

Железобетонные и каменные конструкции

Попов Владимир Мирович,
к.т.н., доцент

Железобетонные и каменные конструкции

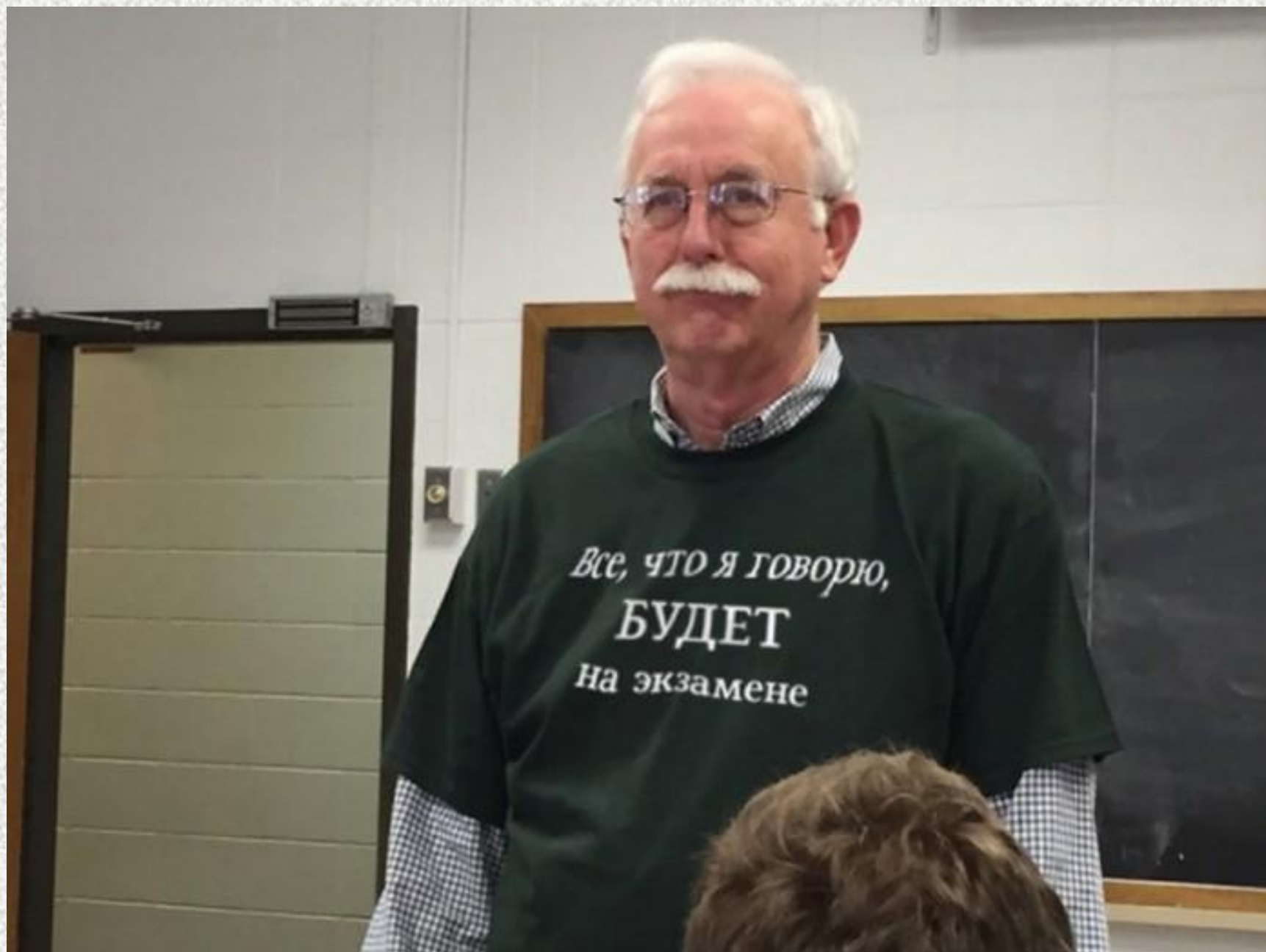
6 семестр:— лекции 36 ч

— практические занятия 18 ч

— лабораторные работы 18 ч

— курсовой проект: «Расчет и конструирование железобетонных конструкций многоэтажного каркасного здания»

— зачет



Учебная литература:

ОСНОВНАЯ:

- Железобетонные и каменные конструкции: Учеб. Для строит.вузов/В.М.Бондаренко, Р.О.Бакиров, В.Г.Назаренко, В.И.Римшин; — 3-е изд., исправл.—М.: Высш. шк., 2004. — 876 с.
- Железобетонные и каменные конструкции: В 2 ч. Ч.1 Железобетонные конструкции: учебнике для студентов учреждений высшего профессионального образования/В.Г. Евстифеев.—М.: Издательский центр «Академия», 2011. —432 с.
- Железобетонные и каменные конструкции: В 2 ч. Ч.2. Каменные и армокаменные конструкции: учебнике для студ. Учреждений высш. проф. образования/В.Г. Евстифеев.—М.: Издательский центр «Академия», 2011. —192 с.
- Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций.: Учебное пособие./А.И.Бедов, А.И.Габитов. —М.: Издательство АСВ, 2008. —568с.
- О.Г. Кумпяк и др. Железобетонные и каменные конструкции. Учебник. —М.: Издательство АСВ. —2011. —672с.
- Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. —Монография. М.: Издательство АСВ, 2011. — 352с.

Учебная литература:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

- Железобетонные конструкции. Общий курс. Учеб. Для вузов.-5-е изд., перераб. и доп./ В.Н.Байков, Э. Е.Сигалов;—М.: Стройиздат, 1991. —767с.
- Методические указания и справочные материалы к курсовому проекту № 1 по дисциплине «Железобетонные конструкции». М., МГСУ, 2009.
- Расчет и конструирование железобетонных конструкций одноэтажного промышленного здания. Учеб. Пособие к курсовому проекту №3 по дисциплине «Железобетонные конструкции». /С.В.Горбатов, М.А.Боровничий, А.А.Янович;—М.: МГСУ, 2007.
- Кузнецов В.С., Малахова А.Н., Прокуророва Е.А. Железобетонные монолитные перекрытия и каменные конструкции многоэтажных зданий. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие:—М.: Издательство АСВ, 2009. —216с.
- Малибаев С.А., Телоян А.Л., Марабаев Н.Л. Строительные конструкции. Учебное пособие: «Железобетонные и каменные конструкции»/Учебное пособие:—М.: Издательство АСВ,2008. — 176с
- Основы расчета железобетона в вопросах и ответах: Учебное пособие В.В. Габрусенко. — М.: издательство АСВ,2002. — 104с.

Нормативные документы:

- СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003. Железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция. М. 2012.»
- СП 52-101-2003. Железобетонные конструкции без предварительного напряжения.
- СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции.
- СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий.
- СП 52-104-2006. Сталефибробетонные конструкции
- СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»
- Пособие к СП 52-101-2003. Железобетонные конструкции без предварительного напряжения.
- Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004)

Сущность железобетона

Железобетон — сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции. Термин **железобетон** нередко употребляется как собирательное название **железобетонных конструкций и изделий**.

Сущность железобетона

Железобетон — сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции. Термин **железобетон** нередко употребляется как собирательное название **железобетонных конструкций и изделий**.

Идея сочетания в **железобетоне** двух крайне различающихся своими свойствами материалов основана на том, что прочность **бетона** при растяжении значительно (в 10-20 раз) меньше, чем при сжатии, поэтому в конструкции он предназначен для восприятия сжимающих усилий;

Сущность железобетона

Железобетон сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции. Термин **железобетон** нередко употребляется как собирательное название **железобетонных конструкций и изделий**.

Идея сочетания в **железобетоне** двух крайне различающихся своими свойствами материалов основана на том, что прочность бетона при растяжении значительно (в 10-20 раз) меньше, чем при сжатии, поэтому в конструкции он предназначен для восприятия сжимающих усилий;

Стальная арматура, обладающая высоким временным сопротивлением при растяжении, используется главным образом для восприятия растягивающих усилий.

Сущность железобетона

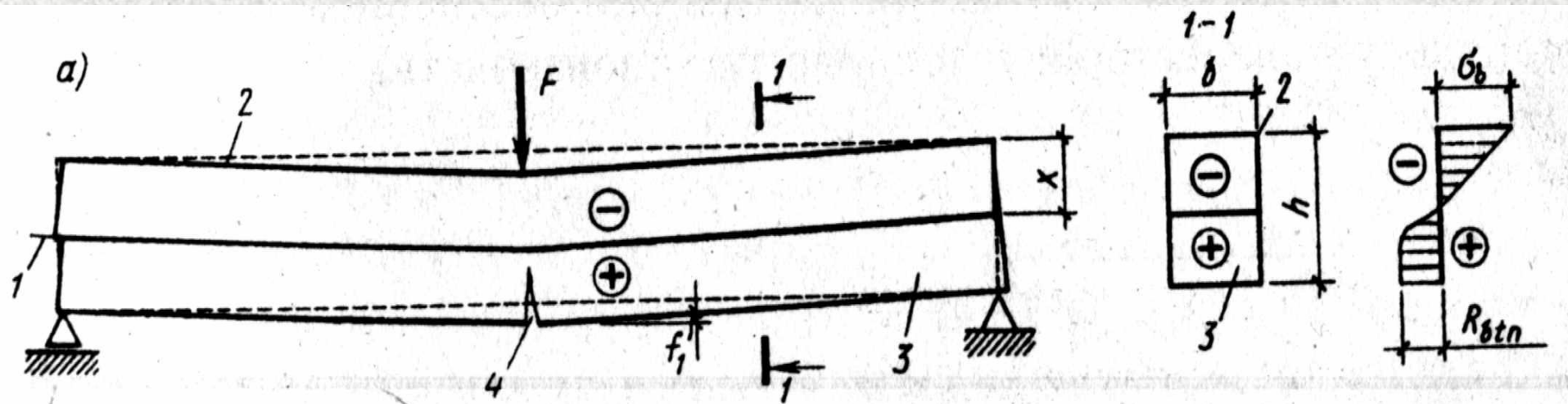
Железобетон сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции. Термин **железобетон** нередко употребляется как собирательное название **железобетонных конструкций и изделий**.

Идея сочетания в **железобетоне** двух крайне различающихся своими свойствами материалов основана на том, что прочность **бетона** при растяжении значительно (в 10-20 раз) меньше, чем при сжатии, поэтому в конструкции он предназначается для восприятия сжимающих усилий;

стальная арматура, обладающая высоким временным сопротивлением при растяжении, используется главным образом для восприятия растягивающих усилий.

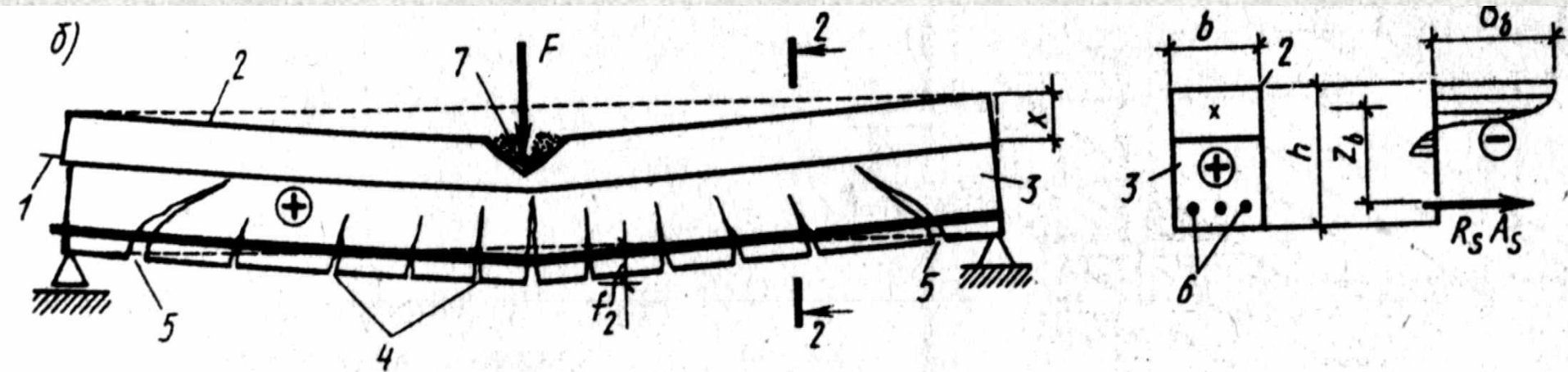
Если поместить арматуру в растянутую зону железобетонной балки, то ее несущая способность по нормальному сечению возрастет, по сравнению с бетонной балкой, в 15...20раз.

СХЕМА РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННОЙ БАЛКИ



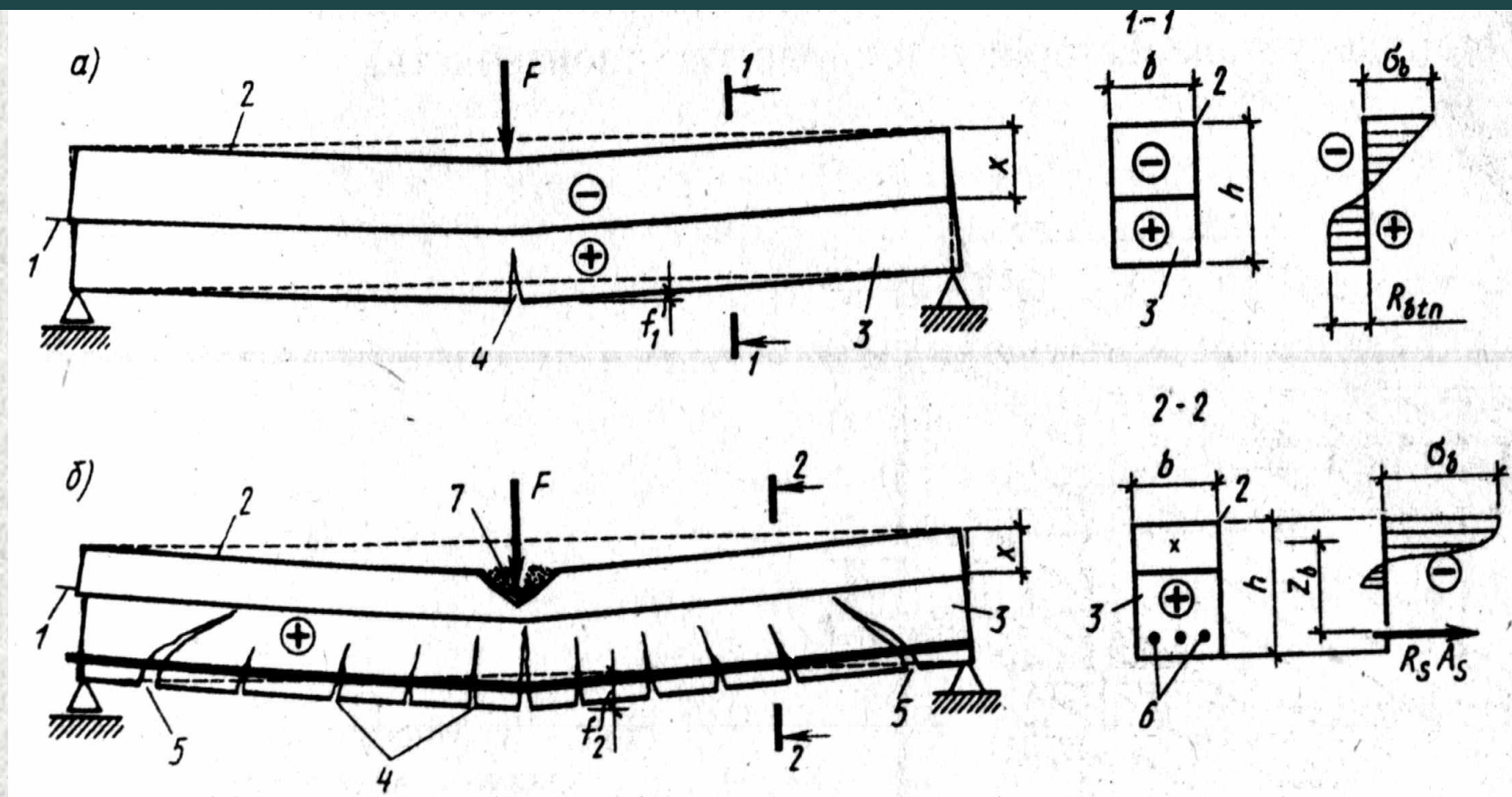
1 — нейтральная ось; 2 — сжатая зона балки;
3 — растянутая зона балки; 4 — нормальные трещины

Схема разрушения железобетонной балки



- 1 —нейтральная ось; 2 — сжатая зона балки;
3 — растянутая зона балки; 4 — нормальные трещины;
5 — наклонные трещины; 6 - стальная арматуры;
7 — раздробление бетона сжатой зоны

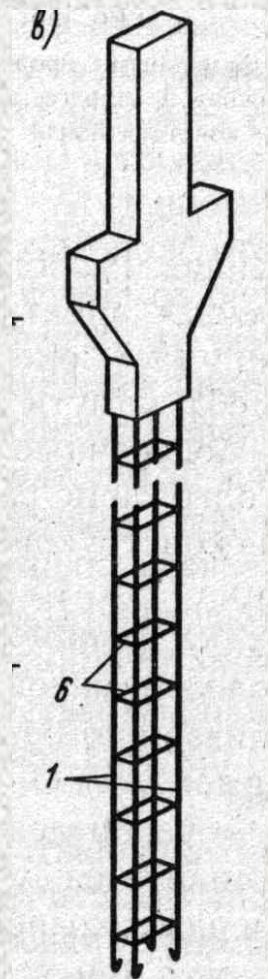
Схемы разрушения балок



- а** — бетонной балки; **б** — железобетонной балки;
- 1** —нейтральная ось; **2** — сжатая зона балки;
- 3** — растянутая зона балки; **4** — нормальные трещины;
- 5** — наклонные трещины; **6** — стальная арматуры;
- 7** — раздробление бетона сжатой зоны

Установка арматуры в сжатую зону бетона, например в колонны, также заметно повышает несущую способность, т.к. арматура хорошо сопротивляется не только растяжению, но и сжатию, а поперечная арматура совместно с окружающим бетоном препятствует потере устойчивости продольной сжатой арматуры.

Установка арматуры в сжатую зону бетона, например в колонны, также заметно повышает несущую способность, т.к. арматура хорошо сопротивляется не только растяжению, но и сжатию, а поперечная арматура совместно с окружающим бетоном препятствует потери устойчивости продольной сжатой арматуры.



Взаимодействие столь различных материалов весьма эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищает ее от коррозии, т. к. в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда;

Взаимодействие столь различных материалов весьма эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищает ее от коррозии, т. к. в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда;

Монолитность бетона и арматуры обеспечивается также относительной близостью их коэффициентов линейного расширения (для бетона от $7,5 \times 10^{-6}$ до 12×10^{-6} , для стальной арматуры 12×10^{-6});

Взаимодействие столь различных материалов весьма эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищает ее от коррозии, т. к. в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда;

монолитность бетона и арматуры обеспечивается также относительной близостью их коэффициентов линейного расширения (для бетона от $7,5 \times 10^{-6}$ до 12×10^{-6} , для стальной арматуры 12×10^{-6});

В пределах изменения температуры от -40°C до 60°C основные физико-механические характеристики бетона и арматуры практически не изменяются, что позволяет применять **железобетон** во всех климатических зонах.

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.
Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов:

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними. Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов: механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры,

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.

Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов:

механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры;

сил трения от обжатия арматуры бетоном в результате его усадки (уменьшения в объеме при твердении на воздухе)

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.

Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов:

механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры;

сил трения от обжатия арматуры бетоном в результате его усадки (уменьшения в объеме при твердении на воздухе);

и сил молекулярного взаимодействия (склеивания) арматуры с бетоном;

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.

Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов:

механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры;

сил трения от обжатия арматуры бетоном в результате его усадки (уменьшения в объеме при твердении на воздухе);

и сил молекулярного взаимодействия (склеивания) арматуры с бетоном;

определяющим является фактор механического зацепления.

Основа взаимодействия бетона и арматуры - наличие сцепления между ними.

Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от следующих факторов:

механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры;

сил трения от обжатия арматуры бетоном в результате его усадки (уменьшения в объеме при твердении на воздухе);

и сил молекулярного взаимодействия (склеивания) арматуры с бетоном;

определяющим является фактор механического зацепления.

Применение арматуры периодического, сварных каркасов и сеток, устройство крюков и анкеров увеличивают сцепление арматуры с бетоном и улучшают их совместную работу.

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

при кратковременном воздействии температуры в 200°C прочность бетона снижается на 30%, а при длительном - на 40%.

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

при кратковременном воздействии температуры в 200°C прочность бетона снижается на 30%, а при длительном - на 40%.

Температура в $500-600^{\circ}\text{C}$ является для обычного бетона критической, при которой он разрушается в результате обезвоживания и разрыва скелета цементного камня.

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

при кратковременном воздействии температуры в 200°C прочность бетона снижается на 30%, а при длительном - на 40%.

Температура в $500-600^{\circ}\text{C}$ является для обычного бетона критической, при которой он разрушается в результате обезвоживания и разрыва скелета цементного камня.

Поэтому **обычный железобетон** рекомендуется применять при температуре не выше 200°C .

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

при кратковременном воздействии температуры в 200°C прочность бетона снижается на 30%, а при длительном - на 40%.

Температура в $500-600^{\circ}\text{C}$ является для обычного бетона критической, при которой он разрушается в результате обезвоживания и разрыва скелета цементного камня.

Поэтому обычный **железобетон** рекомендуется применять при температуре не выше 200°C .

В тепловых агрегатах, работающих при температурах до 1700°C , используется **жаростойкий бетон**.

Нарушение структуры и заметное снижение прочности бетона наступает при температуре свыше 60°C ;

при кратковременном воздействии температуры в 200°C прочность бетона снижается на 30%, а при длительном - на 40%.

Температура в $500-600^{\circ}\text{C}$ является для обычного бетона критической, при которой он разрушается в результате обезвоживания и разрыва скелета цементного камня.

Поэтому обычный **железобетон** рекомендуется применять при температуре не выше 200°C .

В тепловых агрегатах, работающих при температурах до 1700°C , используется **жаростойкий бетон**.

Для предохранения арматуры от коррозии и быстрого нагревания (например, при пожаре), а также надежного ее сцепления с бетоном в конструкциях предусматривается устройство защитного слоя бетона толщиной от 10 до 30 мм; в агрессивной среде толщина защитного слоя увеличивается.

Появление железобетона стало возможным благодаря выгодному сочетанию физико-механических свойств бетона и арматуры:

Появление железобетона стало возможным благодаря выгодному сочетанию физико-механических свойств бетона и арматуры:

- значительные силы сцепления между бетоном и арматурой, возникающие при твердении бетона, в результате оба материала под нагрузкой деформируются совместно. Небольшая коррозия арматуры в процессе твердения бетона также повышает сцепление арматуры и бетона;

Появление железобетона стало возможным благодаря выгодному сочетанию физико-механических свойств бетона и арматуры:

- значительные силы сцепления между бетоном и арматурой, возникающие при твердении бетона, в результате оба материала под нагрузкой деформируются совместно. Небольшая коррозия арматуры в процессе твердения бетона также повышает сцепление арматуры и бетона;
- плотный бетон защищает арматуру от коррозии и предохраняет арматуру от непосредственного действия огня;

Появление железобетона стало возможным благодаря выгодному сочетанию физико-механических свойств бетона и арматуры:

- значительные силы сцепления между бетоном и арматурой, возникающие при твердении бетона, в результате оба материала под нагрузкой деформируются совместно. Небольшая коррозия арматуры в процессе твердения бетона также повышает сцепление арматуры и бетона;
- плотный бетон защищает арматуру от коррозии и предохраняет арматуру от непосредственного действия огня;
- коэффициенты линейного температурного расширения бетона и стали близки по значению, поэтому при изменении температуры в пределах 100°C возникают несущественные температурные напряжения, сохраняется совместная работа бетона и арматуры и не наблюдается скольжение арматуры в бетоне.

Обычно в железобетоне образуются трещины в растянутой зоне даже при эксплуатационных нагрузках небольшой интенсивности. Раскрытие этих трещин часто невелико и не мешает нормальной эксплуатации железобетонных конструкций.

Обычно в железобетоне образуются трещины в растянутой зоне даже при эксплуатационных нагрузках небольшой интенсивности. Раскрытие этих трещин часто невелико и не мешает нормальной эксплуатации железобетонных конструкций.

В условиях агрессивной среды, высокой влажности возникает опасность коррозии высокопрочной проволочной арматуры малых диаметров.

Обычно в железобетоне образуются трещины в растянутой зоне даже при эксплуатационных нагрузках небольшой интенсивности. Раскрытие этих трещин часто невелико и не мешает нормальной эксплуатации железобетонных конструкций.

В условиях агрессивной среды, высокой влажности возникает опасность коррозии высокопрочной проволочной арматуры малых диаметров.

Для предотвращения образования трещин или ограничения ширины их раскрытия до приложения нагрузки бетон растянутой зоны подвергают интенсивному предварительному обжатию с помощью растяжения рабочей арматуры. Такой железобетон называют предварительно напряженным.

Обычно в железобетоне образуются трещины в растянутой зоне даже при эксплуатационных нагрузках небольшой интенсивности. Раскрытие этих трещин часто невелико и не мешает нормальной эксплуатации железобетонных конструкций.

В условиях агрессивной среды, высокой влажности возникает опасность коррозии высокопрочной проволочной арматуры малых диаметров.

Для предотвращения образования трещин или ограничения ширины их раскрытия до приложения нагрузки бетон растянутой зоны подвергают интенсивному предварительному обжатию с помощью растяжения рабочей арматуры. Такой железобетон называют предварительно напряженным.

Высокая масса железобетона является часто его недостатком. Поэтому применяются тонкостенные и пустотные конструкции из бетона на легких пористых заполнителях.

Положительные свойства железобетона:

Положительные свойства железобетона:

— Долговечность;

Положительные свойства железобетона:

- Долговечность;
- Огнестойкость;

Положительные свойства железобетона:

- Долговечность;
- Огнестойкость;
- Стойкость против атмосферных воздействий;

Положительные свойства железобетона:

- Долговечность;
- Огнестойкость;
- Стойкость против атмосферных воздействий;
- Высокая сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам;

Положительные свойства железобетона:

- Долговечность;
- Огнестойкость;
- Стойкость против атмосферных воздействий;
- Высокая сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам;
- Малые эксплуатационные расходы;

Положительные свойства железобетона:

- Долговечность;
- Огнестойкость;
- Стойкость против атмосферных воздействий;
- Высокая сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам;
- Малые эксплуатационные расходы;
- Доступность к применению практически на всей территории страны (повсеместное наличие крупных и мелких заполнителей).

По способу изготовления:

—сборный железобетон;

По способу изготовления:

- сборный железобетон;
- **МОНОЛИТНЫЙ железобетон;**

По способу изготовления:

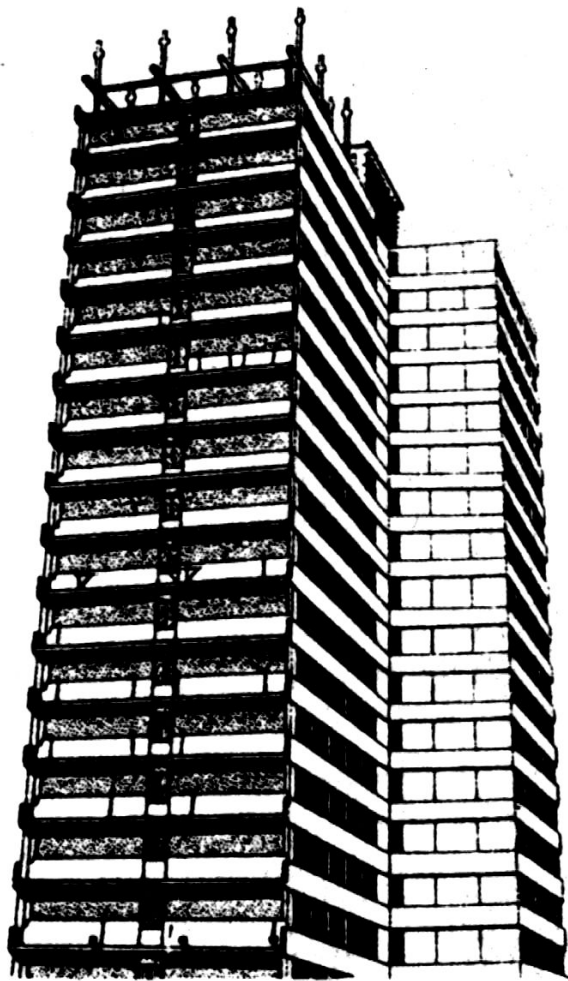
- сборный железобетон;
- монолитный железобетон;
- сборно-монолитный железобетон.

Области применения железобетона

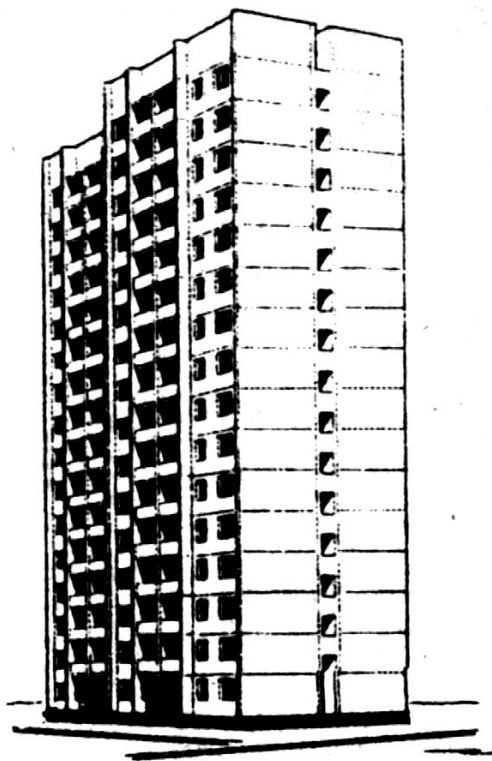
- Железобетонные конструкции являются базой современной строительной индустрии.
- Промышленное, гражданское и сельскохозяйственное строительство — здания и сооружения различного назначения.

САМОСТОЯТЕЛЬНО

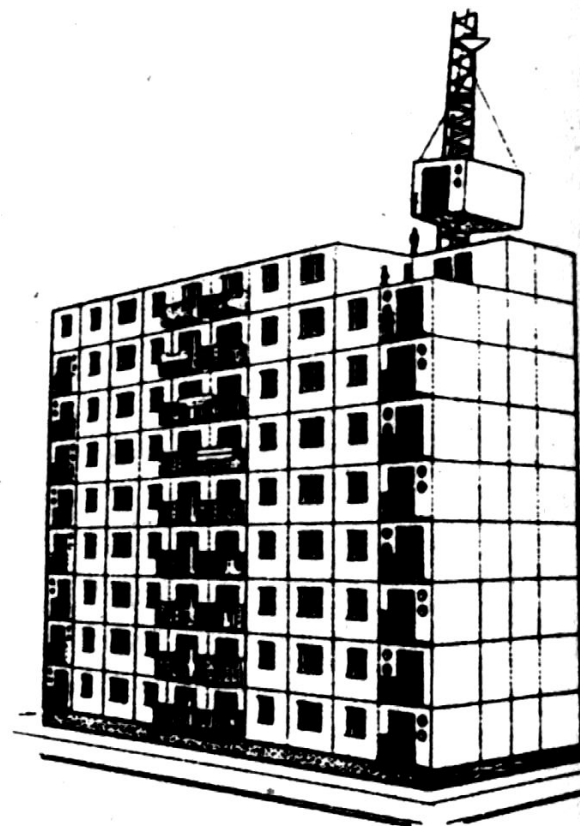
**Каркасное
здание**



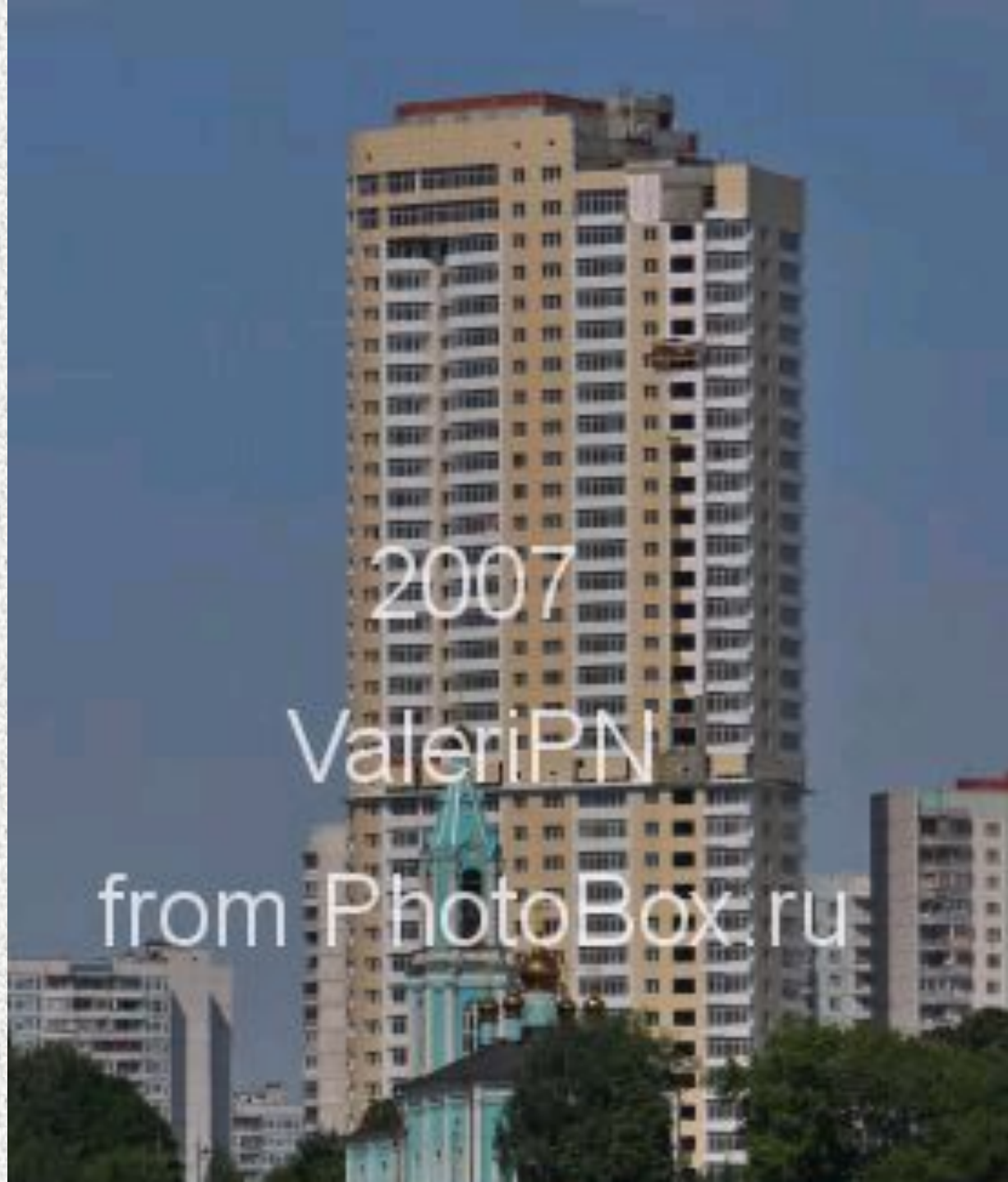
**Безкаркасное
здание**



**Здание из
объемных блоков**



Москва- Крылатское



«БРАТЯ»



Жилой дом в г. Москва





2007
vtorou
from PhotoBox.ru

Московская высотка



Жилое здание в г. Москва



Триумф-Палас. Жилое здание в г. Москва





2007
Victory
from PhotoBox.ru

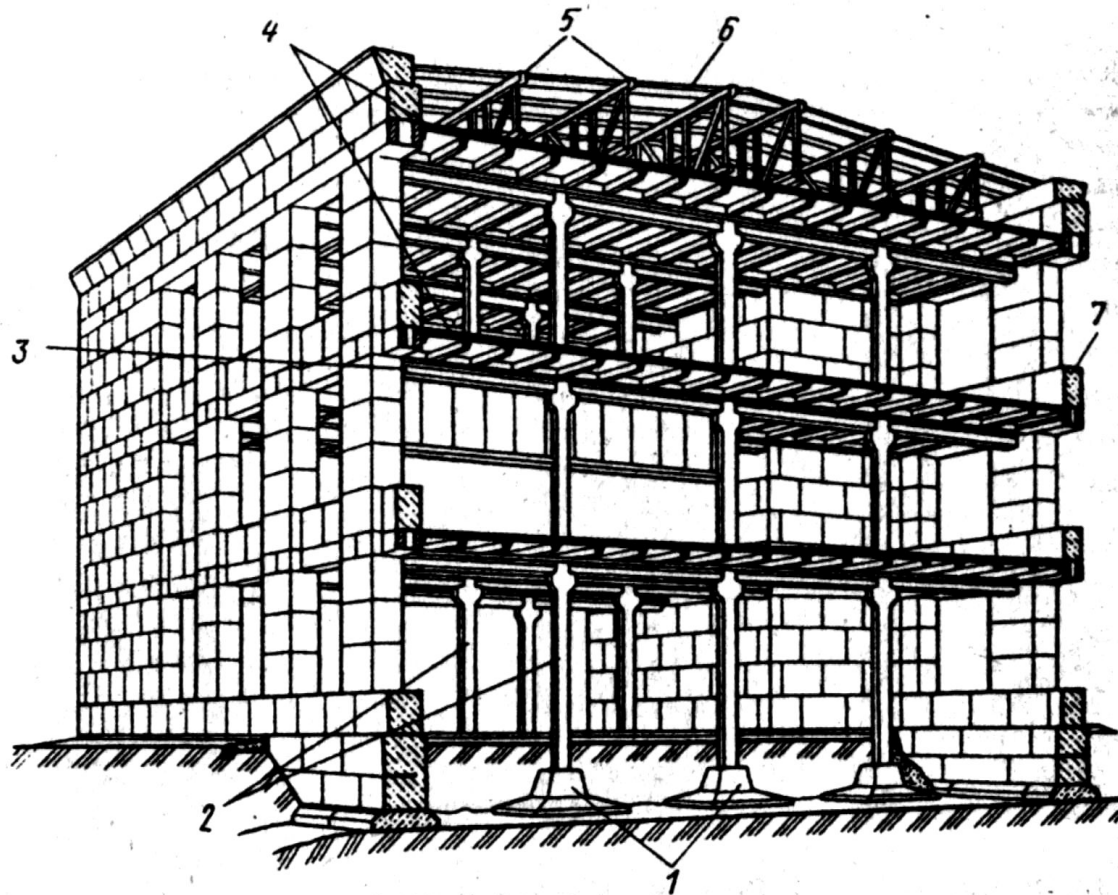
Монолитное жилое здание в процессе строительства



Монолитное жилое здание

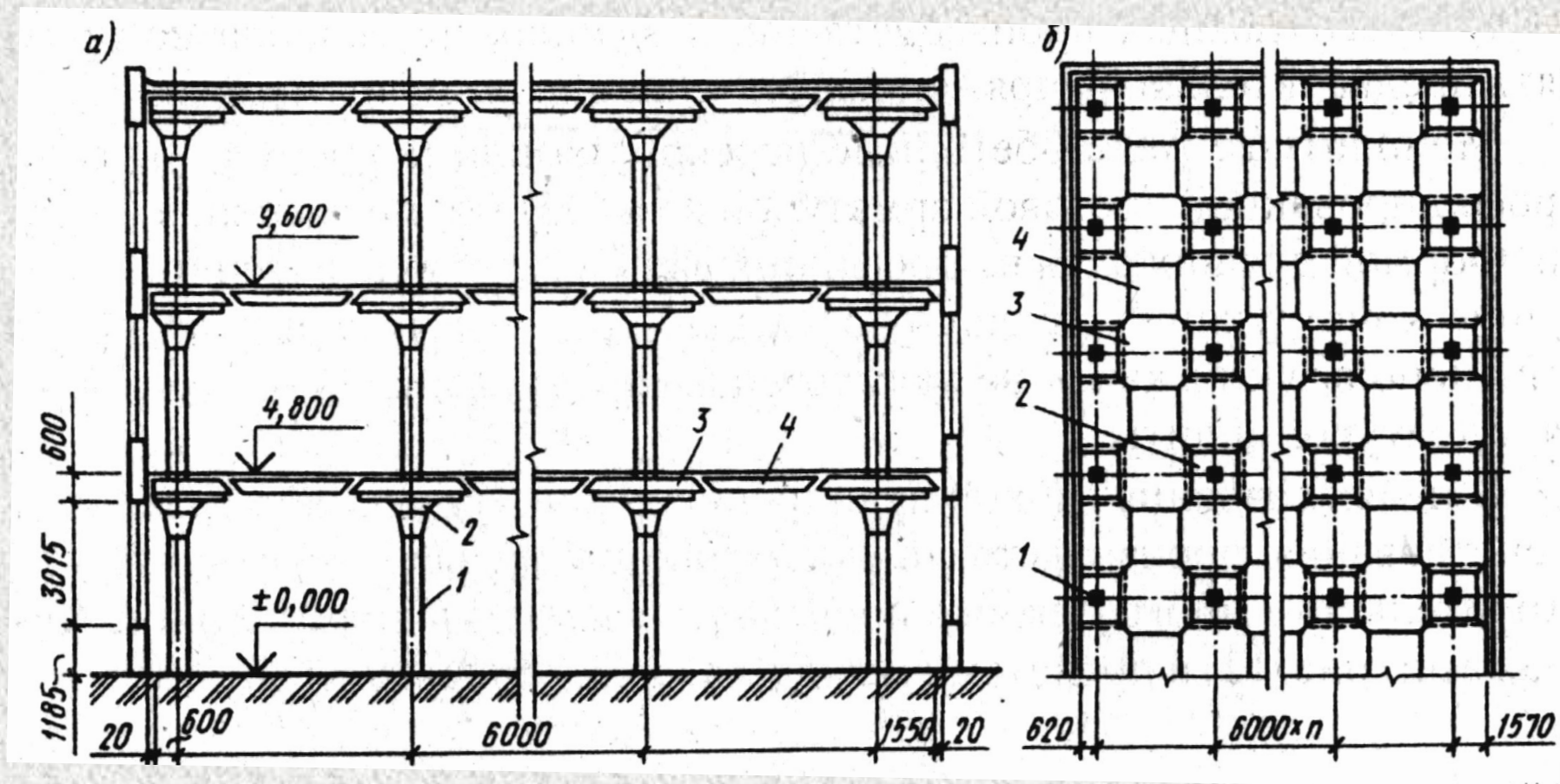


МНОГОЭТАЖНОЕ КАРКАСНОЕ ЗДАНИЕ С БАЛОЧНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ



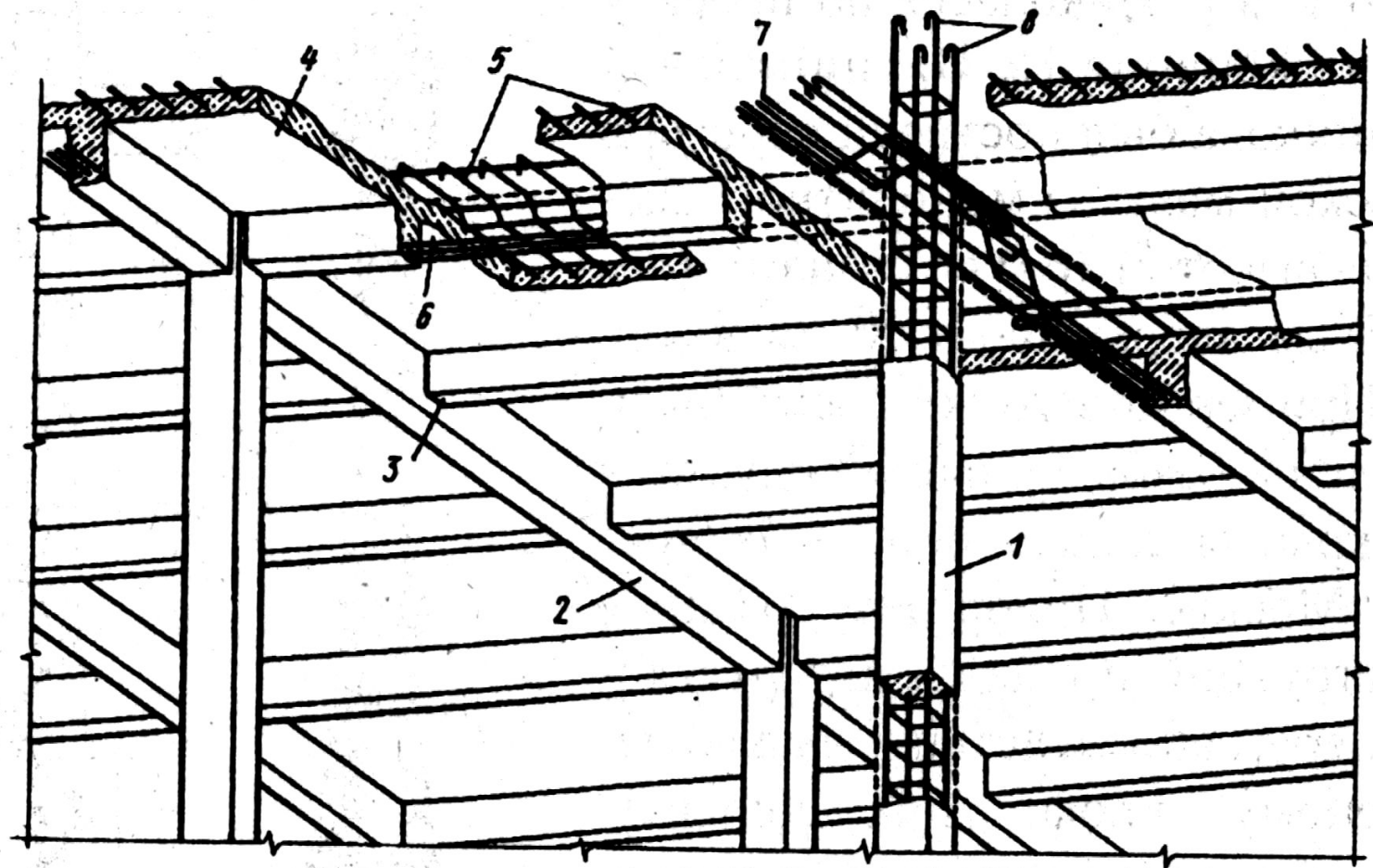
1 — фундаменты; 2 — колонны; 3 — ригели (главные балки);
4 — плиты перекрытия; 5 — несущие конструкции покрытия;
6 — плиты покрытия; 7 — несущая стена из крупных блоков

МНОГОЭТАЖНОЕ СБОРНОЕ ЗДАНИЕ С БЕЗБАЛОЧНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ



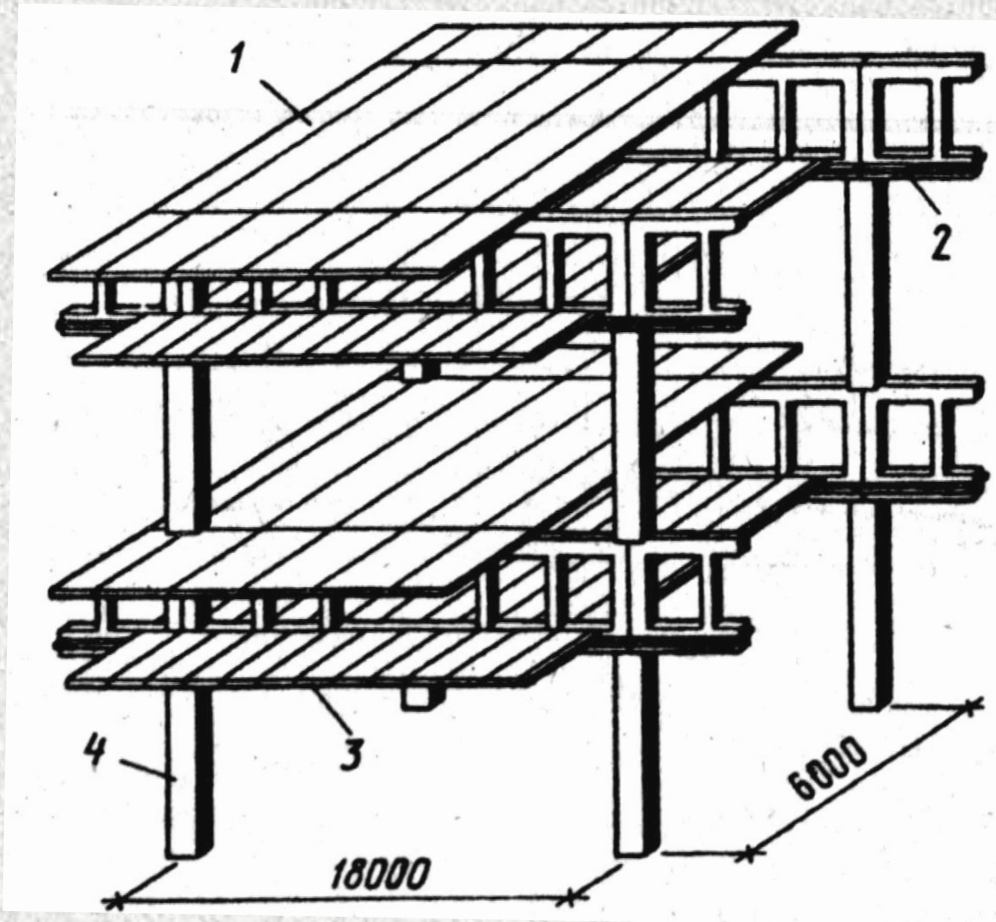
а – поперечный разрез; *б* – план междуэтажного перекрытия;
1 – колонна; *2* – капитель; *3* – межколонная плита;
4 – пролетная плита

МОНОЛИТНОЕ РЕБРИСТОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ



1 — колонна; 2 —главная балка; 3 — второстепенная балка;
4 — плита; 5 —рабочая арматура плиты; 6, 7, 8 — то же,
соответственно второстепенной и главной балок и колонн

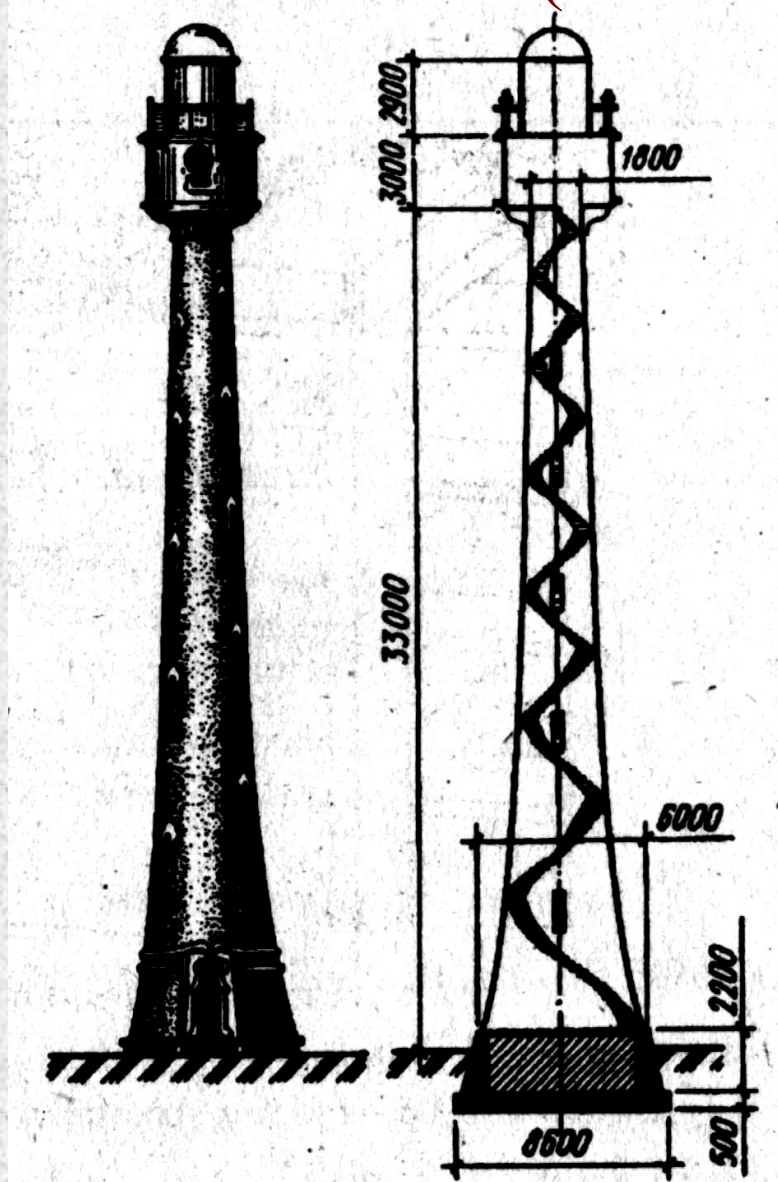
МНОГОЭТАЖНОЕ СБОРНОЕ ЗДАНИЕ С МЕЖФЕРМЕННЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ЭТАЖАМИ



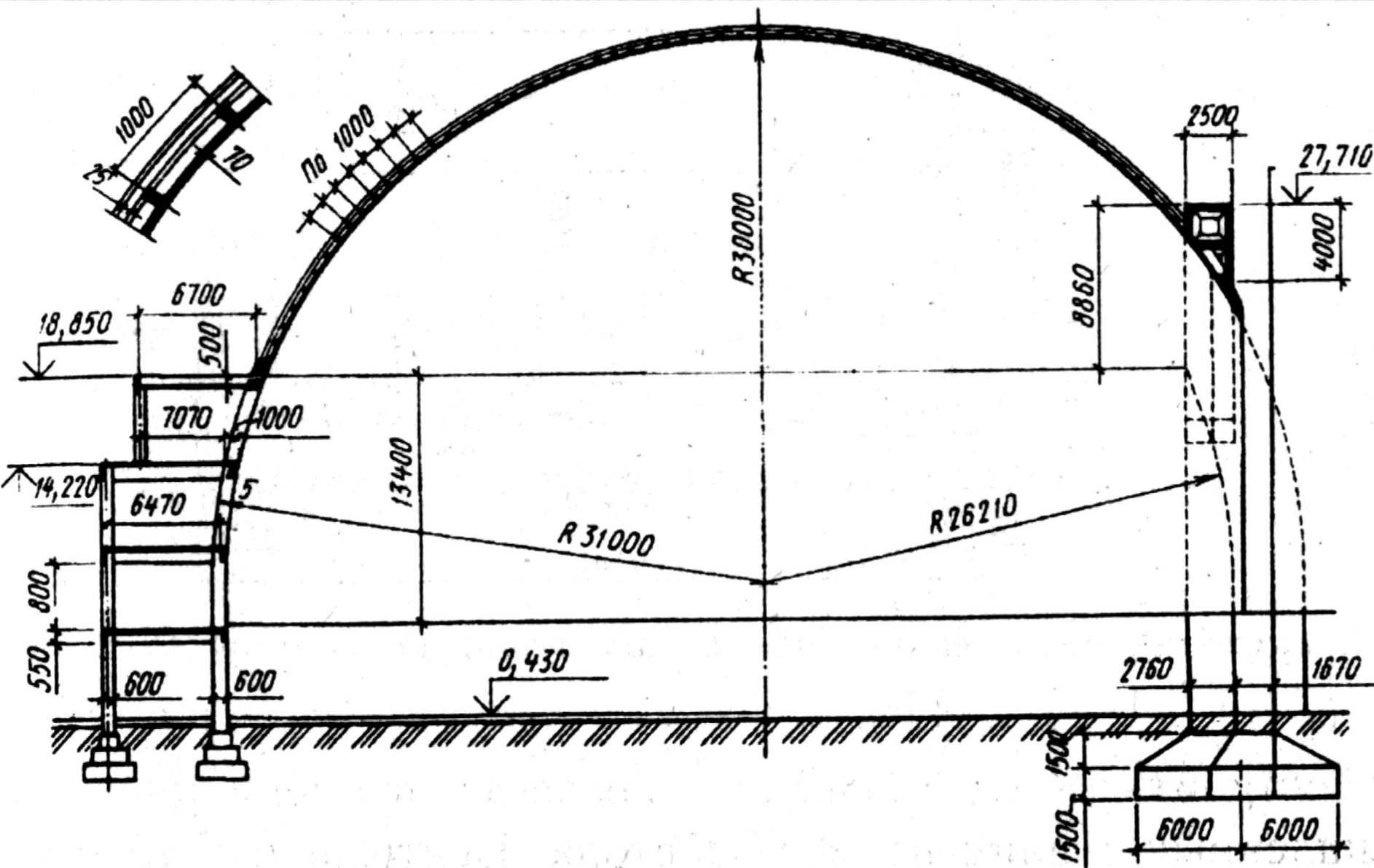
- 1 – ребристые плиты 3×6м;
- 2 – безраскосные фермы;
- 3 – пустотные плиты 18×6м;
- 4 – колонны

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ МАЯК

В Г. НИКОЛАЕВЕ (1904 г.)



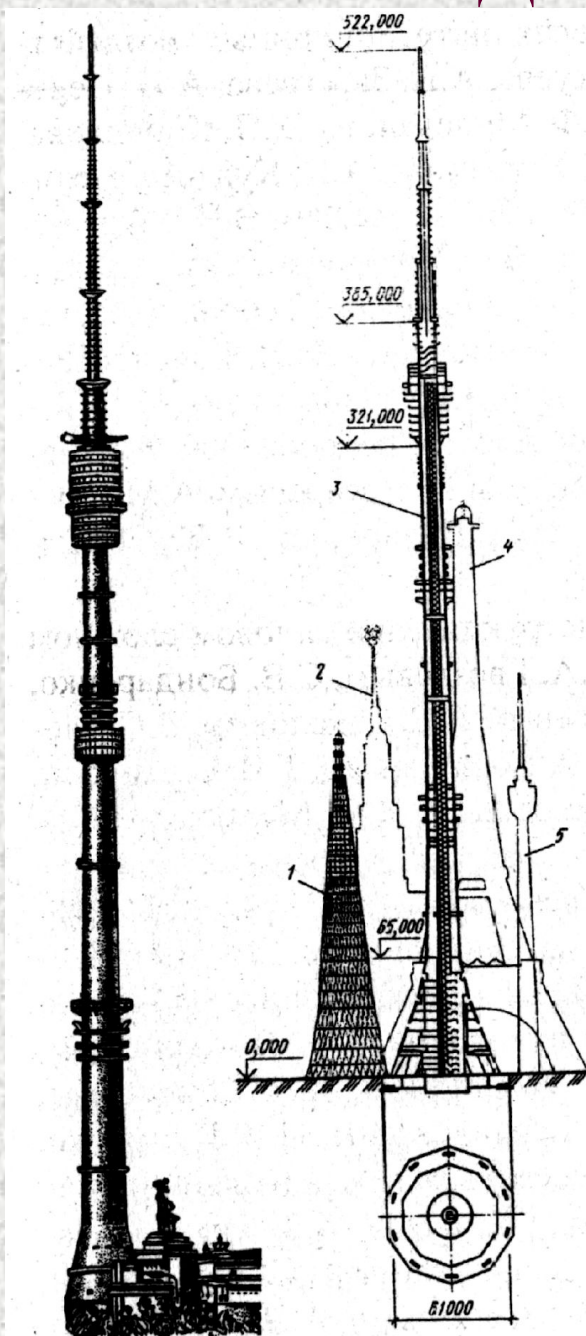
КУПОЛ НОВОСИБИРСКОГО ТЕАТРА ПРОЛЕТОМ 60 м



Волгоград. Здание музея-панорамы Сталинградская Битва



ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



- 1 – Шуховская башня в Москве;
- 2 – высотное здание МГУ;
- 3 – Останкинская башня;
- 4 – Эйфелева башня в Париже;
- 5 – Штутгартская телевизионная башня (Германия)

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ В г. КУАЛУ-ЛУМПУР



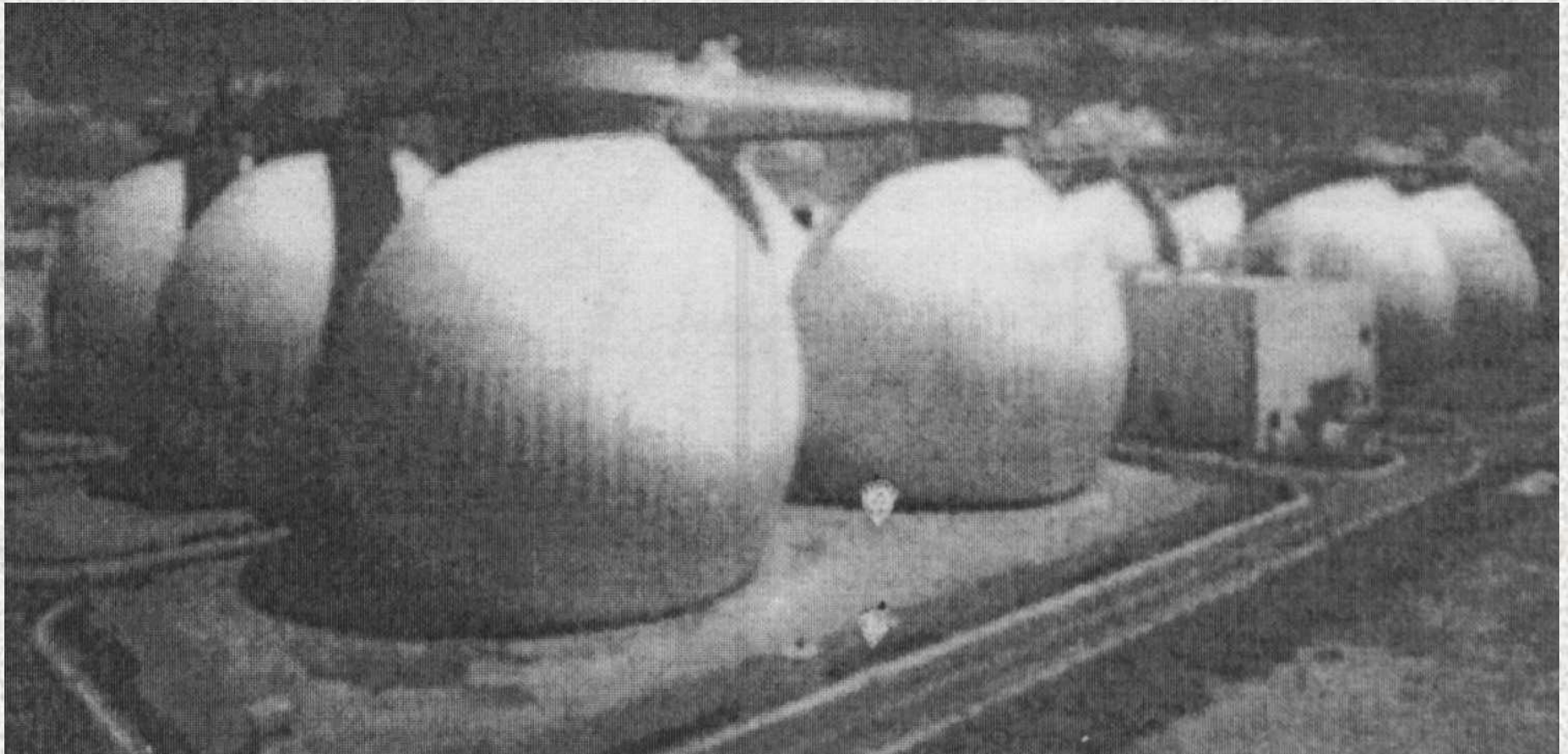
An aerial photograph of a city skyline. In the foreground, there is a wide river and a dense line of green trees. The middle ground is filled with various city buildings, including a prominent tall blue skyscraper under construction with a crane on top. The background shows more city buildings under a clear blue sky.

2007

ValeriPN

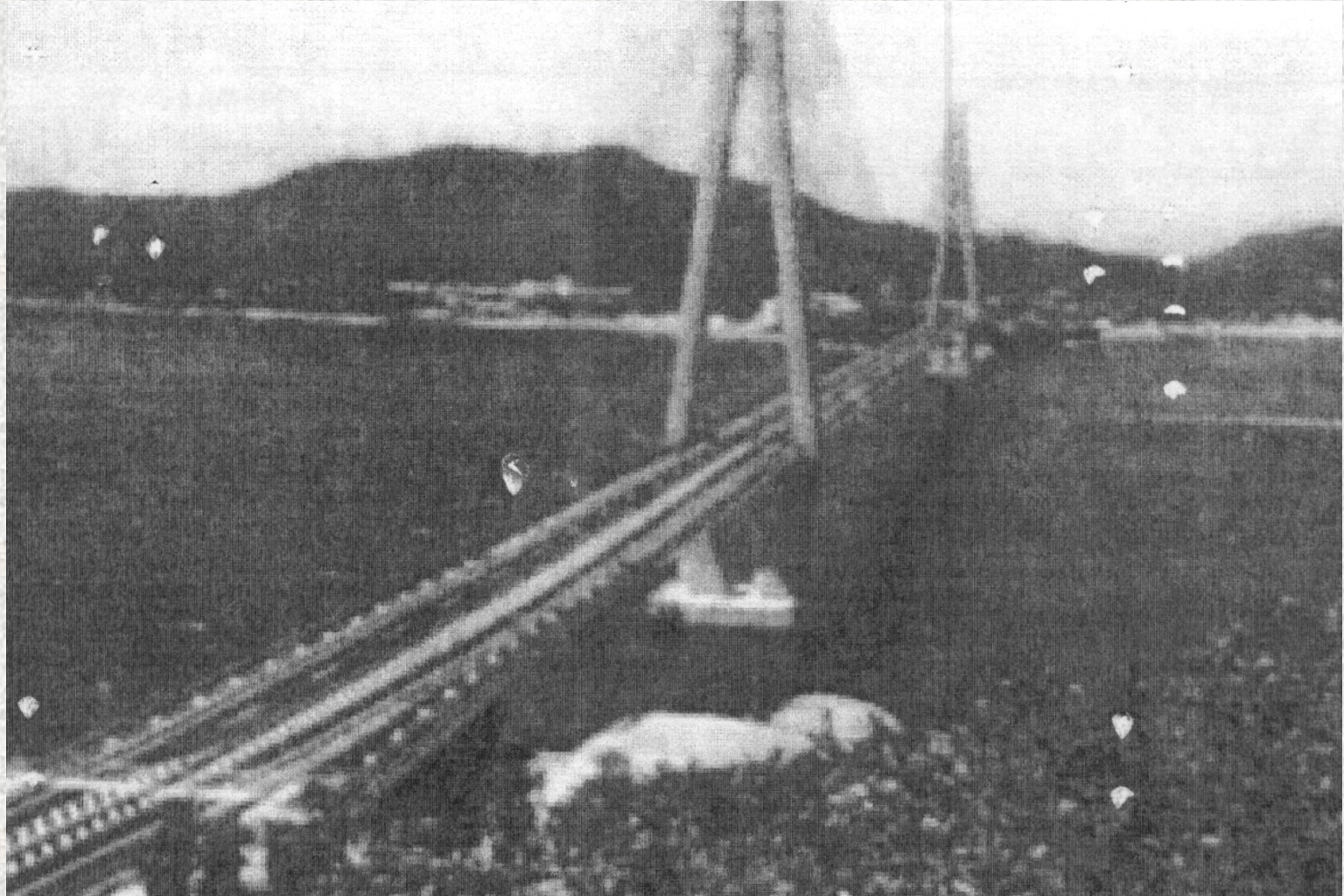
from PhotoBox.ru

НАКОПИТЕЛЬНЫЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ



**Транспортное строительство — мосты,
тоннели, трубы, метрополитен, дороги,
шпалы.**

СЕВЕРНЫЙ ПИЛОН МОСТА «НОРМАНДИЯ», ФРАНЦИЯ



Мост через р. Волга



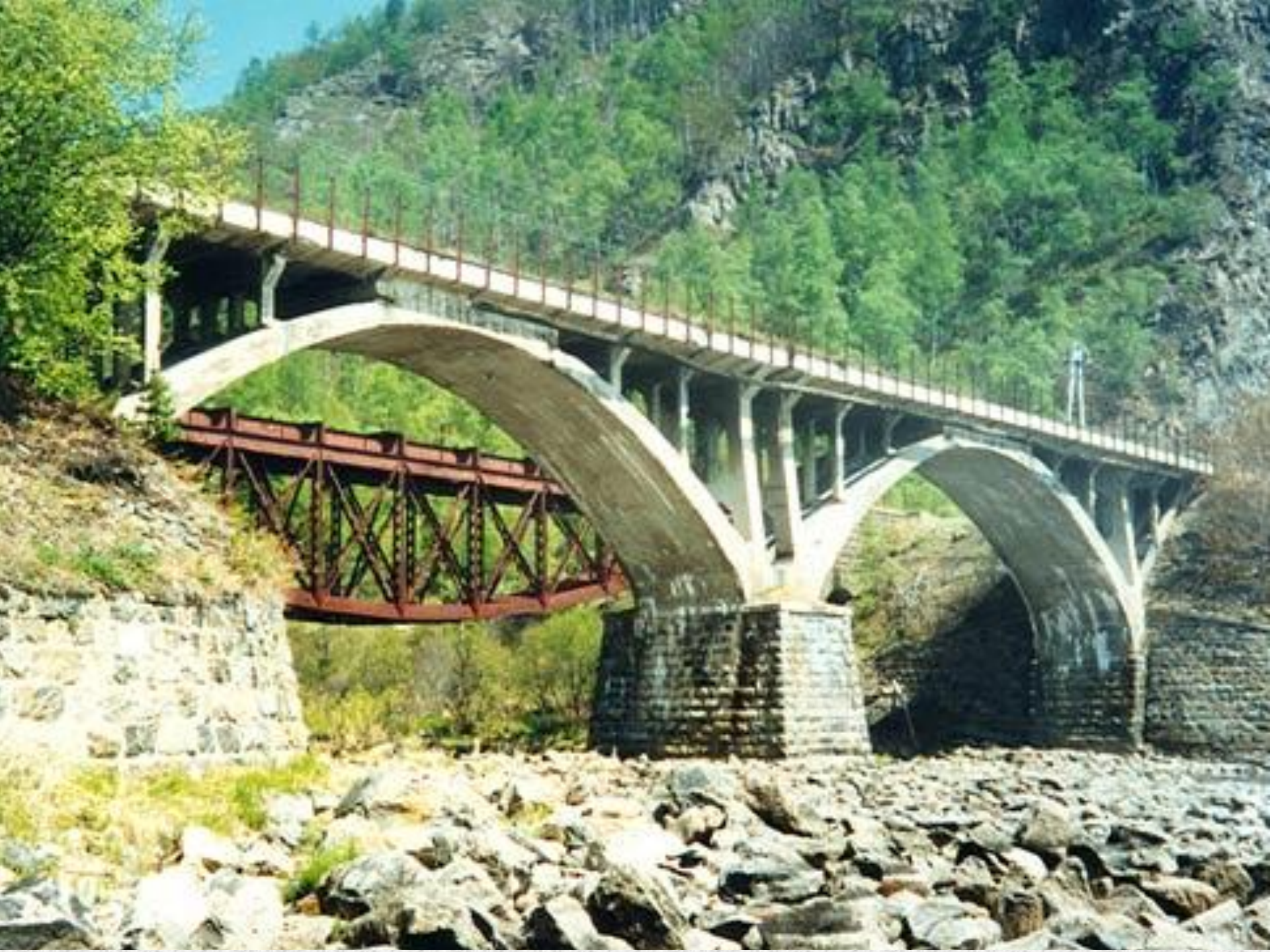
Транспортная галерея на БАМе





MK Photo







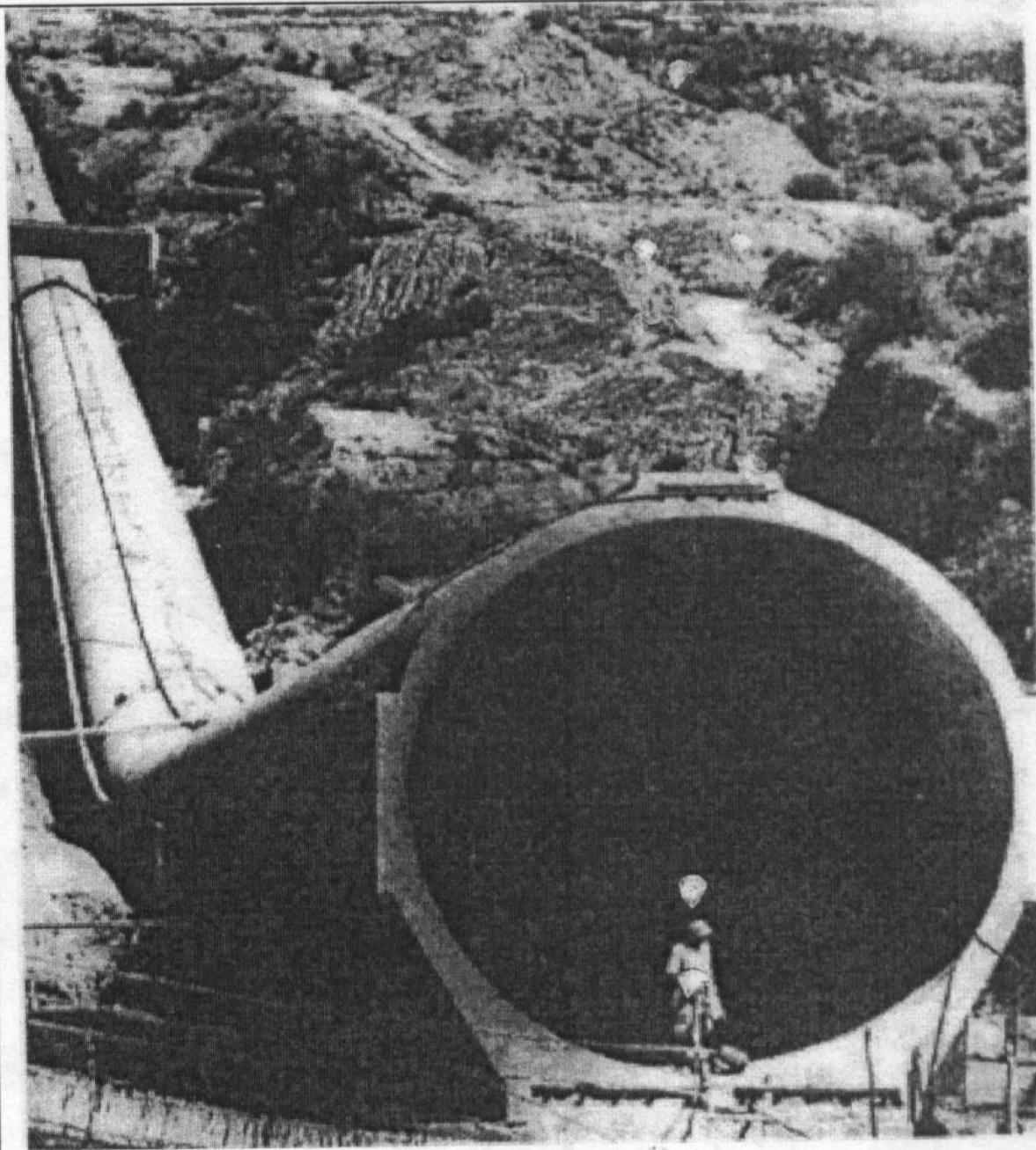
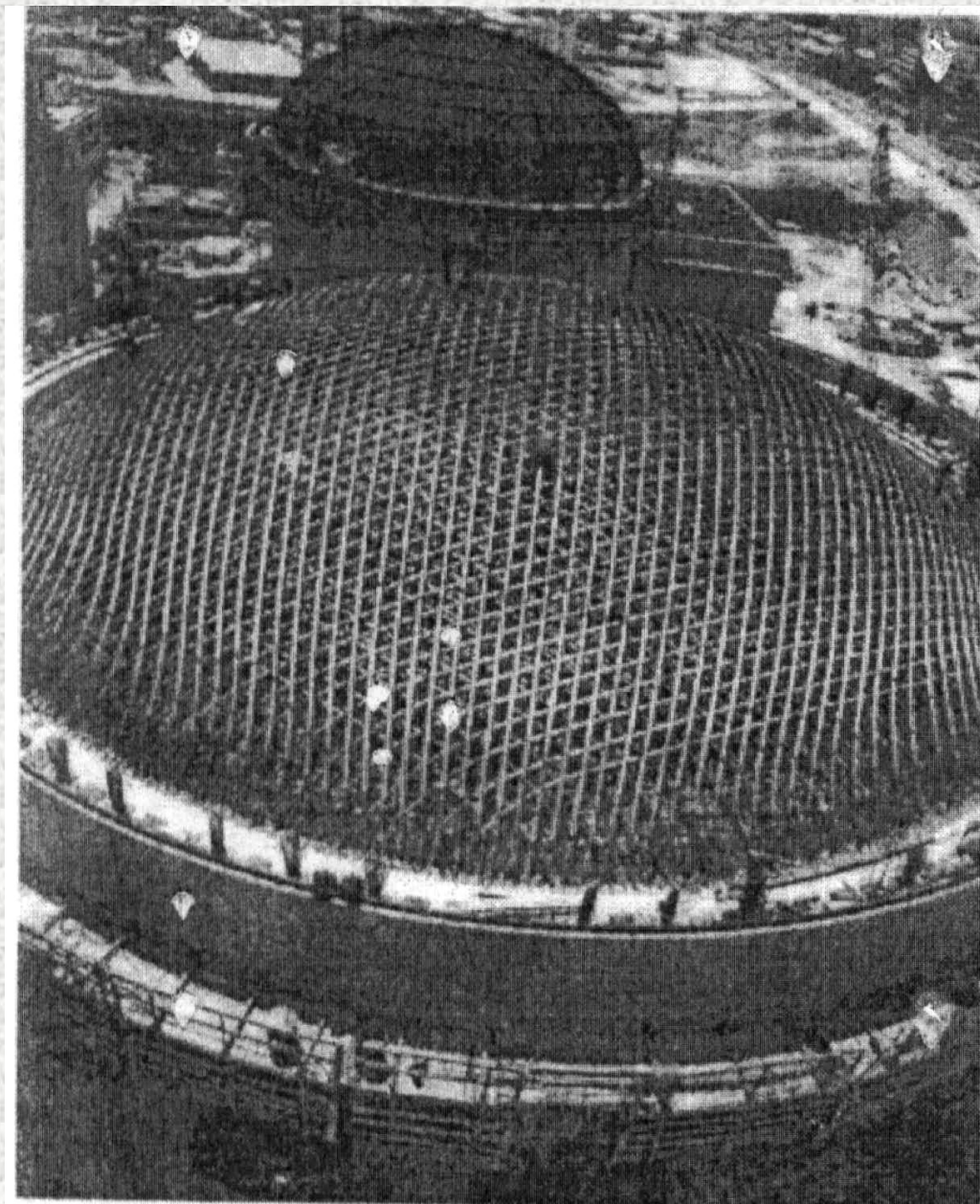


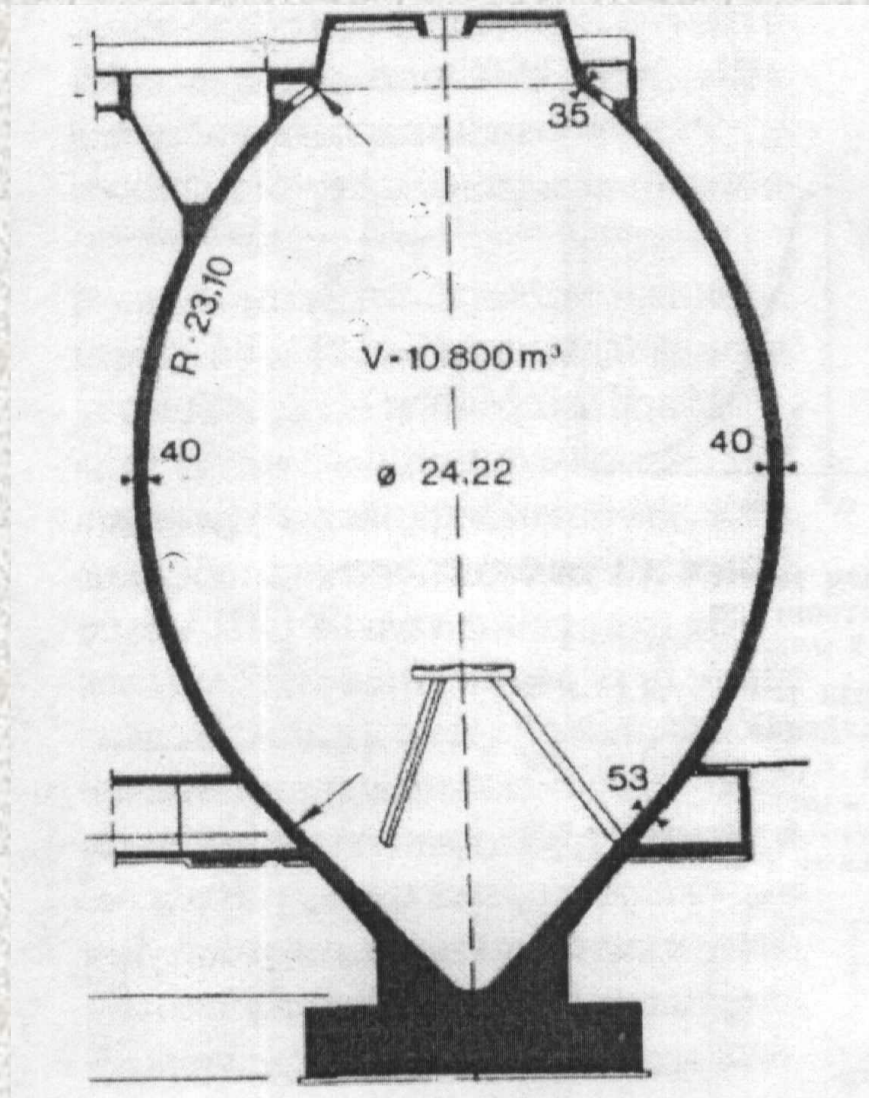
Рис. 4.4.8. Монолитный водовод, г. Куну, Индия

**Энергетическое строительство –
гидроэлектростанции, атомные реакторы,
дымовые трубы**

КУПОЛ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ АЭС, КИТАЙ



ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА, КОМПАНИЯ «ДИВИДАГ», ГЕРМАНИЯ



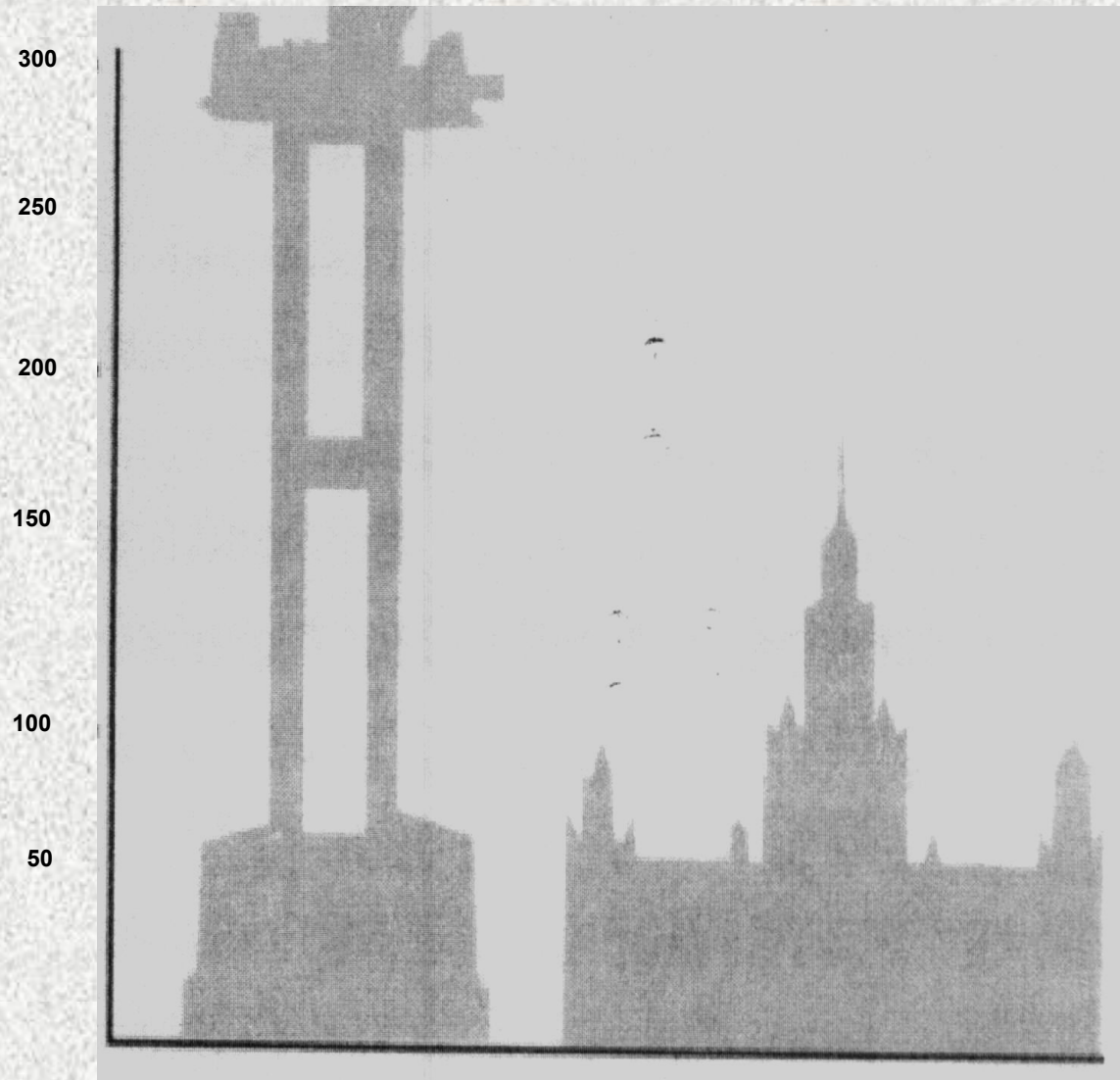
Демонтаж скользящей опалубки



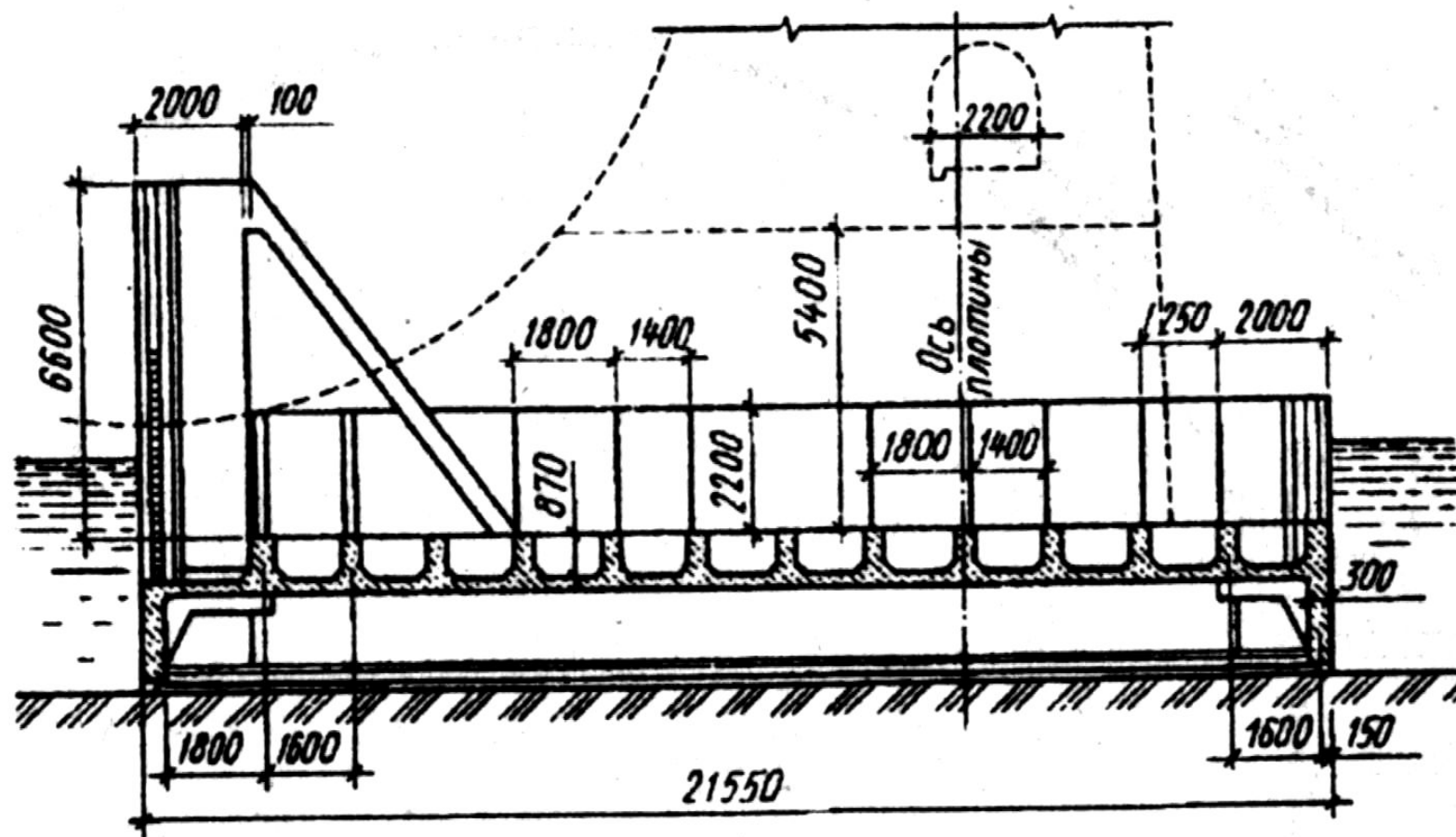
Монолитные железобетонные градирни высотой 150 м



СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ МОРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЗДАНИЯ МГУ



РАЗРЕЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КЕССОНА ПОД БЕТОННЦЮ ПЛОТИНУ ВОЛХОВСКОЙ ГЭС



Горная промышленность – надшахтные сооружения, крепление подземных выработок.

Гидромелиоративное строительство – плотины, ирригационные устройства.