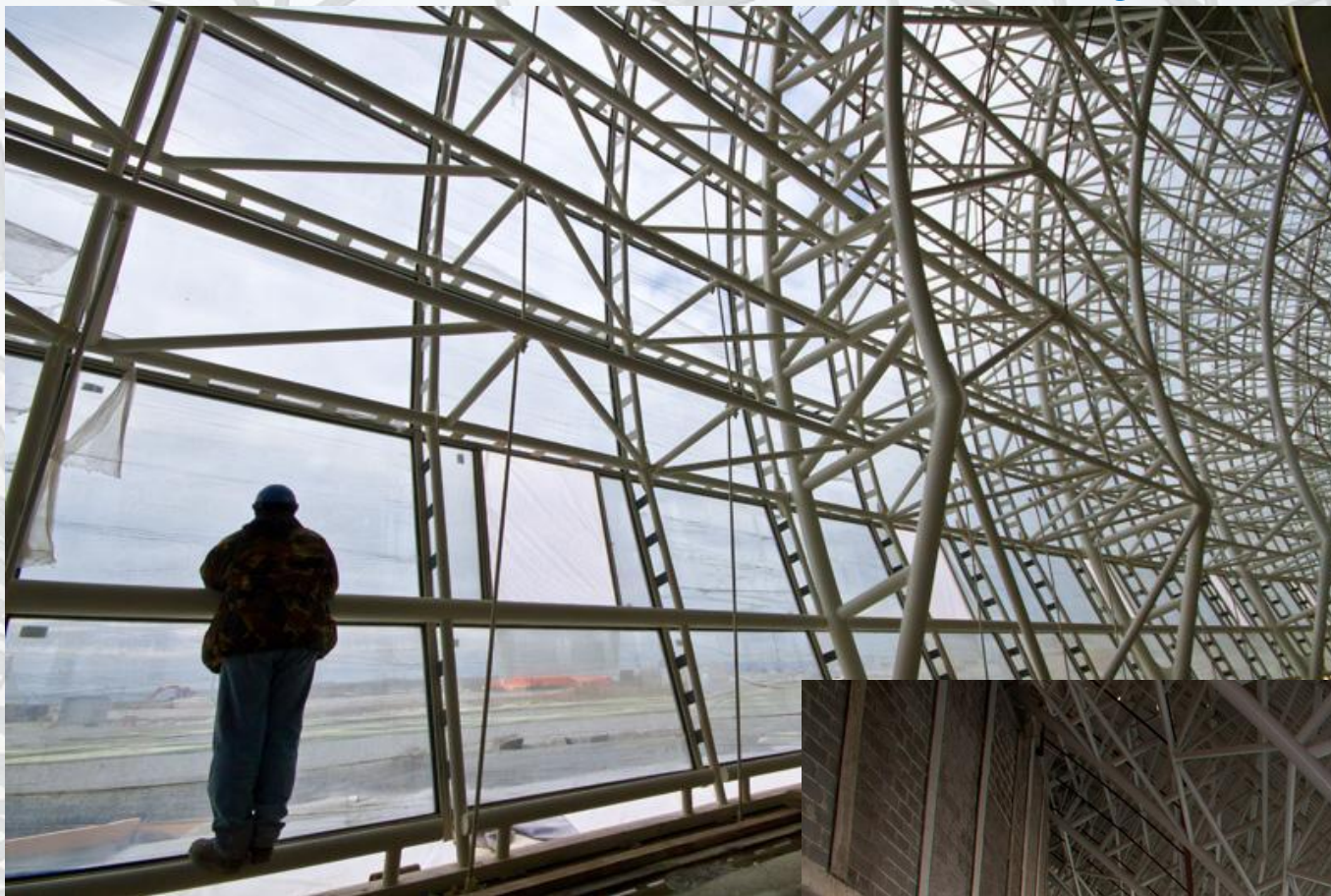
Большая ледовая арена – устройство стен



Система фахверковых ферм пролетом от 23 - 34 м



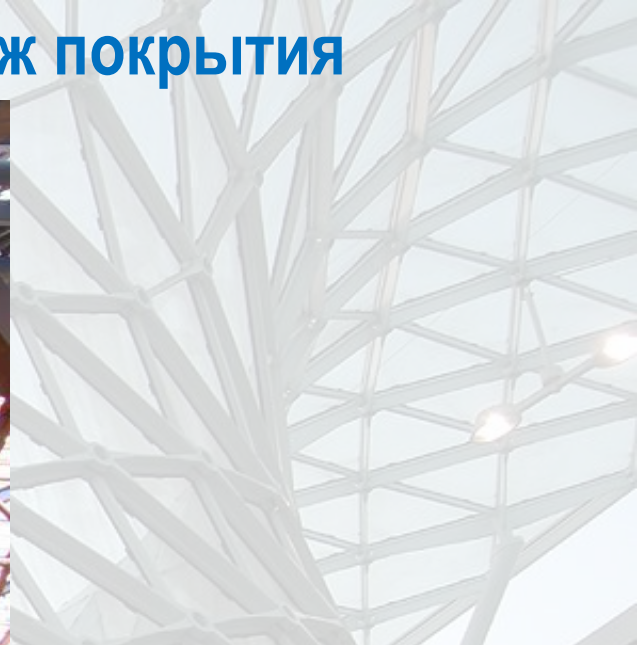
Большая ледовая арена – устройство стен



Система фахверковых ферм пролетом от 23 - 34 м



Большая ледовая арена – монтаж покрытия



Большая ледовая арена



Дворец Зимнего Спорта "Айсберг"

Высота: 37,5м

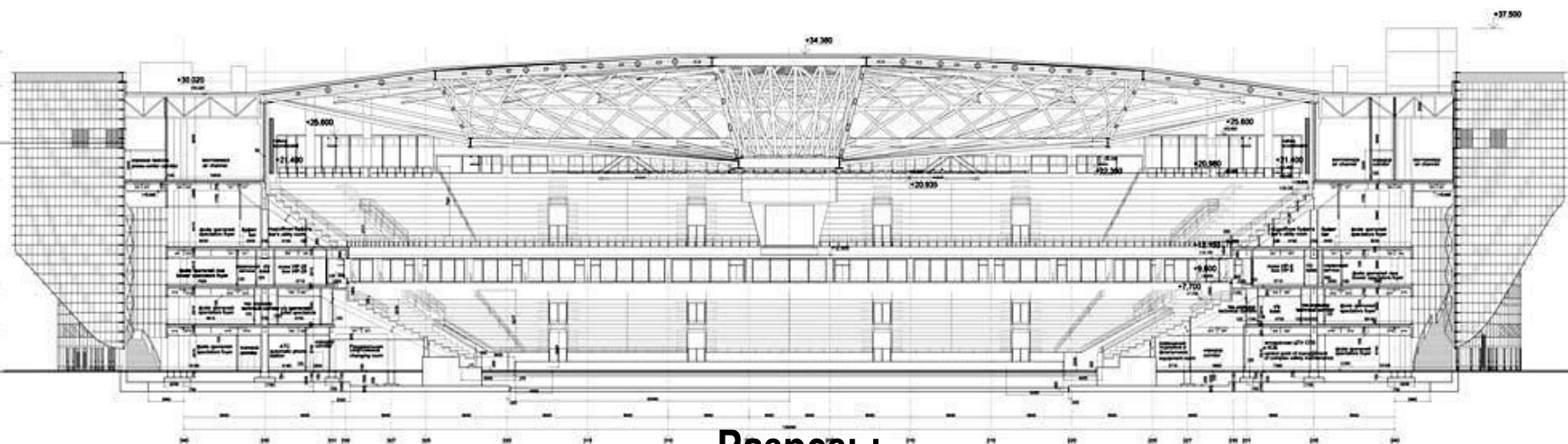
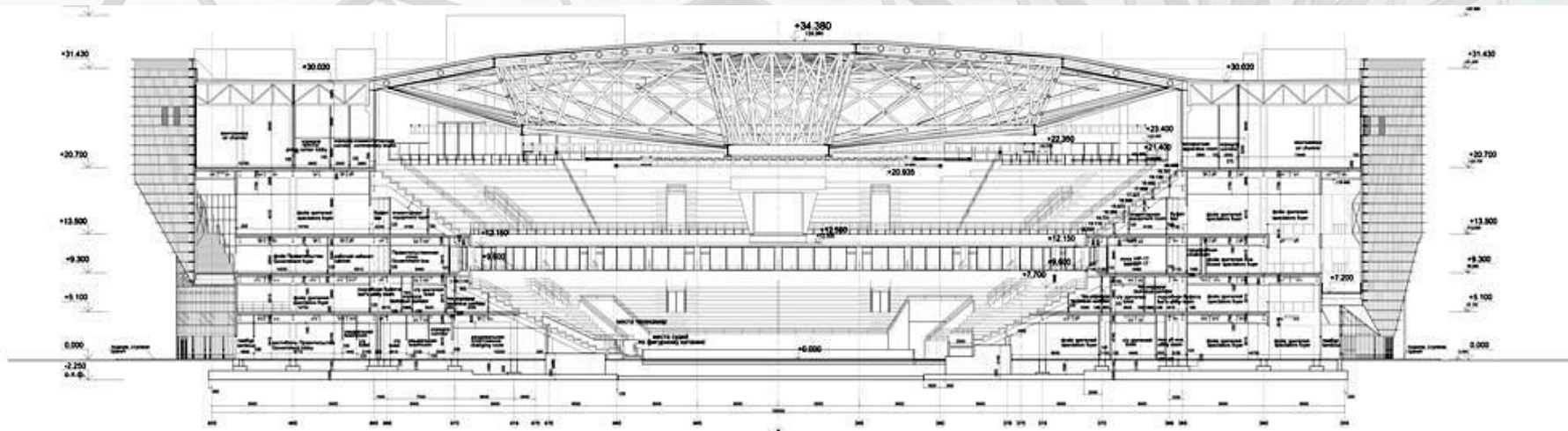
Архитектурная концепция: ГУП МИИП «Моспроект-4»;

Конструктивная часть: «УНИКОН»



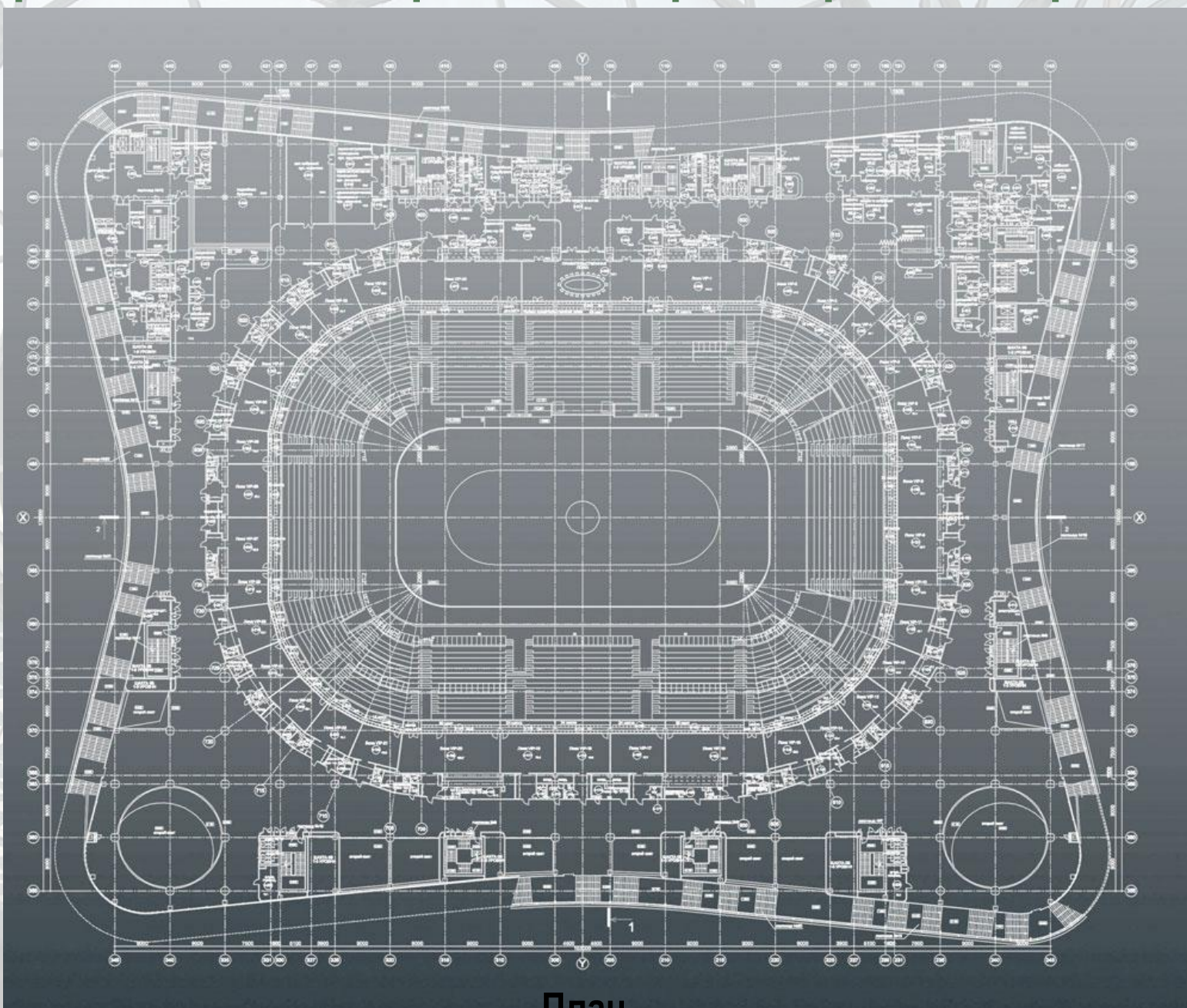
Основная несущая конструкция покрытия – купол. Покрытие состоит из центрального ядра весом более 200 тонн и 36 лучевых ферм. Общий вес покрытия составил более 1900 тонн.

Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – проектное решение



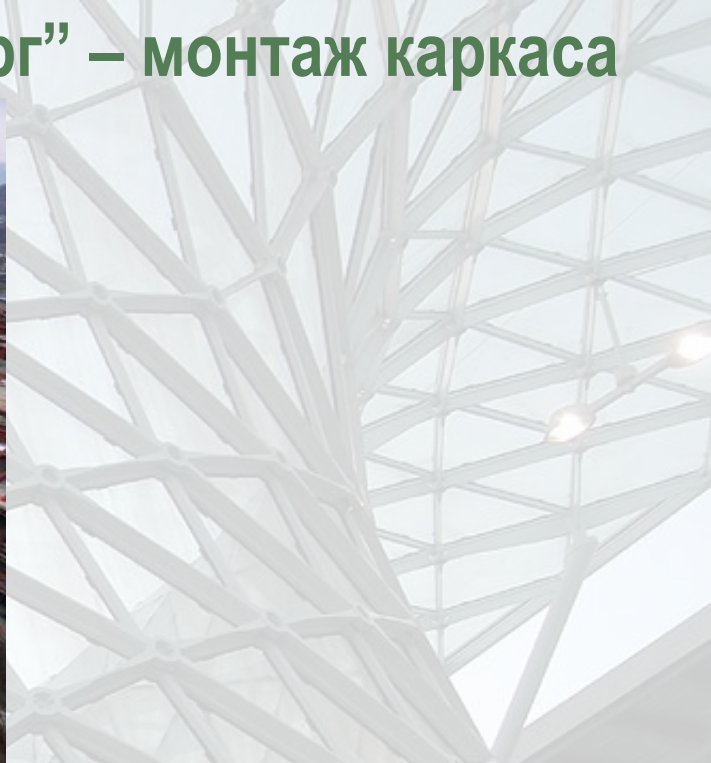
Разрезы

Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – проектное решение



План

Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – монтаж каркаса



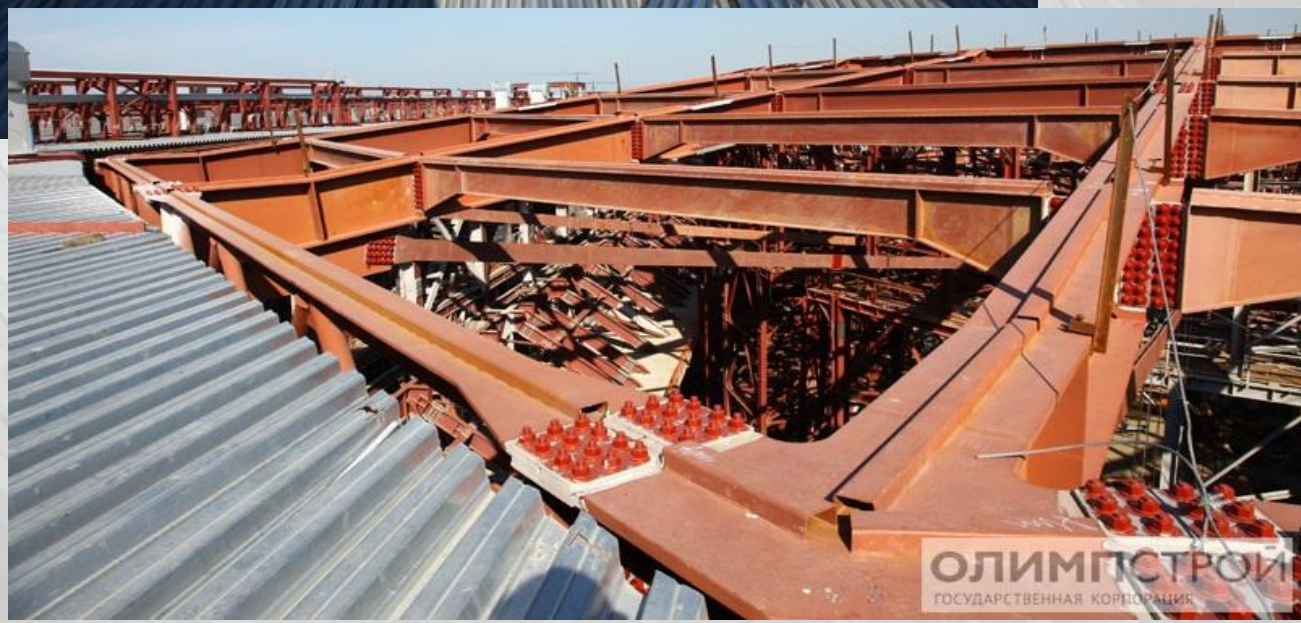
Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – монтаж купола



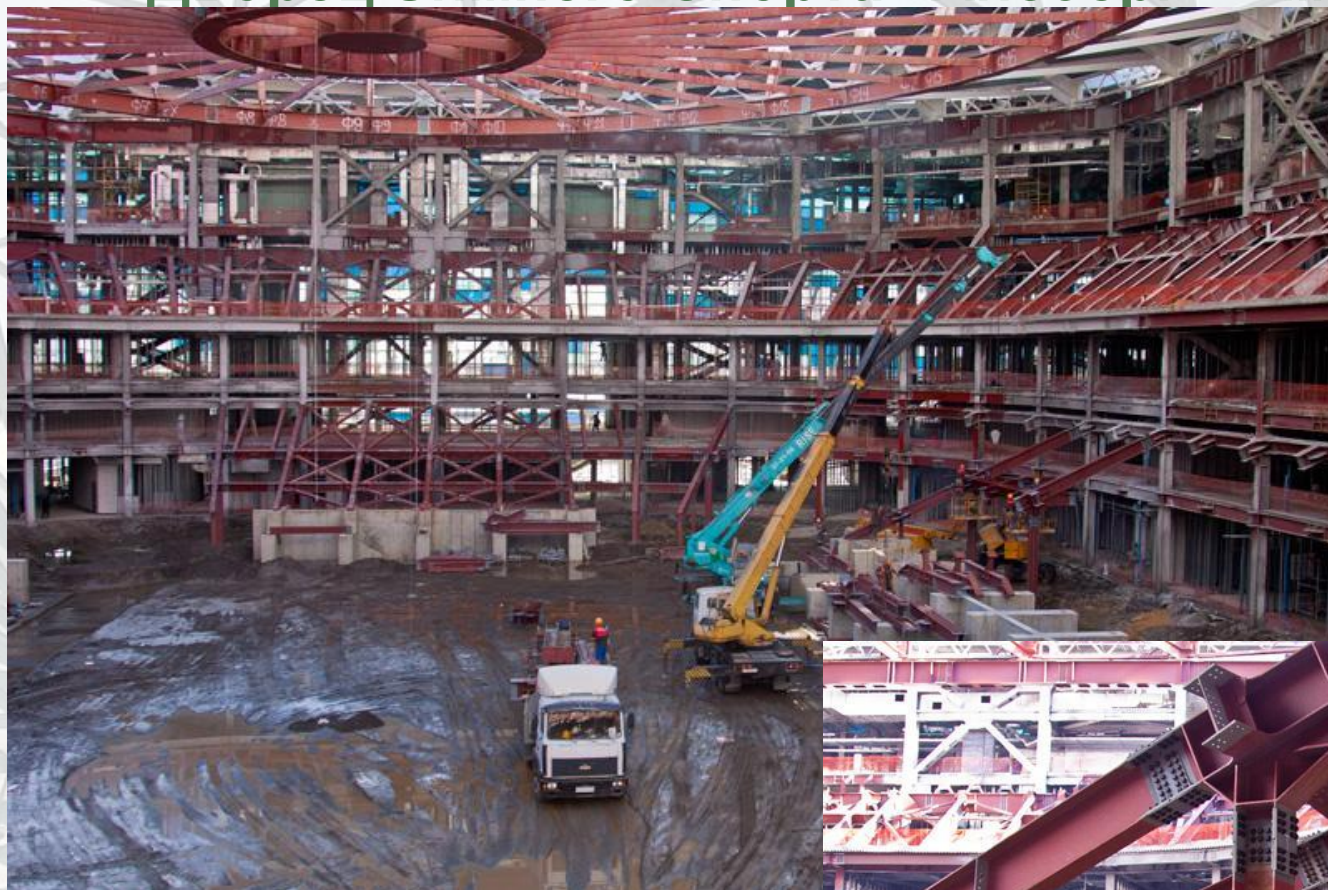
Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – монтаж купола



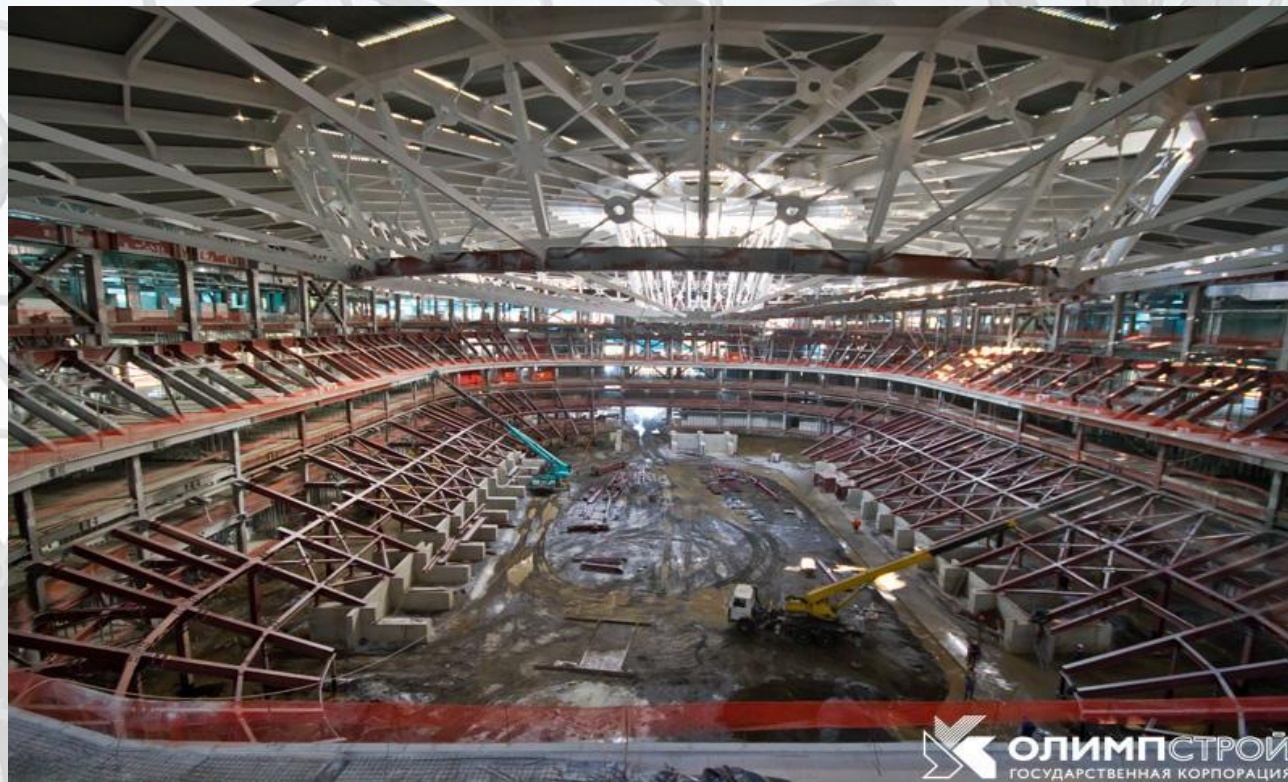
Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – устройство покрытия



Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – монтаж трибун

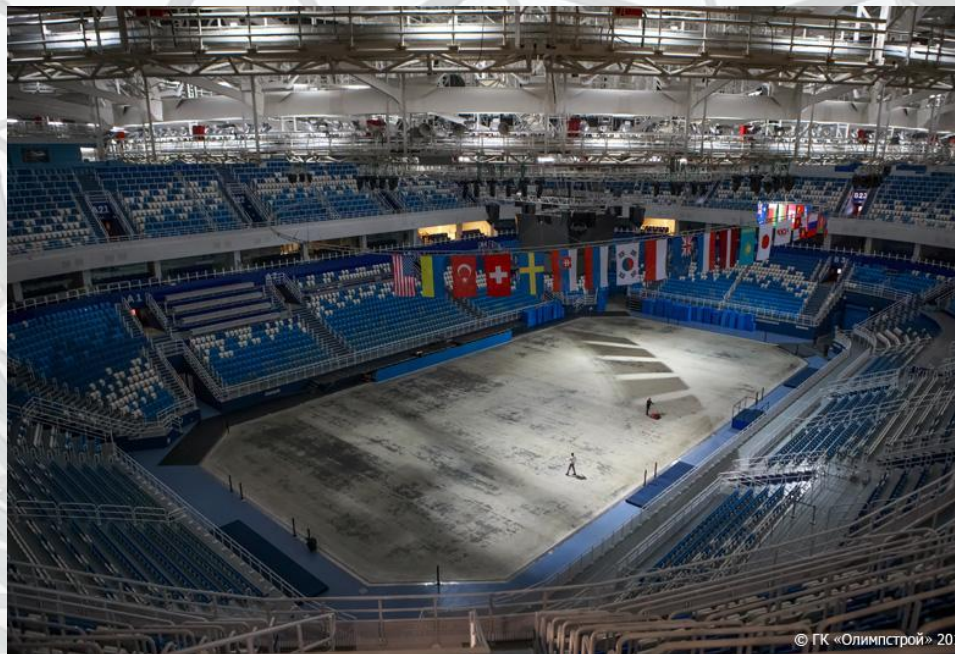


Дворец Зимнего Спорта “Айсберг” – монтаж трибун



Дворец Зимнего Спорта “Айсберг”

82



Олимпийский стадион «Фишт»

Высота: 70,0 м

Архитектурная концепция: Архитектурное бюро Populous, Моспроект-4, Botta Management Group, ЗАО «Объединение Ингеоком»;

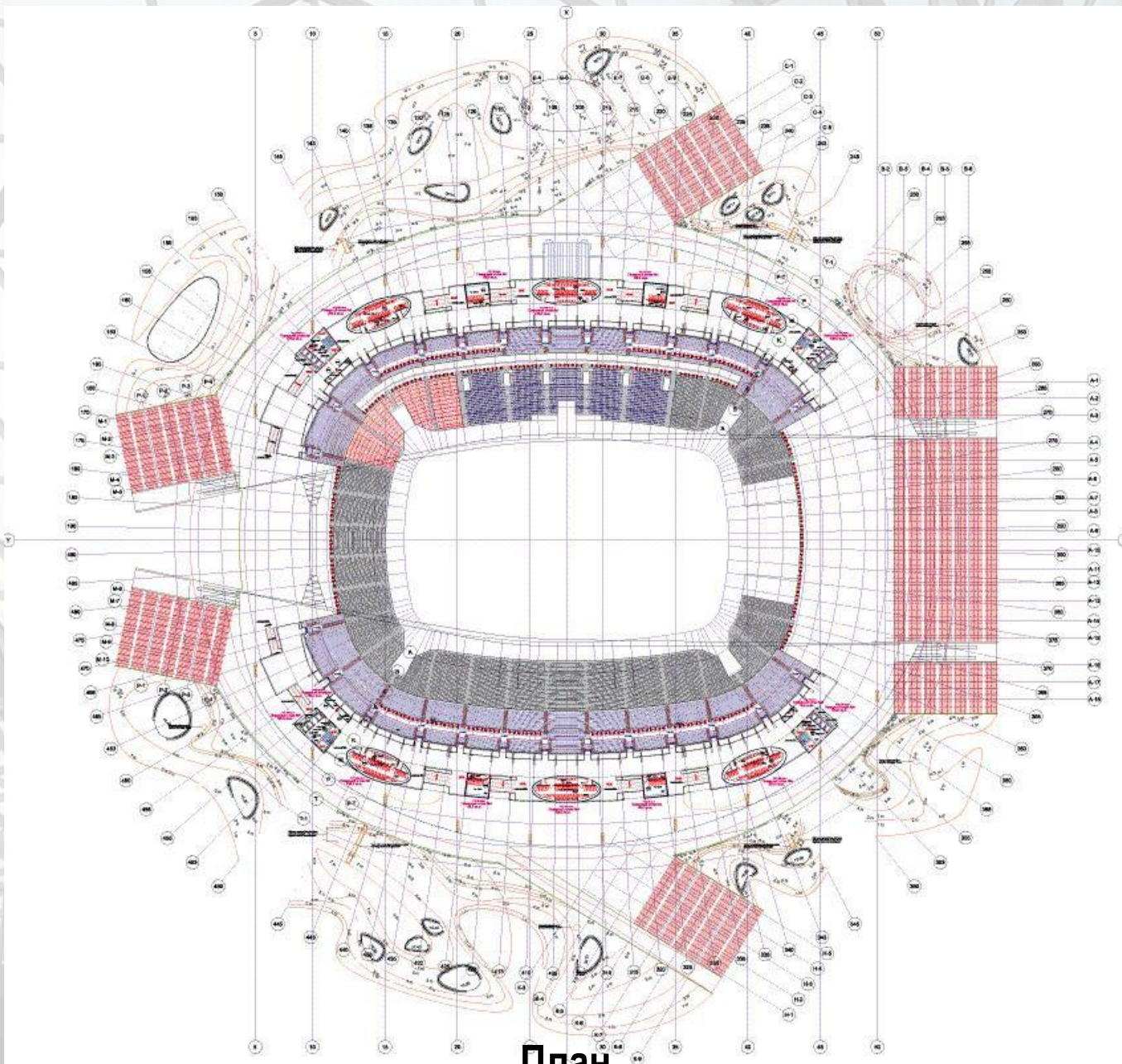
Конструктивная часть: Фирма «УНИКОН»



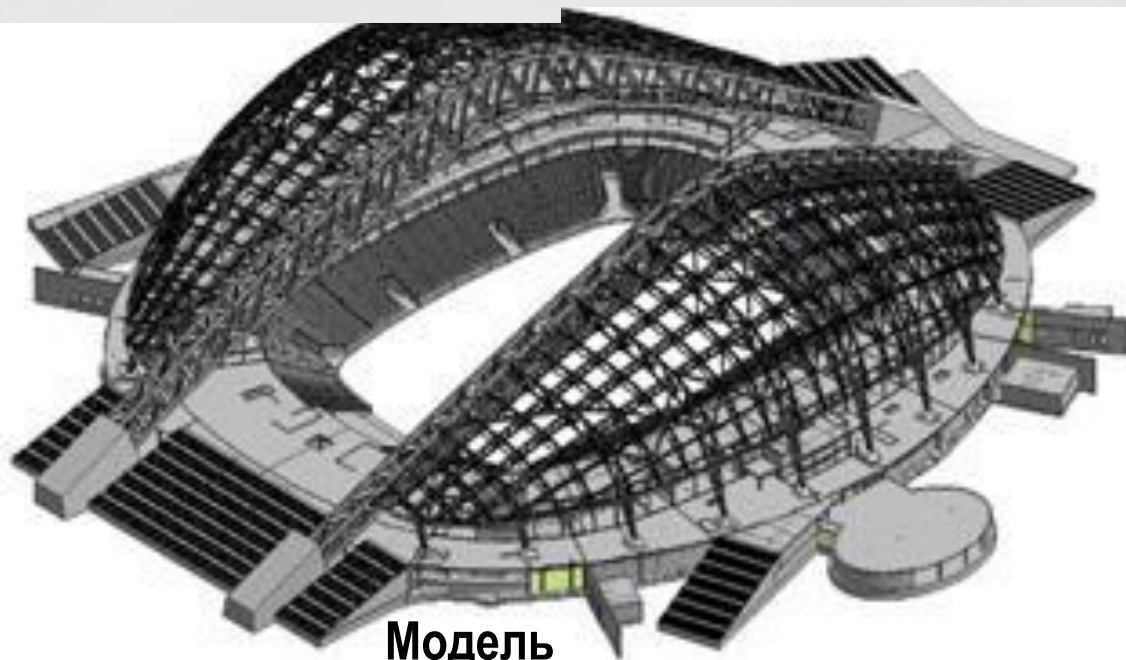
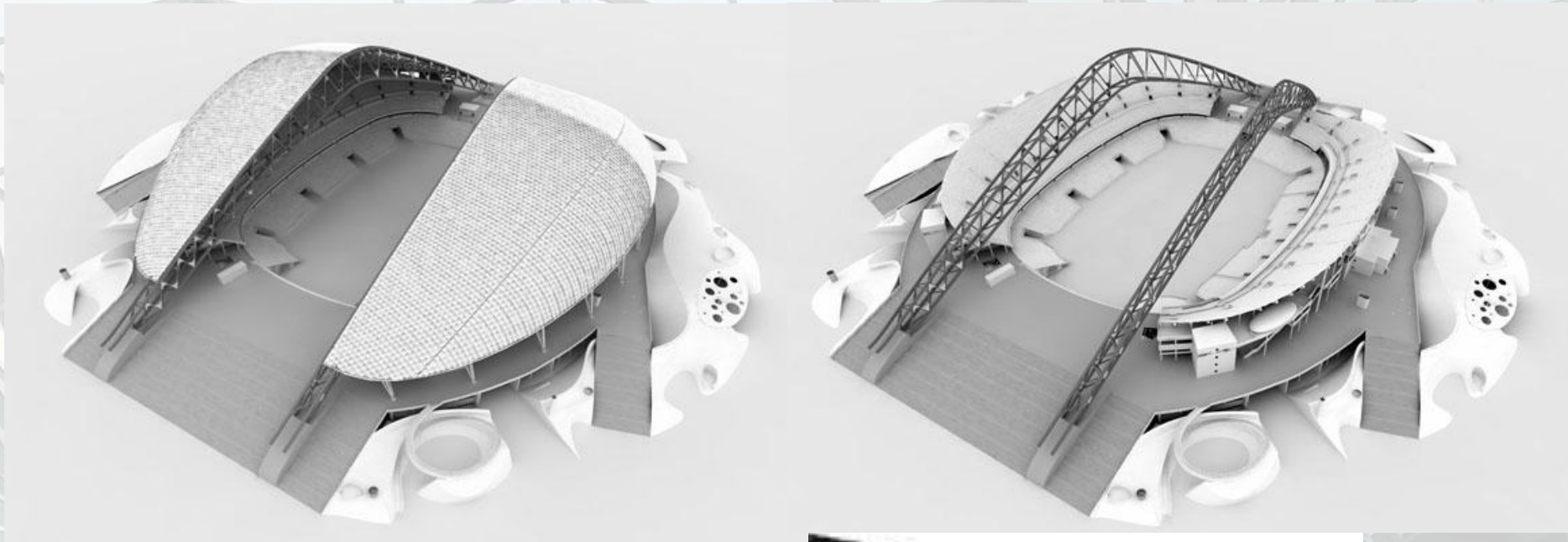
Конструктивная схема трибун и подтрибунной части здания — каркасная. Материал каркаса: монолитный железобетон, металлоконструкции, сборно-разборные железобетонные конструкции.

Ядра жесткости — монолитные железобетонные конструкции в форме лестнично-лифтовых блоков.

Олимпийский стадион «Фишт» - проектное решение



Олимпийский стадион «Фишт» - проектное решение

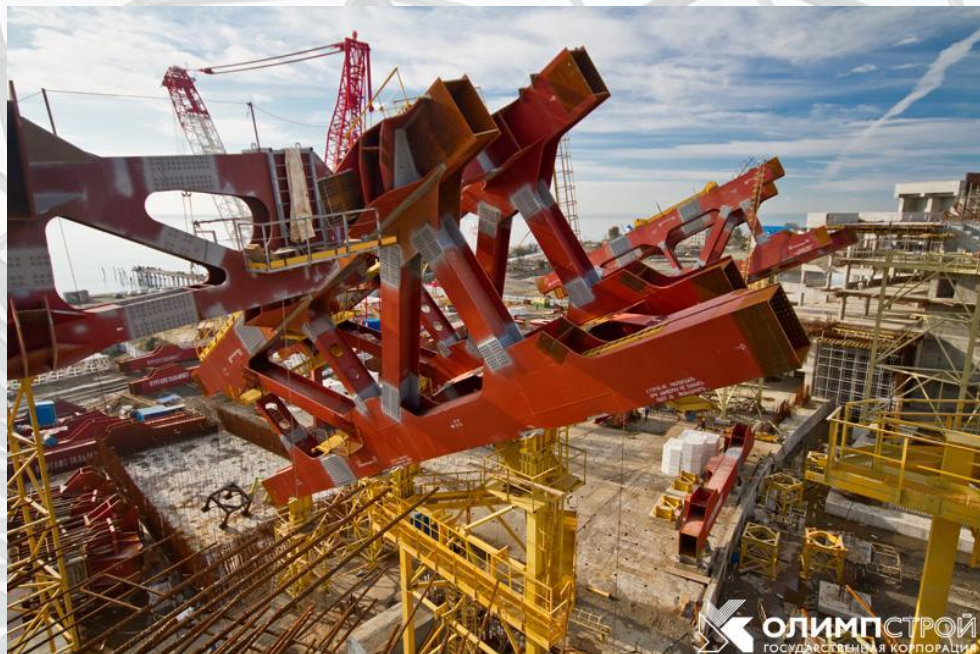


Модель

Олимпийский стадион «Фишт» - устройство каркаса и трибун

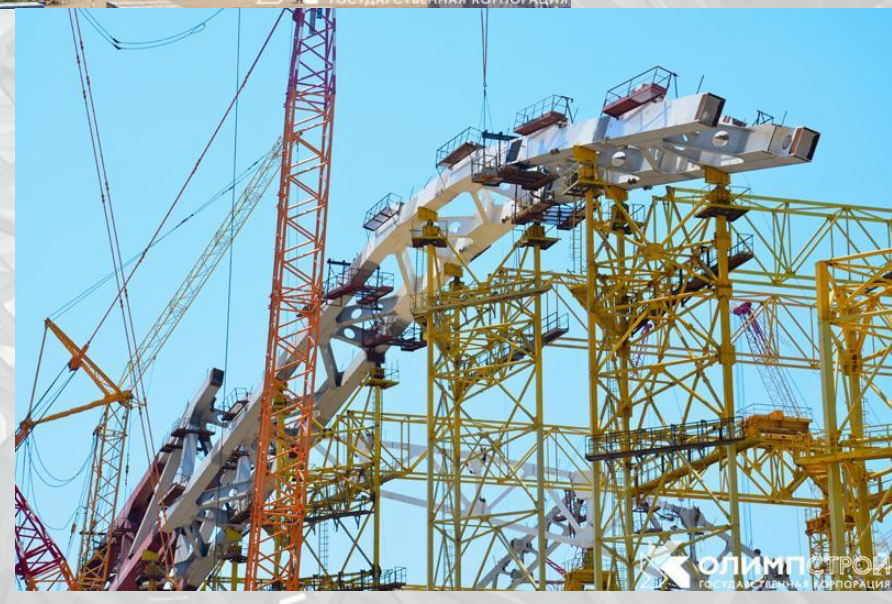


Олимпийский стадион «Фишт» - монтаж навеса

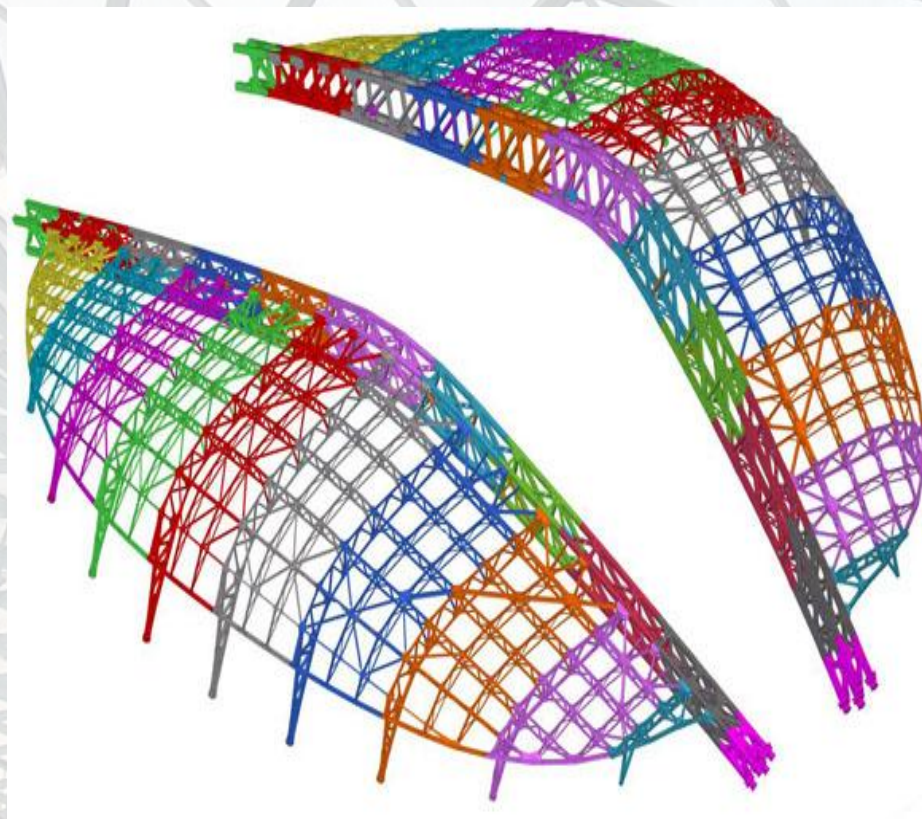


Навес состоит из двух частей, каждая из которых поддерживается аркой в форме бумеранга с длиной дуги около 280 м

Олимпийский стадион «Фишт» - монтаж купола



Олимпийский стадион «Фишт» - конструкция купола



Стальные конструкции покрытия состоят из четырех структурных компонентов: основных арок, второстепенных поддерживающих ферм, третьестепенных ферм и подконструкций оболочки покрытия.

Каждый свод основных арок состоит из четырех стальных направляющих коробчатого сечения, связанных в фермы «шнуровкой» раскосов.

Второстепенные фермы, расположенные перпендикулярно к основным аркам, построены из двух элементов: поддерживающих ферм и колонн рам. Второстепенные фермы поддерживают фермы главных арок и определяют раковинообразную форму покрытия. Они проектируются из стальных профилей коробчатого сечения.

Третьестепенные фермы, расположенные параллельно основным аркам и перпендикулярно к второстепенным фермам, несут поддерживающую структуру облицовки и обшивки покрытия.

Подконструкция облицовки навесов состоит из серии прогонов, расположенных перпендикулярно к главным аркам в полярной сетке, определяющей однонаправленные шаблоны оболочки.

Олимпийский стадион «Фишт» - монтаж арок купола



Олимпийский стадион «Фишт» - устройство кровли



Купол покрыт ячейками поликарбонатных плит



Олимпийский стадион «Фишт» - устройство кровли



Олимпийский стадион «Фишт»



Ледовая арена «Шайба»

Высота: 22,8 м

Архитектурная концепция: ОАО «ЦНИИПромзданий», «STAHLBAU PICHLER»;

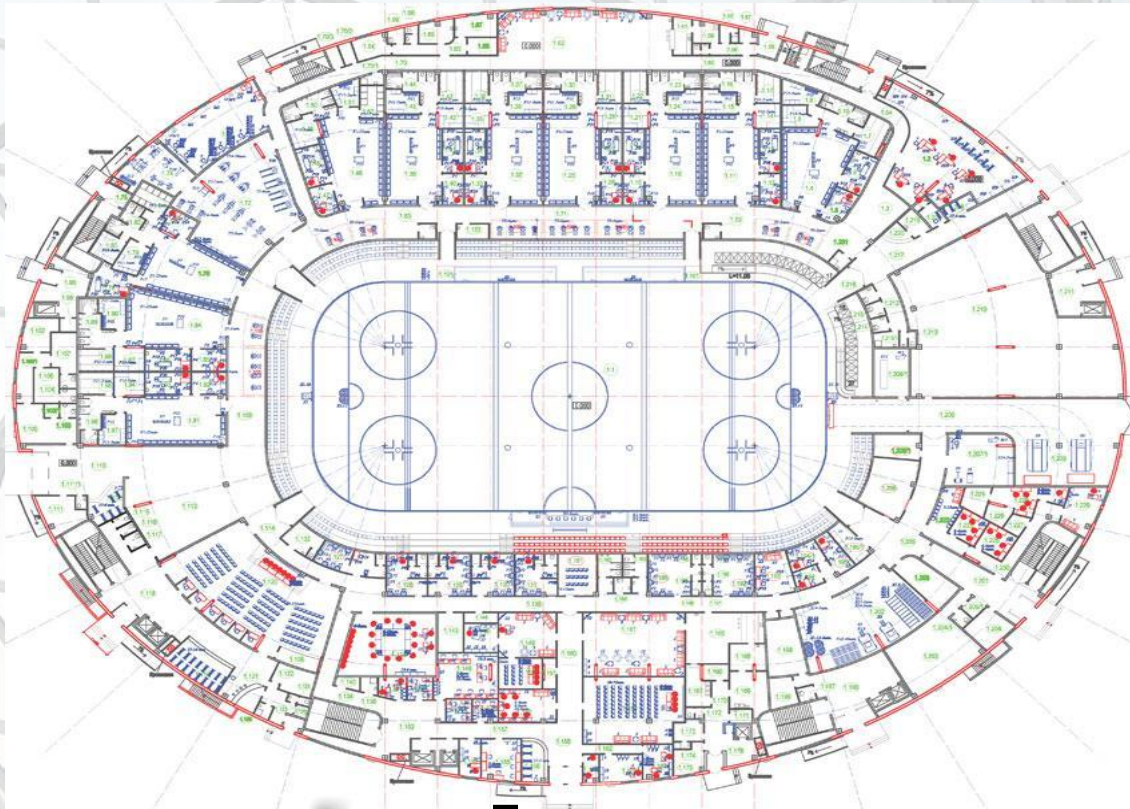
Конструктивная часть: ООО «УГМК-Холдинг»,



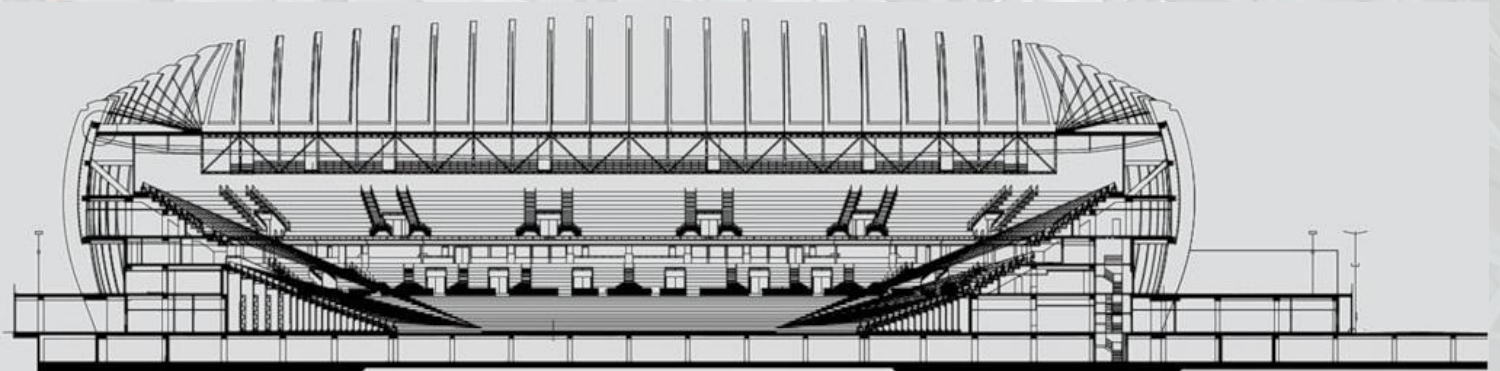
Покрытие состоит из металлических ферм. Пролёт восьми из них составил более 70 метров. Металлические конструкции покрытия закрываются профилированным настилом – выполнена современная мембранная кровля.

Фасад «Шайбы» состоит из двух оболочек – основной и декоративной. Основными ограждающими конструкциями здания являются трёхслойные навесные сэндвич-панели.

Ледовая арена «Шайба» - проектное решение



План



Разрез

Ледовая арена «Шайба» - монтаж каркаса



Ледовая арена «Шайба» - монтаж каркаса



Ледовая арена «Шайба» - монтаж купола



Ледовая арена «Шайба» - установка трибун



Ледовая арена «Шайба»



Кёрлингговый центр «Ледяной куб»

Высота: 19,0 м

Архитектурная концепция: «STAHLBAU PICHLER»;

Конструктивная часть: ОАО «ИСК Славобласть»;



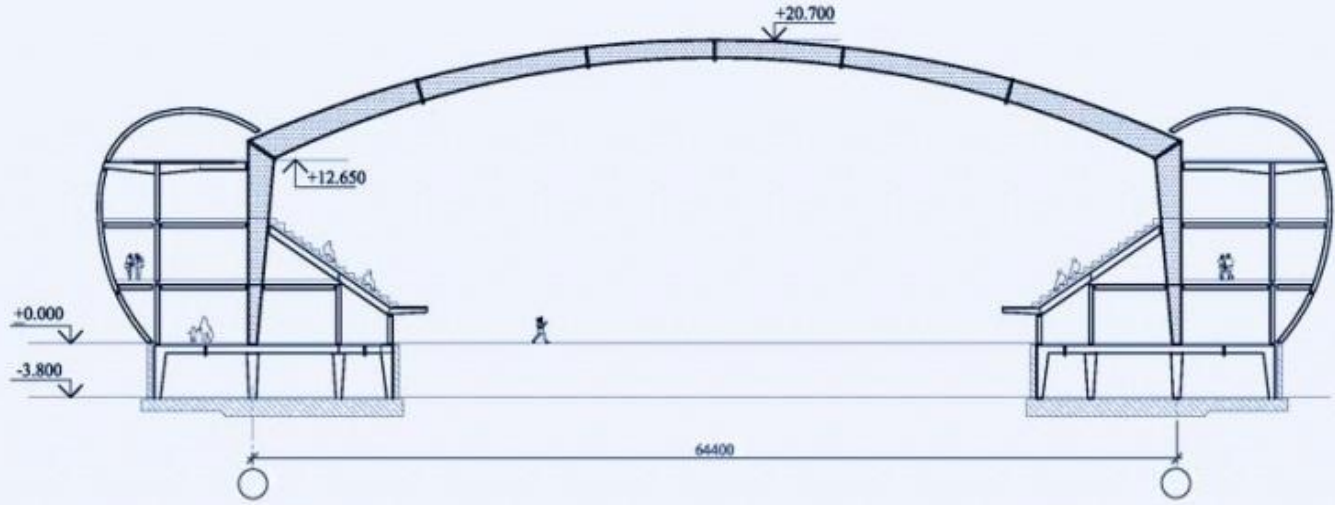
Самый миниатюрный спортивный объект в Олимпийском парке.

Общая масса конструкций арены — 1148 тонн.

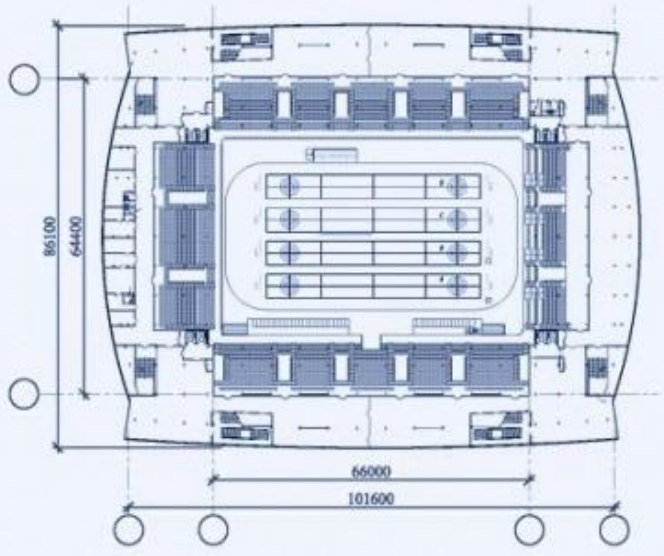
Дизайн отличается лаконичностью, в то же время в нем прослеживается нотка торжественности.

Кёрлингový центр «Ледяной куб» - проектное решение

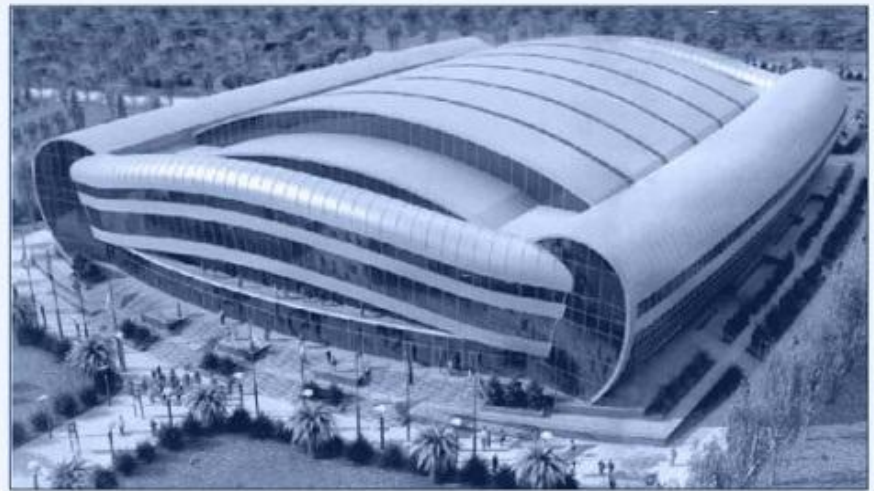
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ



ПЛАН НА ОТМ. +8.550



ОБЩИЙ ВИД ЗДАНИЯ



Сборно-разборное здание арены для кёрлинга выполнено с применением рамных конструкций переменного сечения. Все конструкции каркаса опираются на монолитную фундаментную плиту в виде полого прямоугольника, воспринимающего вертикальные и горизонтальные нагрузки от распора рам и сейсмических воздействий.

Условные обозначения: об. спорт.

Кёрлингový центр «Ледяной куб» - монтаж рамных конструкций каркаса



Кёрлингговый центр «Ледяной куб» - устройство крыши



Кёрлингговый центр «Ледяной куб» - остекление фасада



Кёрлингговый центр «Ледяной куб»



Конькобежный центр «Адлер-Арена»

Высота: 24,7 м

Архитектурная концепция: ЗАО «Строй Интернейшнл»;

Конструктивная часть: ОАО «ЦПТСККк Омега»;

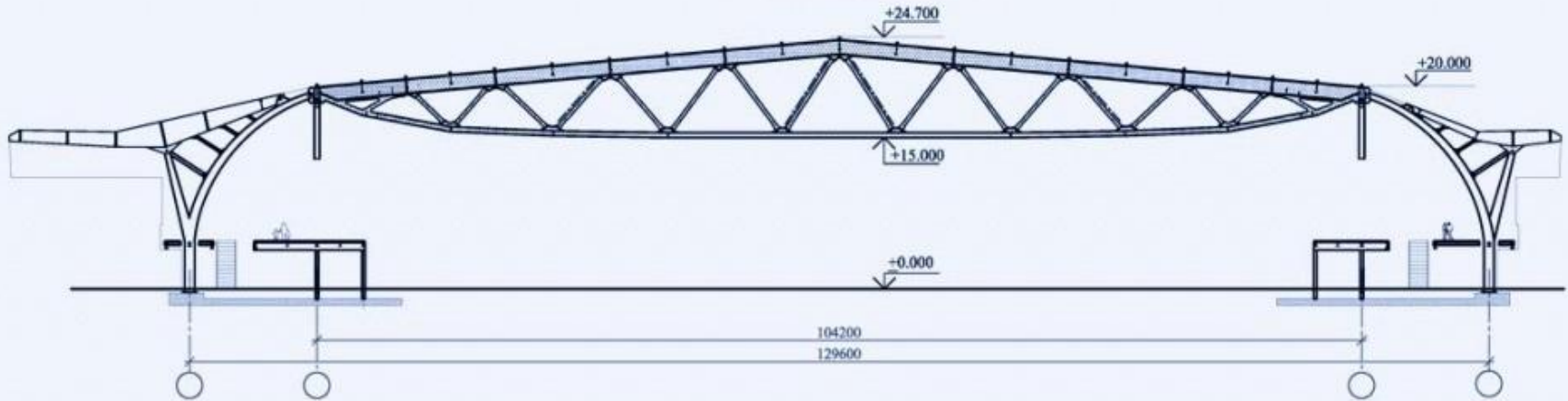


Представляет собой крытый овальный стадион с двумя соревновательными дорожками и одной тренировочной.

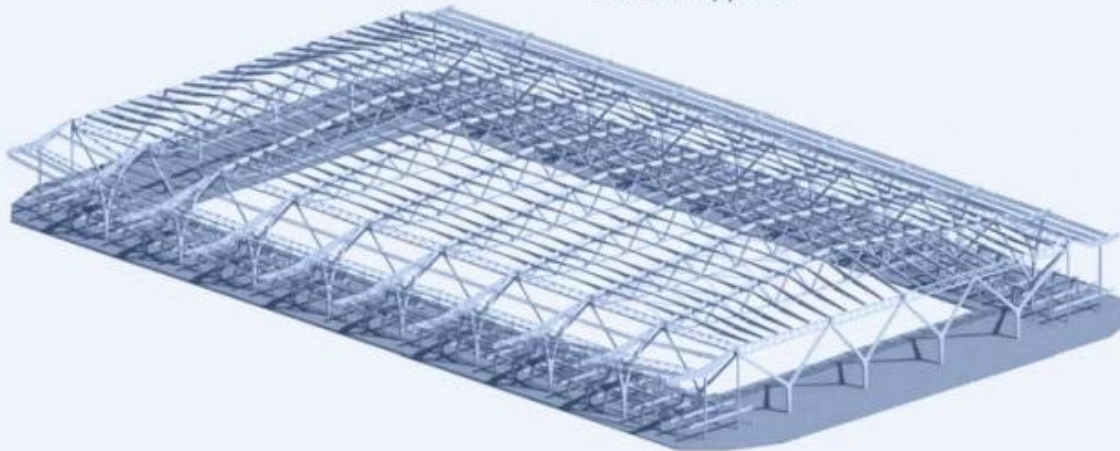
Использованы современных легких металлических конструкций для покрытия ледового овала и создания наружной оболочки здания.

Конькобежный центр «Адлер-Арена» - планировочное решение

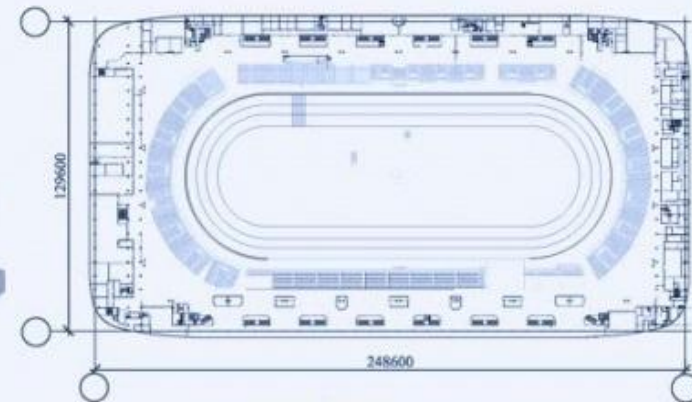
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ



КАРКАС ЗДАНИЯ



ПЛАН ЗДАНИЯ



ОБЩИЙ ВИД ЗДАНИЯ



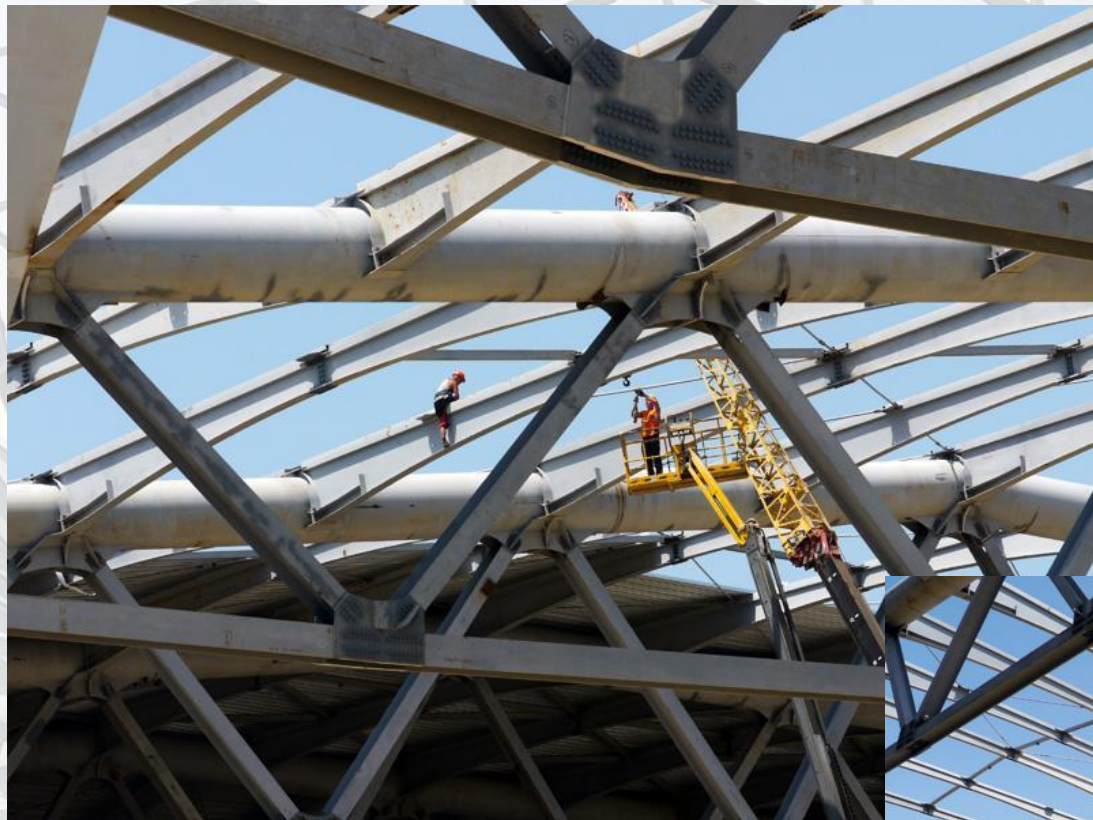
Уникальный спортивный объект для проведения соревнований по конькобежному спорту на Олимпиаде Сочи 2014. Здание разделено на три блока - большой пролетный центральный блок (пролет 104,2 м) и два торцевых многостажных блока. Основной пролет перекрыт фермами с верхним поясом из трубы 1420x20, нижний пояс - из сварного двутавра. Все блоки опираются на единую монолитную фундаментную плиту в виде полого прямоугольника, воспринимающего вертикальные и горизонтальные сейсмические нагрузки. В постолимпийский период будет использоваться как выставочный центр.

Характеристики объекта

Конькобежный центр «Адлер-Арена» - монтаж каркаса



Конькобежный центр «Адлер-Арена» - монтаж ферм



Основной пролет перекрыт фермами с верхним поясом из труб 1420x20мм, нижний пояс – из сварного двутавра



Конькобежный центр «Адлер-Арена» - монтаж фасадной подсистемы



Конькобежный центр «Адлер-Арена»

