

Железобетонные и каменные конструкции

Лобанова Ольга Викторовна
кафедра «Строительные конструкции», ауд.
505Н

Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1. Бондаренко В.М., Суворкин Д.Г. Железобетонные и каменные конструкции. Учебник для студентов ВУЗов по спец. "Промышленное и гражданское строительство". – М.: Высшая школа, 2004. – 384 с. (15 экз.)
- 2. Бондаренко В.М., Римшин В.И.. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. Учебное пособие для вузов по специальности «Пром. гражд. стр-во» направления «Строительство» – М.: Высшая школа, 2009. – 588 с. (10 экз.)

Перечень рекомендуемой литературы

Дополнительная литература

- 3. СП 15.13330.2012. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции/ Госстрой СССР – М.: Стройиздат, 1983, - 40 с. (41 экз.)
- 4. СП 20.13330.2011. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия/ Госстрой СССР: - М.: ГП ЦПП, 1996 – 44 с. (50 экз.)
- 5. СП 63.13330.2012. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции /Госстрой России.- М.: ГП ЦПП, 1998 - 76 с. (47 экз.)
- 6. СП 63.13330.2012. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – М.: Центр проект. Продукции в стр-ве, 2008. – 24с. (50 экз.)
- 7. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные и каменные конструкции. Общий курс. Учебник для вузов. – 4-е изд. переработанное. – М.: Стройиздат, 1985. – 728 с.(35 экз.)

Перечень рекомендуемой литературы

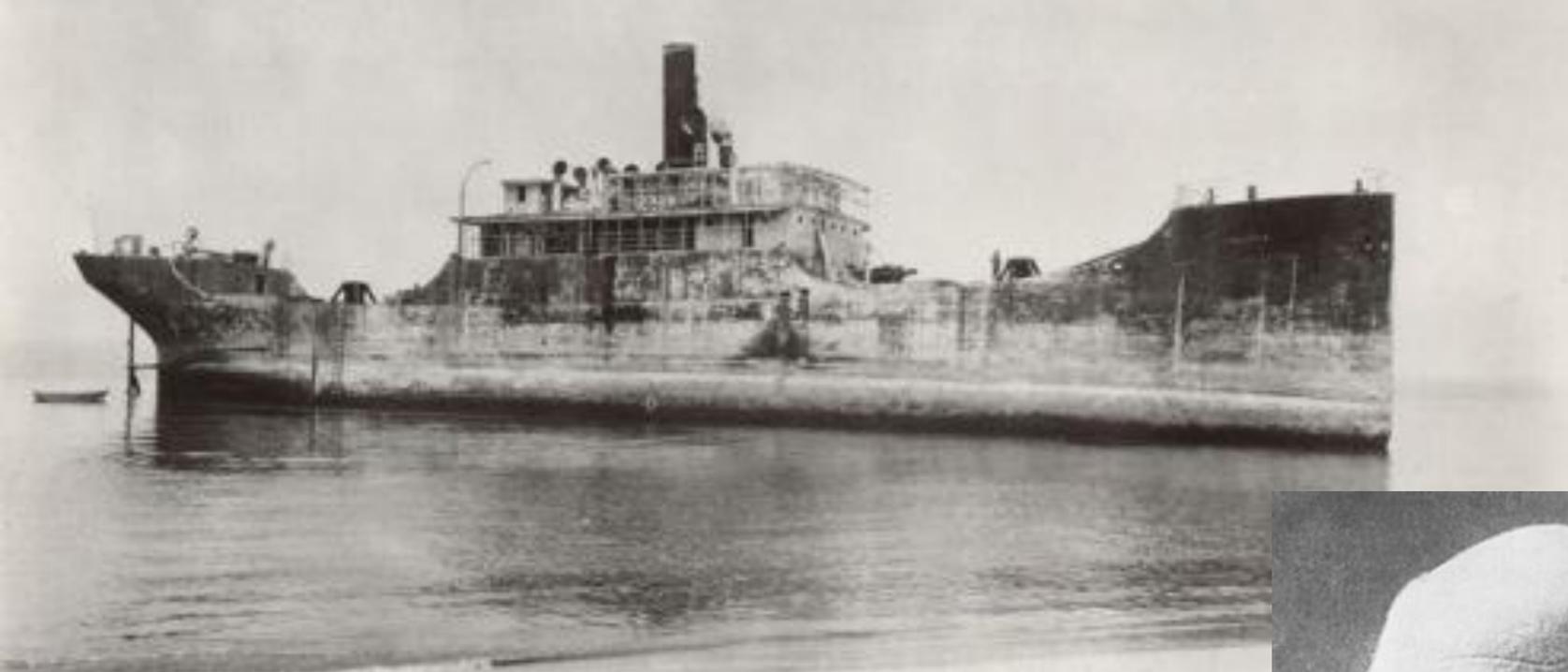
Дополнительная литература

8. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных конструкций Учебное пособие для строительных специальностей ВУЗов. – М.: Высшая школа 1985. – 319 с.(25 экз.)
- 9. Голышев А.Б. Проектирование железобетонных конструкций: Справочное пособие. – К.: Будивельник, 1985. – 496 с. (15 экз.)
- 10. Маилян Л.Р. Справочник современного проектировщика. – Изд. 3-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. -540 с. (1 экз.)
- 11. Дроздов П.Ф. Проектирование и расчет многоэтажных зданий. – М.: Высш. шк., 1986. – 317 с. (15 экз.)
- 12. Руководство по проектированию каменных и армокаменных конструкций. – М.: Стройиздат, 1983. – 39 с. (20 экз.)
- 13. Малахова А.Н. Железобетонные и каменные конструкции. Учебное пособие. – М.: Издт.-во АВС, 2010. – 159с. (5 экз.)

Краткий исторический обзор



Инженер Ламбо. Первая лодка из железобетона. 1850.





Садовник Жозеф Монье первым запатентовал железобетон в 1867 году.



В 1904 году в Николаеве построен первый в мире морской маяк из железобетона высотой 36 м



VIEW OF
lantern
ed by a
paratus
lantern

ste and
evel of
upper

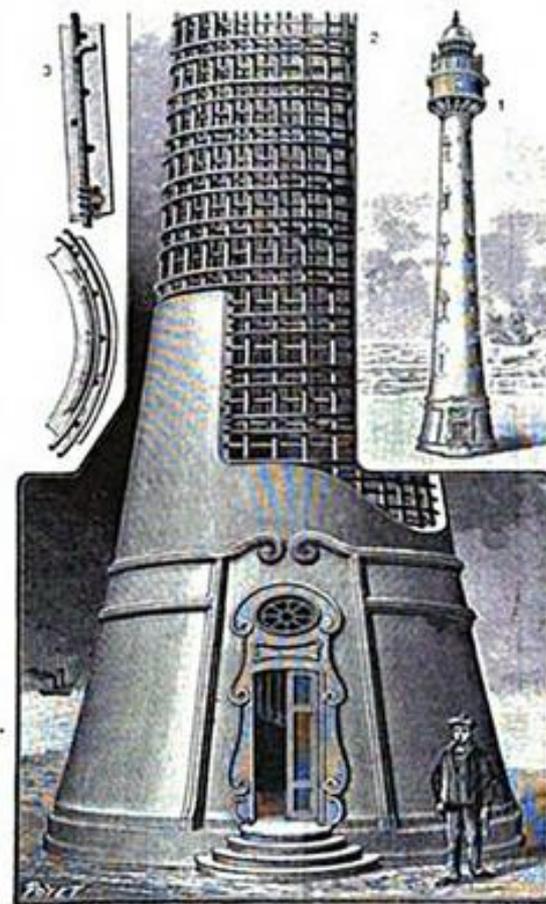
are of
, while
rk that
tower
section
h from
the en-
s alone
rounds
ntation
e pres-
fferent
tarting
se com-
m the
of 45;
part of
el, has

tudinal
These
nd ex-
series
used 10

of the
is, and
ork re-
mpara-
Bary-
that a
28 per
cent
me to

is open
of in-
certain
er un-
dhouse
which,
station
reover

tower of sufficient rigidity to resist wind squalls dur-



THE NICOLAIEF LIGHTHOUSE.

1. View of the lighthouse. 2. View of the iron framework of the tower. 3 and 4. Longitudinal and transverse connections of the framework.

ing tempests without too much vibration.—Translated from La Nature for the SCIENTIFIC AMERICAN SUPPLEMENT

two, in
eat mut
cared f
raper,

"The
chivalro
was the
was alt
hension
cise of
tasteful
a pair
of very
all that

He st
his bani
to his c
it. Cav
sented t
for?" he

"Sir,
have a
wish yo
"If it
hands.

"Not
we thou
"Well
"Perh

"Do s
or I'll r

He w
difficult
talk to
as it w
you ma
was a fi
"Mr. Ca
of an av
of a m
difficult;
gleams
exterior
to the
formatic

Caven
He sh
were ap
cry like
he atten
to face
would h

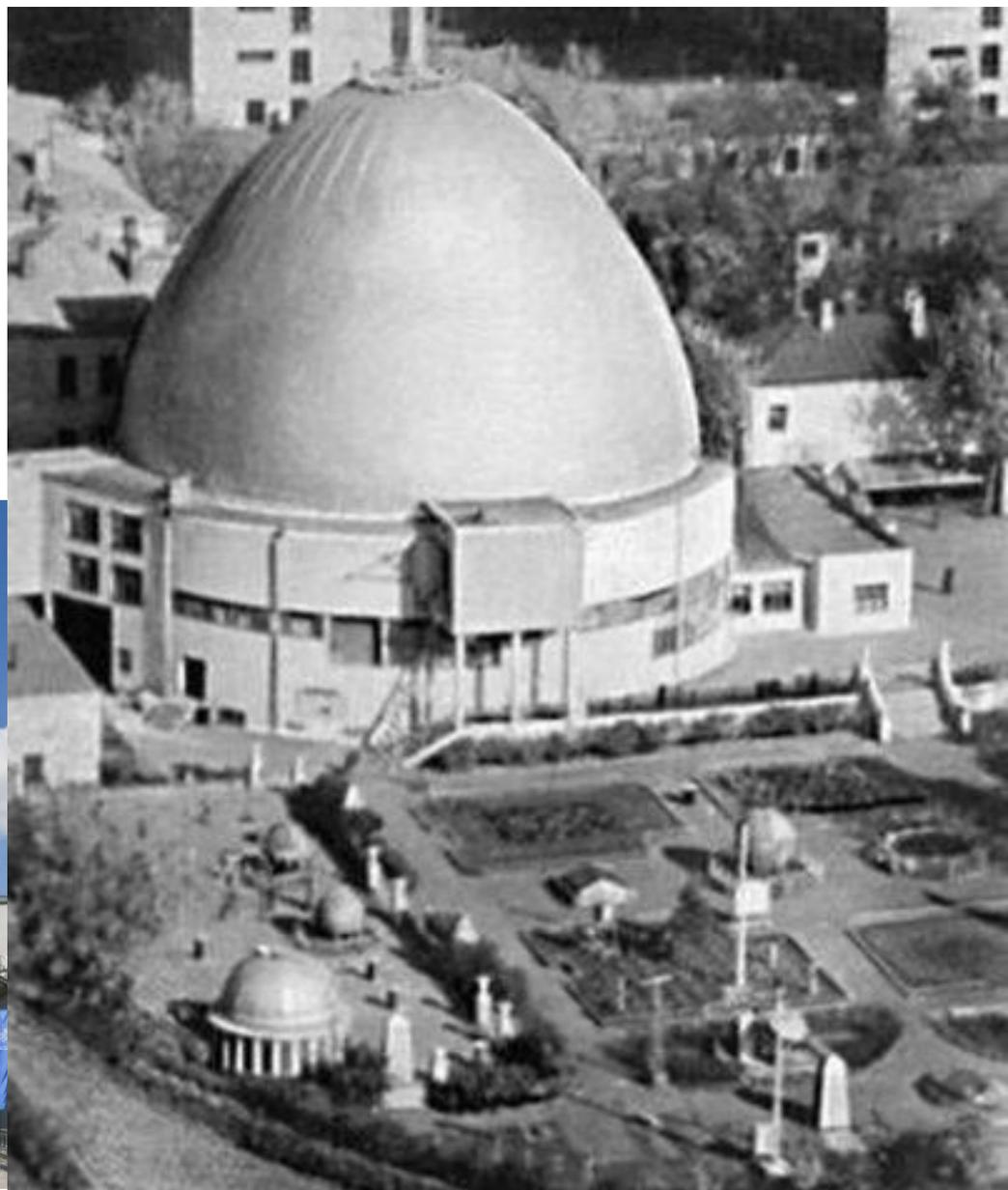
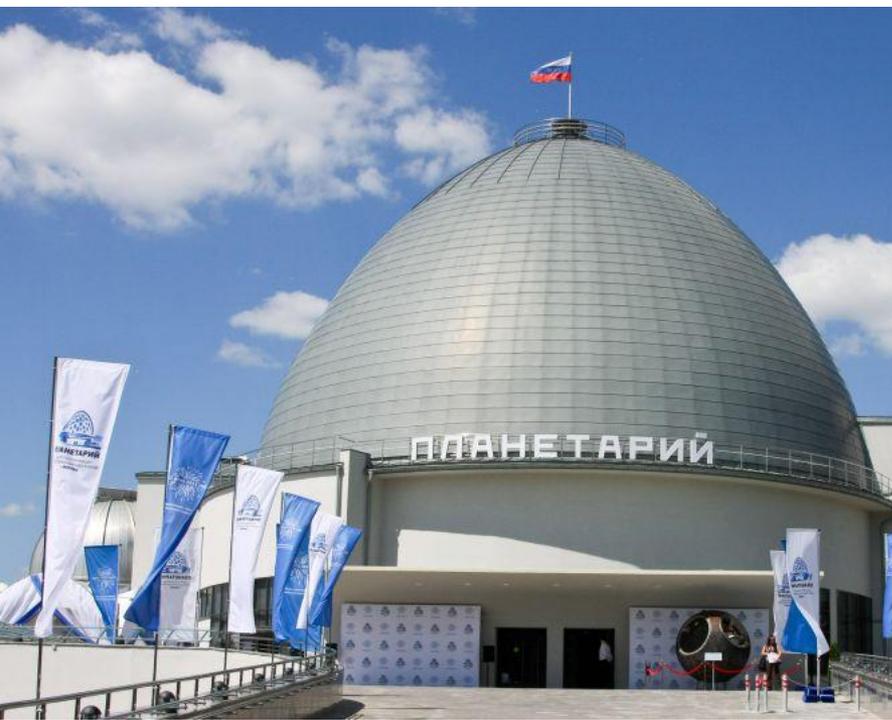
Советские ученые, изучавшие железобетон (1925..1932)

- В.М. Кельдыш
- А.Ф. Лолейт
- А.А. Гвоздев
- П.Л. Пастернак

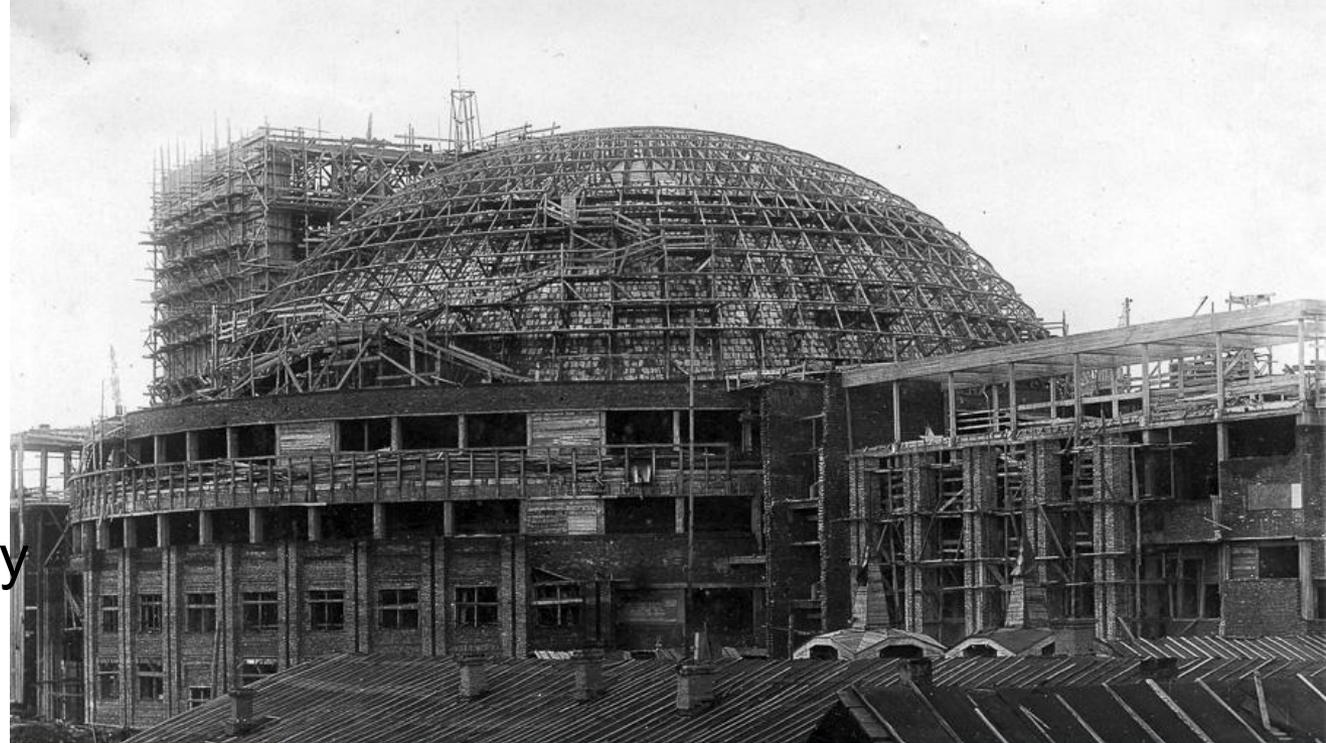


Волховская ГЭС. 1921..1926 г

В 1929 году в Москве
возведен первый
тонкостенный купол
диаметром 28 метров.
Планетарий.



Купол
Новосибирского
государственного
академического
театра оперы и
балета
(диаметром 55,5 м)
сооружен в 1934 году



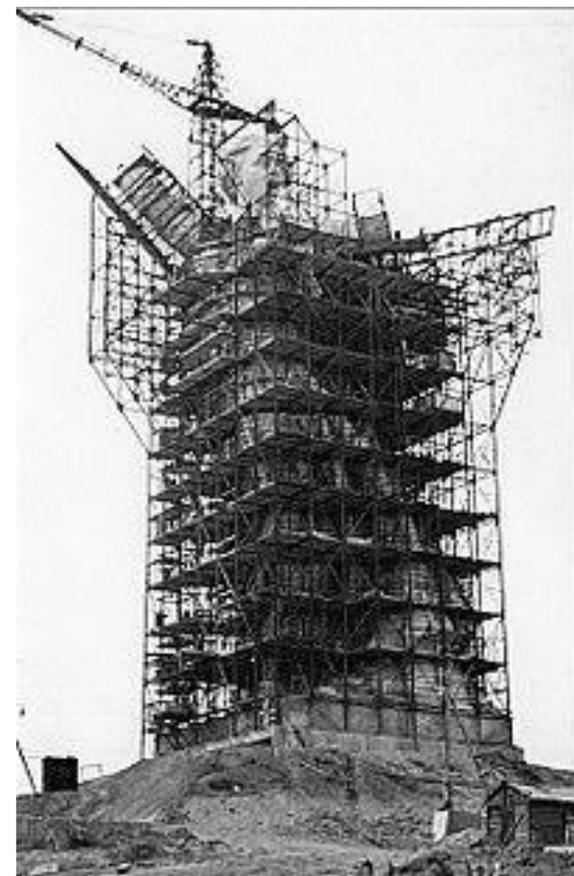
В 1936 году впервые применен
предварительно напряженный
железобетон.

Над ним работали ученые:

В.В. Михайлов

А.А. Гвоздев

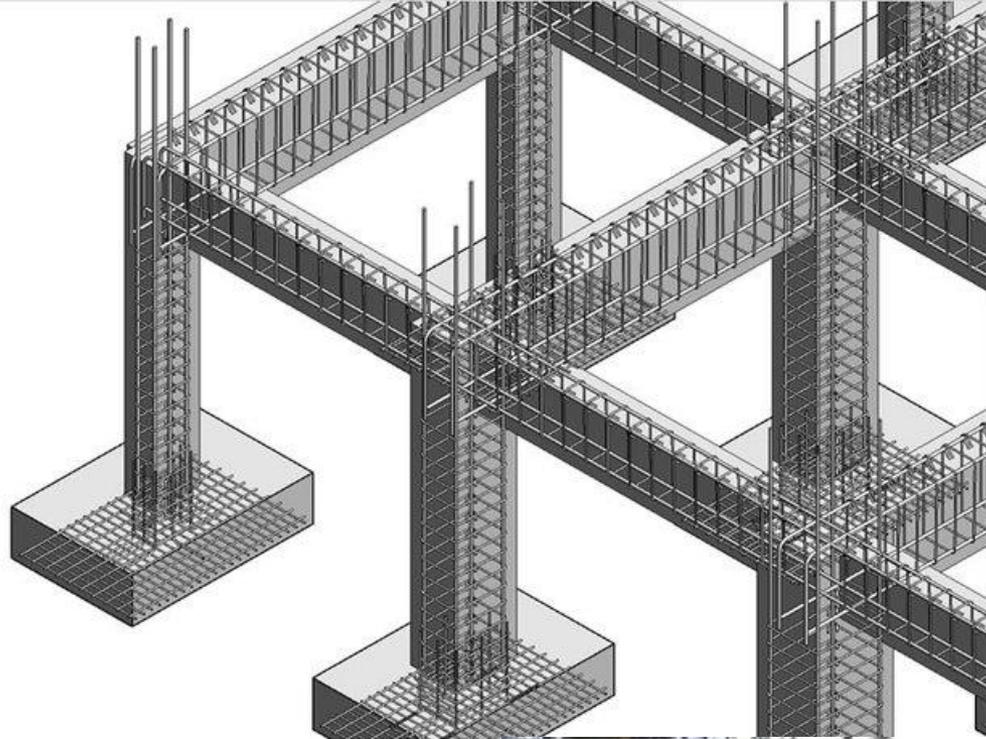
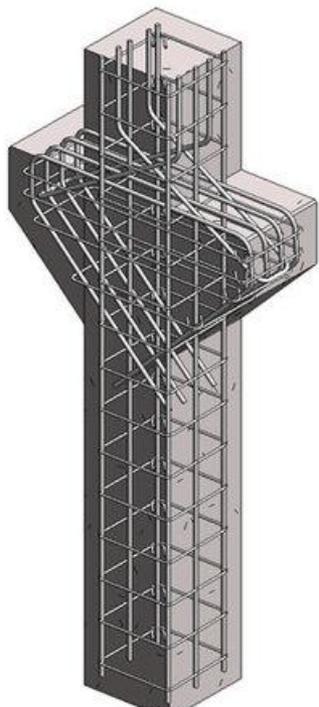
С.А. Дмитриев и др.



Скульптура «Родина-мать зовёт!» — композиционный центр памятника-ансамбля «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом кургане в Волгограде. Одна из самых высоких статуй мира. 1959..1967



Каменные конструкции



Железобетон – это комплексный строительный материал, в котором бетон и арматура, соединенные взаимным сцеплением, работают под нагрузкой как единое монолитное тело. Бетон предназначается для восприятия преимущественно сжимающих усилий, а арматура – растягивающих.

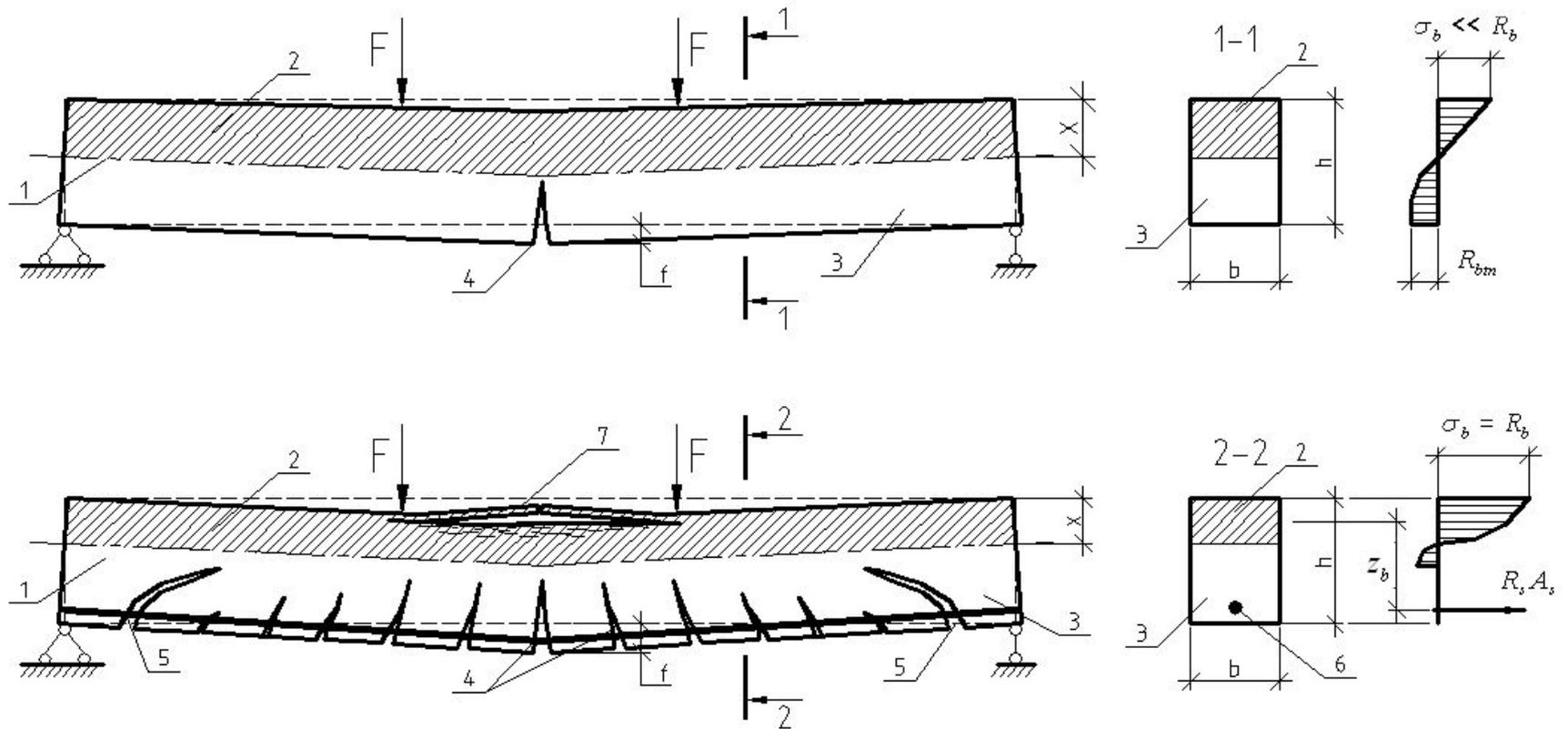


Рис. Схема разрушения балки:

а – бетонной; б – железобетонной; 1 – нулевая (нейтральная линия), 2 – сжатая зона балки; 3 – растянутая зона балки; 4 – нормальные трещины; 5 – наклонные трещины; 6 – стальная арматура; 7 – разрушение бетона сжатой зоны.

Совместная работа арматуры и бетона обеспечивается следующими факторами:

- хорошим сцеплением между арматурой и бетоном;
- близкими по величине коэффициентами линейного расширения (поэтому при нагреве и охлаждении скольжения арматуры в бетоне не происходит);
- плотностью бетона, надежно защищающего арматуру от коррозии и высоких температур (при пожарах).

Достоинства железобетонных конструкций

- долговечность;
- огнестойкость;
- стойкость против атмосферных воздействий;
- хорошее сопротивление динамическим и вибрационным воздействиям;
- сравнительно небольшие эксплуатационные затраты;
- возможность использования для своего изготовления местных строительных материалов (песок, щебень и др.) и отходов различных отраслей промышленности

Недостатки железобетонных конструкций

- относительно высокая масса;
- наличие собственных напряжений, вызванных усадкой и температурно-влажностными воздействиями окружающей среды;
- относительно большая тепло- и звукопроводность;
- подверженность бетона коррозии

Виды железобетонных конструкций

- *Сборные конструкции* – конструкции, возведение которых на строительной площадке производят из заранее изготовленных элементов



Виды железобетонных конструкций

- *Монолитные конструкции* – конструкции, возведение которых осуществляют непосредственно на строительной площадке



Виды железобетонных конструкций

- *Сборно–монолитные конструкции* – комплексные конструкции, в которых сборный и монолитный железобетон, укладываемый на месте строительства, работает под нагрузкой как одно целое



Способы изготовления ЖБК в заводских условиях

- Стендовый;
- Поточный:
 - Агрегатно-поточный;
 - Конвейерный.

Классификация бетонов

По *структуре*:

- плотные;
- крупнопористые;
- поризованные;
- ячеистые.

По *плотности*:

- особо тяжелые ($\rho > 2500$ кг/м³);
- тяжелые ($\rho = 2200 \div 2500$ кг/м³);
- облегченные (чаще мелкозернистые) ($\rho = 1800 \div 2200$ кг/м³);
- легкие ($\rho = 800 \div 1800$ кг/м³).

Классификация бетонов

По виду заполнителей:

- на плотных заполнителях (щебень, песок, гравий);
- на пористых заполнителях (естественных – пемза, перлит, ракушечник; искусственных – керамзит, шлак);
- на специальных заполнителях.

По зерновому составу:

- крупнозернистые;
- мелкозернистые.

Классификация бетонов

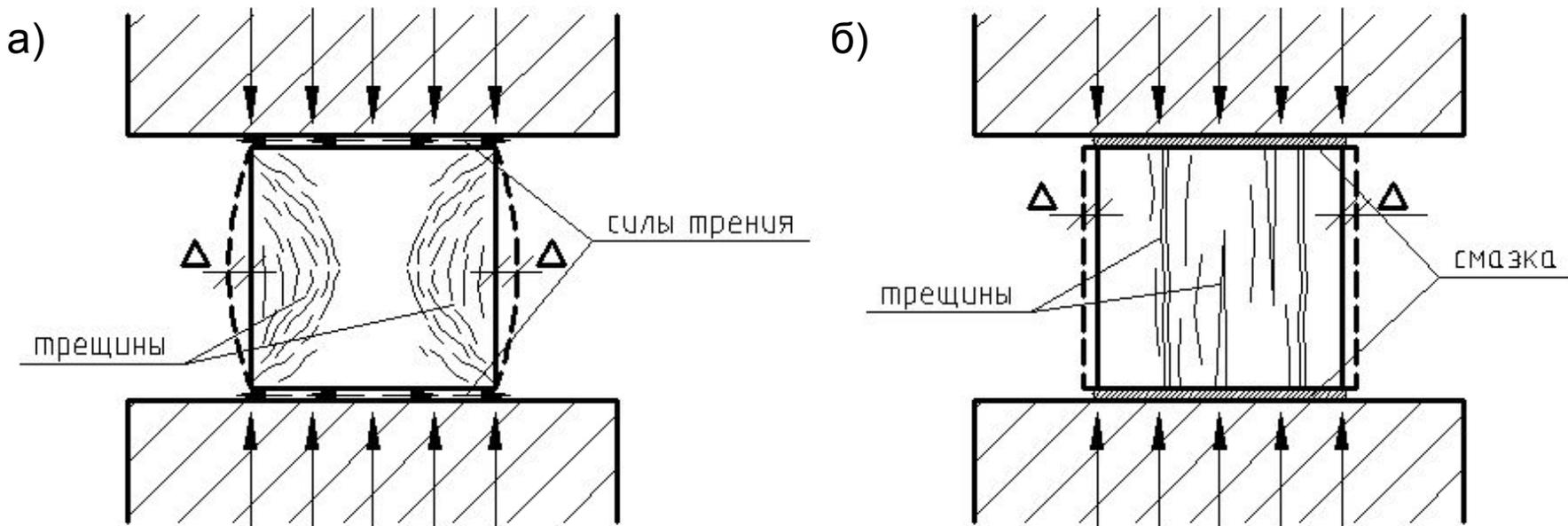
- По *условиям твердения*:
 - бетоны естественного твердения;
 - бетоны, подвергнутые тепловлажностной обработке при атмосферном давлении;
 - бетоны, подвергнутые автоклавной обработке при высоком давлении и температуре.

Факторы, влияющие на прочность бетона:

- структура бетона;
- марка цемента;
- водоцементное отношение В/Ц;
- вид мелкого и крупного заполнителя;
- условия твердения;
- вид напряженного состояния;
- форма и размеры сечения;
- длительность действия нагрузки.

Прочностные характеристики бетонов

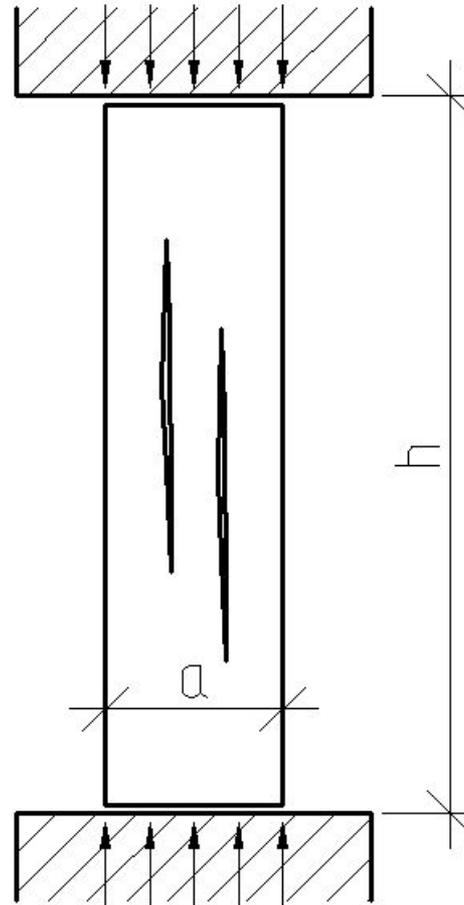
Кубиковая прочность бетона



Характер разрушения бетонных кубов:
а – несмазанный куб; б – смазанный куб;
Δ – поперечные деформации бетона

Прочностные характеристики бетонов

Призменная прочность



Прочностные характеристики бетонов

Прочность бетона на осевое растяжение

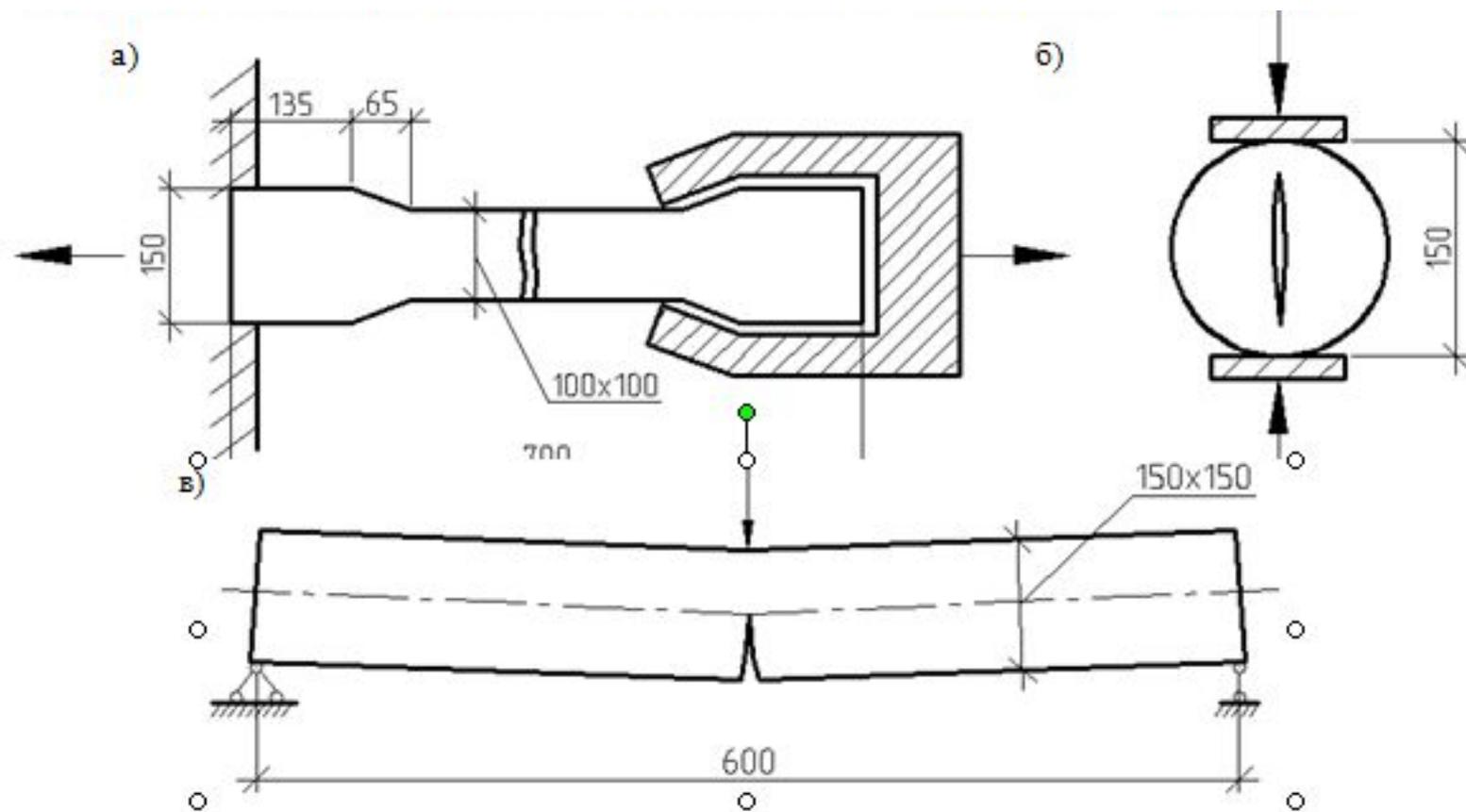


Рис. 4. Схемы испытания образцов для определения прочности бетона при осевом растяжении: а - на разрыв; б - на раскалывание; в - на изгиб.

Прочностные характеристики бетонов

Прочность бетона на срез и скалывание

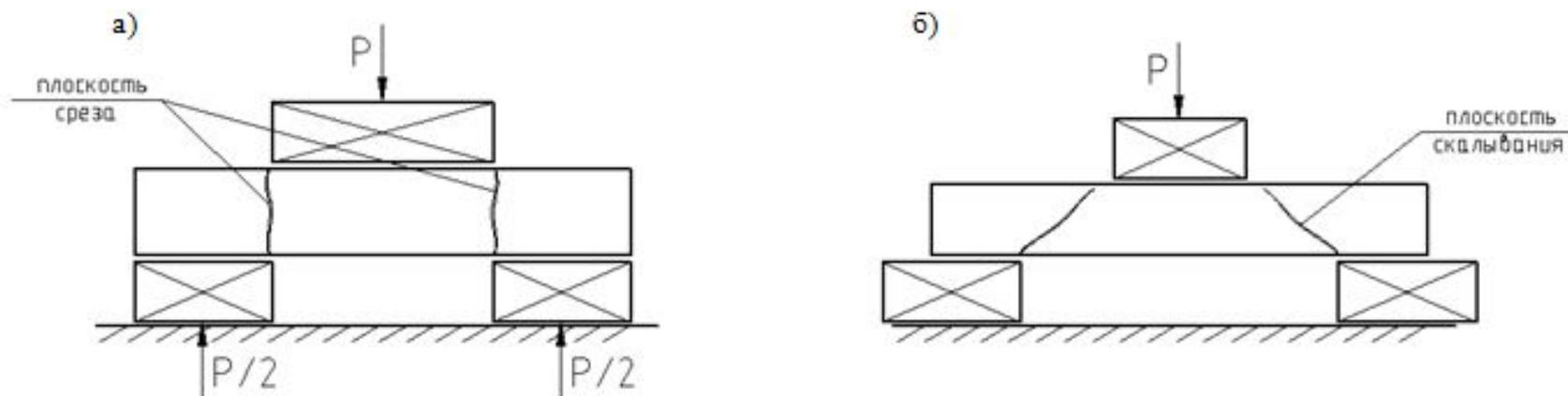
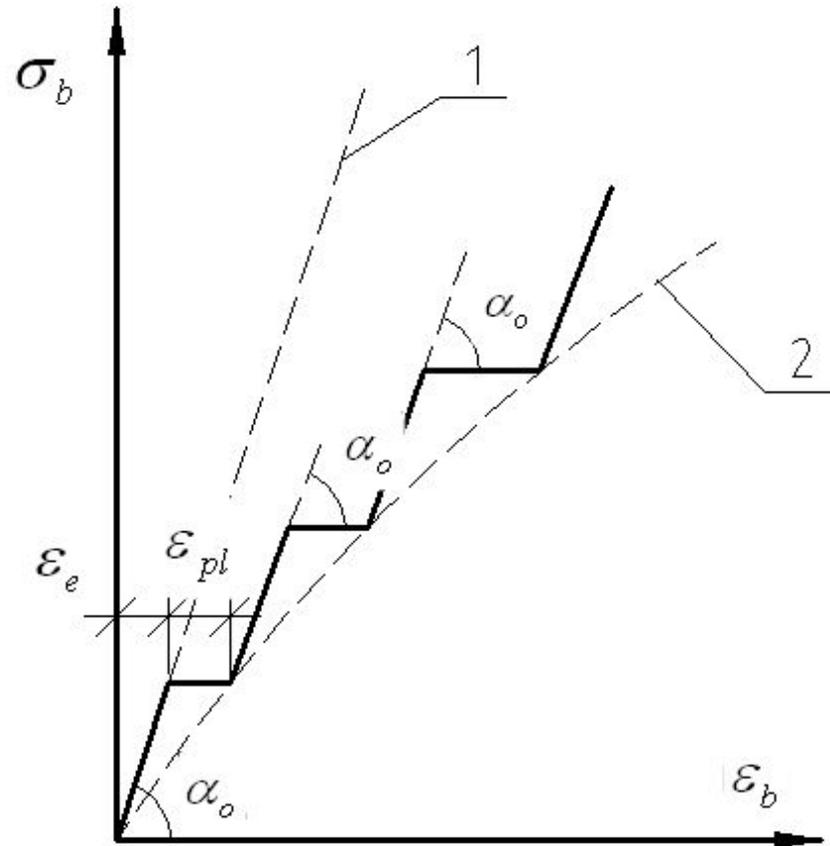


Рис. 5. Схемы испытания образцов на срез (а) и скалывание (б).

Прочностные характеристики бетонов

- R_b – сопротивление бетона сжатию
- R_{bt} – сопротивление бетона растяжению
- R_{bh} – сопротивление бетона срезу
- R_{bl} – сопротивление длительному напряжению
- R_{loc} – сопротивление местному сжатию

Деформативность бетона



Деформативность бетона

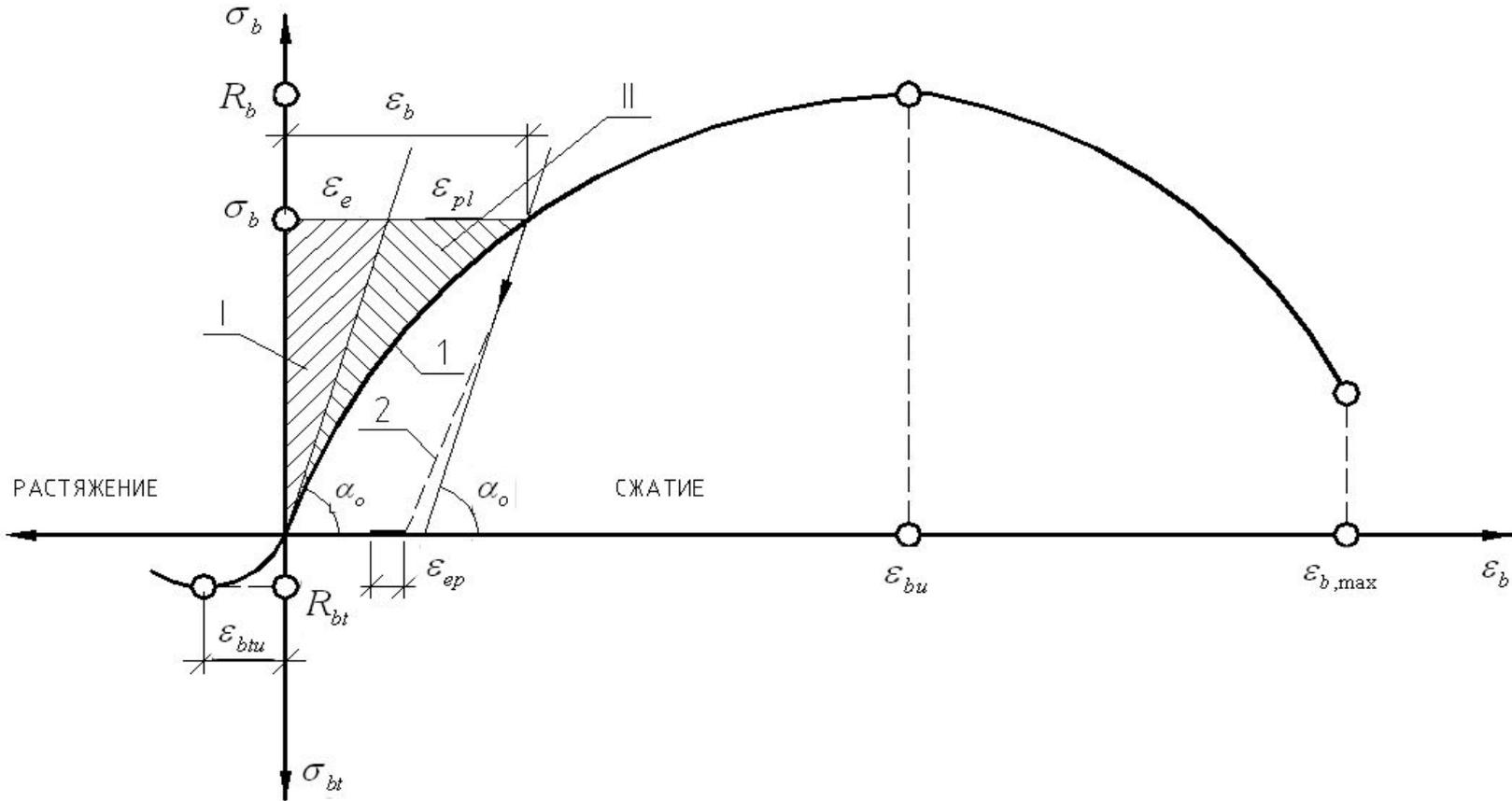


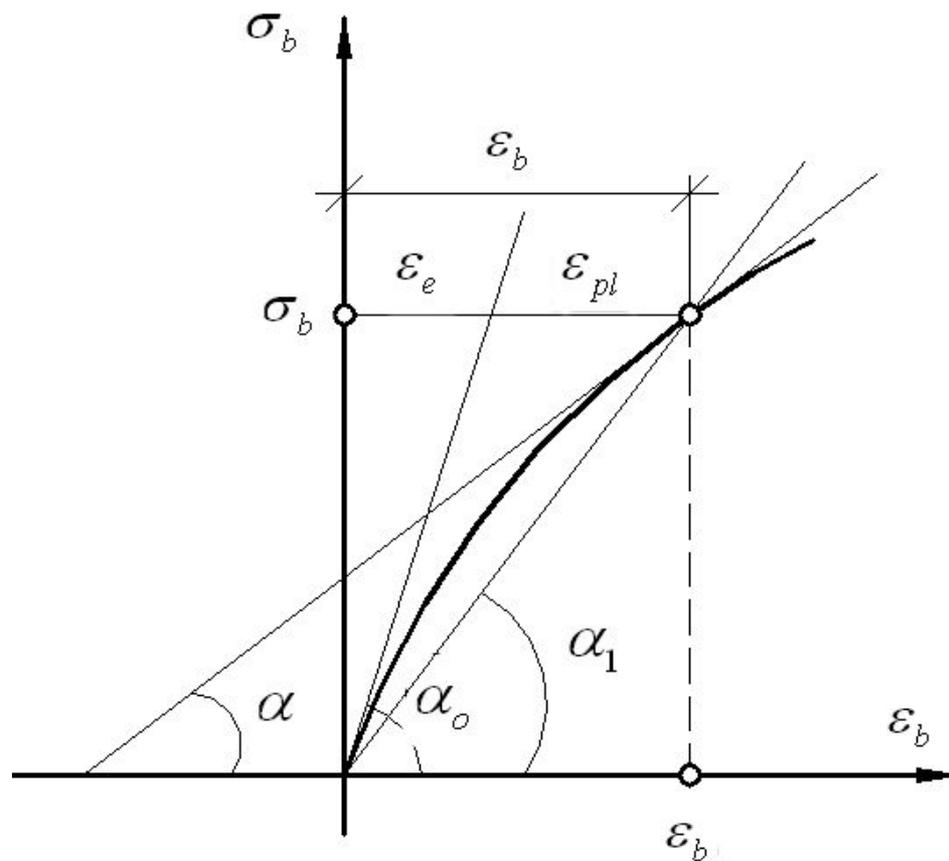
Диаграмма зависимости между напряжениями и деформациями в бетоне при сжатии и растяжении:

I – область упругих деформаций; II – область пластических деформаций;

1 – загрузка; 2 – разгрузка; ε_{bu} – предельная сжимаемость; ε_{btu} – предельная растяжимость;

ε_{ep} – доля неупругих деформаций, восстанавливающихся после разгрузки.

Модульные деформации бетона



Усадка, ползучесть, релаксация

Усадка – уменьшение размеров (со всех сторон) бетонного образца при потере влаги (воды) при твердении.

Ползучесть – увеличение деформаций при постоянном напряжении

Релаксация – снижение напряжения при постоянных деформациях.

Цель преднапряжения ЖБК

- существенно уменьшить расход стали за счет использования арматуры высокой прочности;
- повысить трещиностойкость конструкций; увеличить жесткость, уменьшить прогибы;
- повысить выносливость конструкций, работающих под воздействием многократно повторяющихся нагрузок (от кранов, автотранспорта и т.п.);
- увеличить срок службы конструкций при эксплуатации в агрессивных средах;
- уменьшить расход бетона и снизить массу конструкций.

Классификация арматуры

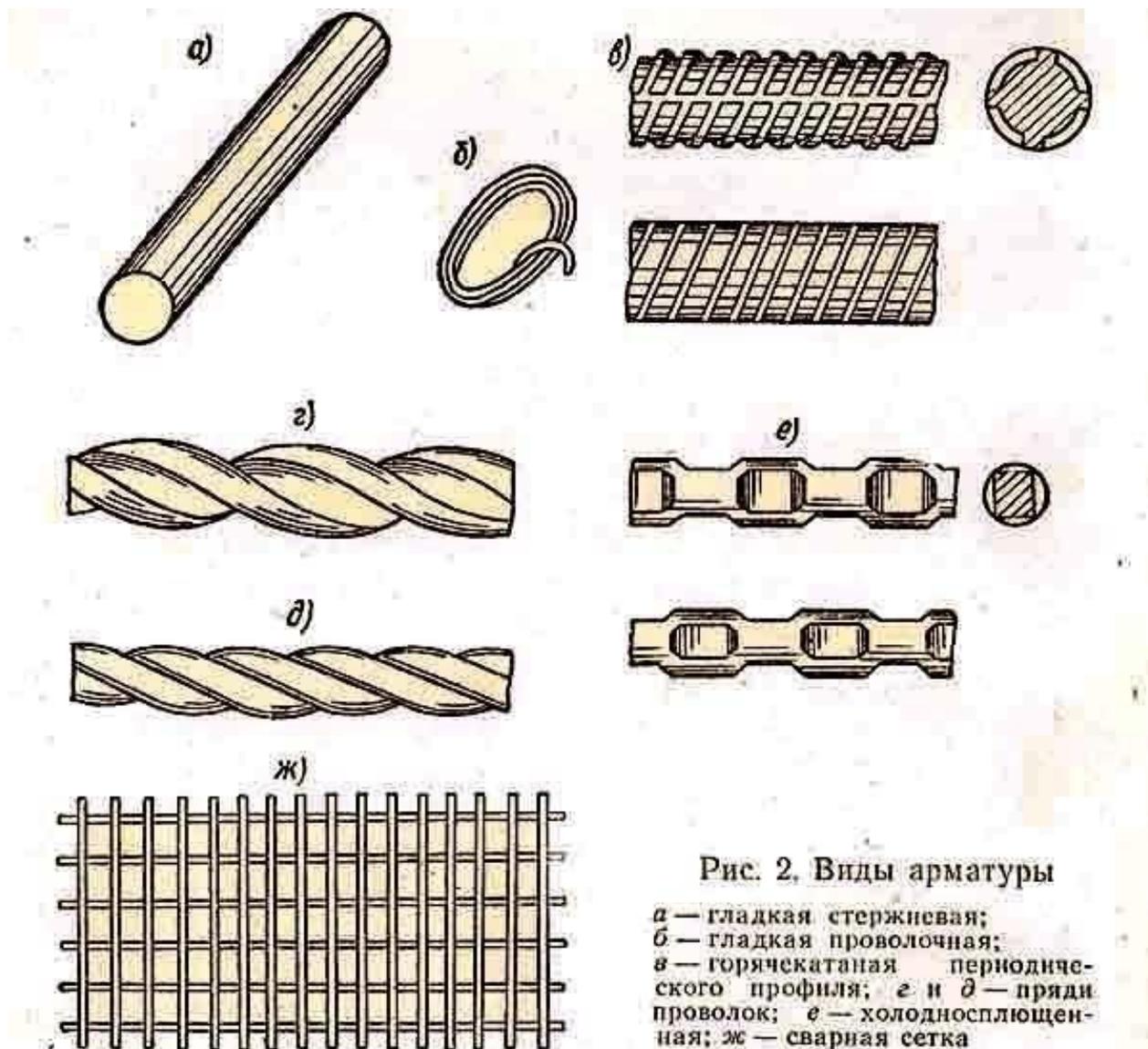


Рис. 2. Виды арматуры

a — гладкая стержневая;
б — гладкая проволочная;
в — горячекатаная периодического профиля; *г* и *д* — пряди проволоки; *е* — холодносплюснутая; *ж* — сварная сетка

Классификация арматуры

1) По *материалу*:

- стальная;
- стеклопластиковая;
- углепластиковая.

2) По *назначению*:

- рабочая;
- конструктивная;
- арматура косвенного армирования;
- монтажная.

Классификация арматуры

3) По способу изготовления:

- стержневая, горячекатаная ($d = 6 \dots 40$ мм);
- проволочная, холоднотянутая ($d = 3 \dots 6$ мм).

4) По виду поверхности:

- гладкая;
- периодического профиля (рифленая).

5) По способу применения:

- напрягаемая, подвергнутая предварительному натяжению до эксплуатации;
- ненапрягаемая.

Классификация арматуры

6) По *изгибной жесткости*:

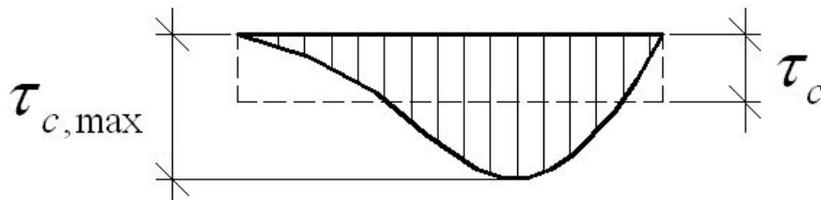
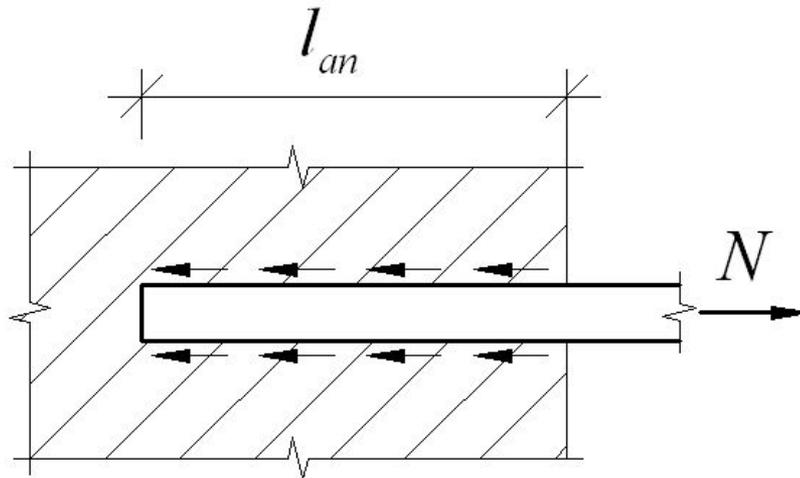
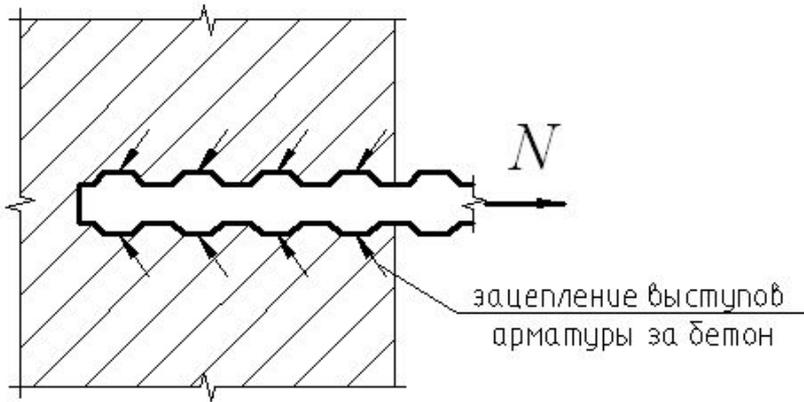
- гибкая (стержневая и проволочная);
- жесткая (из прокатных профилей).

7) По *способу упрочнения*:

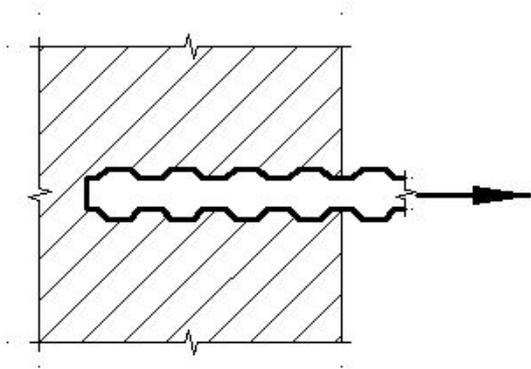
- термически упрочненная, т.е. подвергнутая термической обработке;
- упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

Сцепление арматуры с

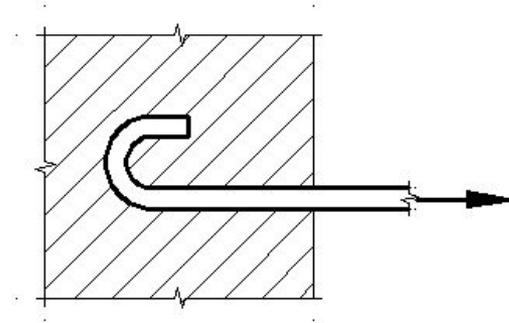
бетон



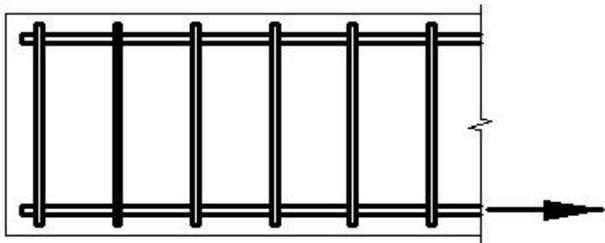
Анкеровка арматуры в бетоне



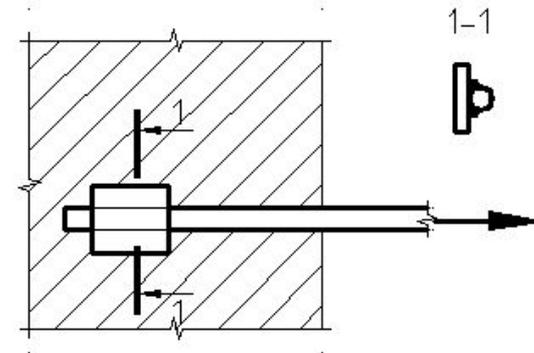
выступами
периодического
профиля арматуры



загибами арматуры
(класс А - I)



стержнями поперечного
направления

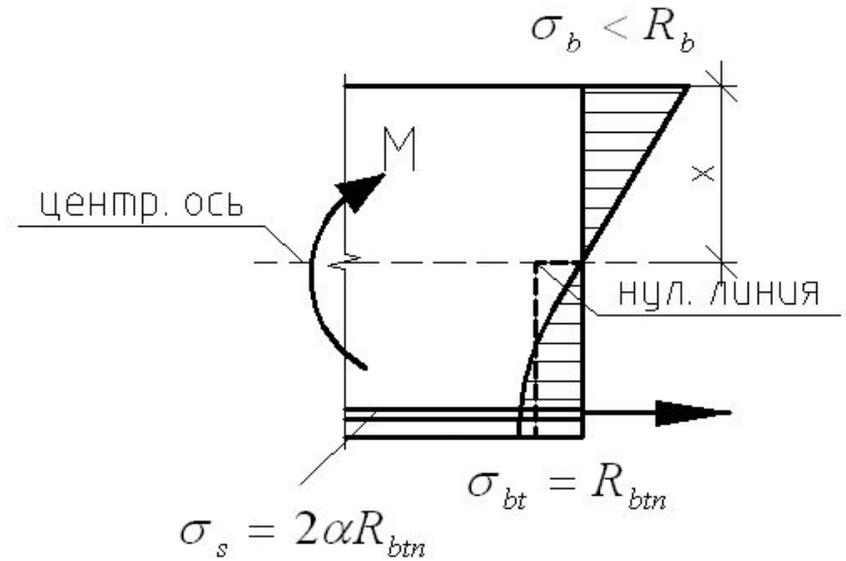
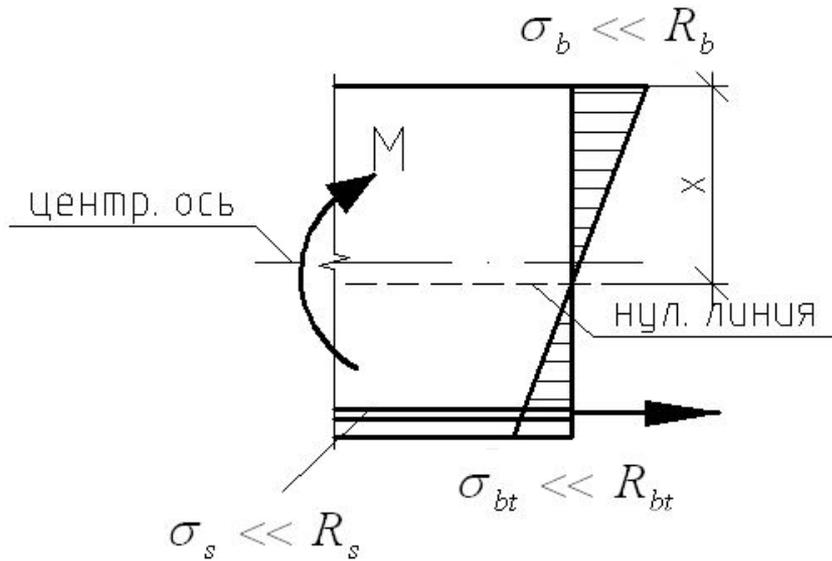


при помощи специальных
анкеров на концах стержней

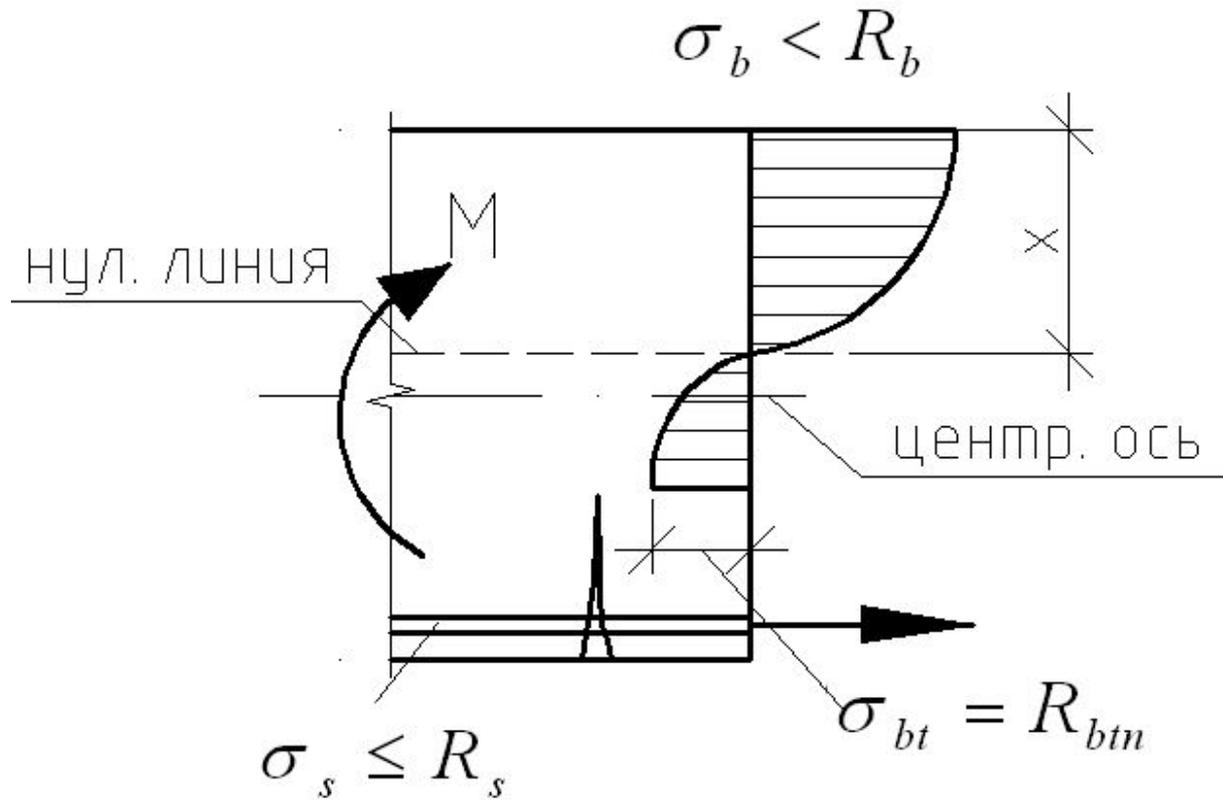
Стадии напряженно-деформированного состояния (НДС)

1. Стадия упругой работы – до 35% от разрушающей нагрузки
2. Стадия упруго-пластической работы – до 75% от разрушающей нагрузки.
Появляются трещины. При увеличении нагрузки их число увеличивается
3. Стадия разрушения – трещины появляются лавинообразно. Элемент разрушается.

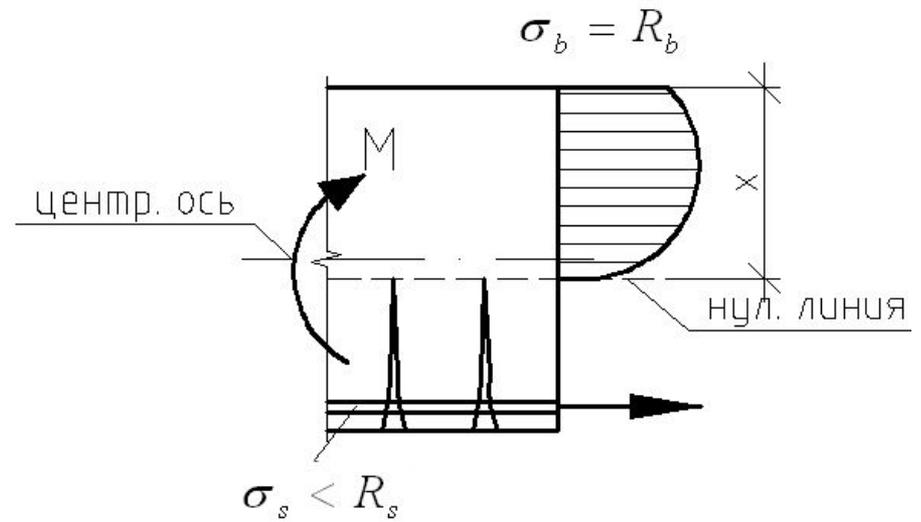
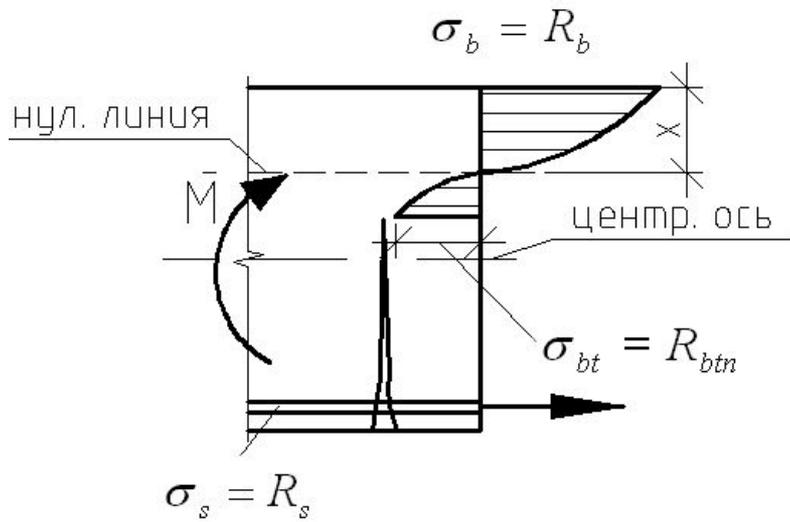
I стадия НДС



II стадия НДС



III стадия НДС



Коррозия бетона и арматуры

- *Коррозия бетона* – из-за недостаточной плотности бетона; от воздействия фильтрующей воды, разрушающей цементный камень (белые хлопья на поверхности бетона); под влиянием газовой или жидкой агрессивной среды.
- *Коррозия арматуры* – продукт коррозии имеет больший объем, чем арматура, соответственно создается значительное давление на окружающий слой бетона, вдоль стержней возникают трещины и отколы бетона с обнажением арматуры.

Меры защиты от коррозии железобетона:

- снижение фильтрующей способности бетона (спец. добавки);
- повышение плотности бетона;
- увеличение толщины защитного слоя бетона;
- применение лакокрасочных покрытий, оклеечной изоляции;
- применение кислотостойких бетонов