

Лекция № 1

- Введение .
- Сущность железобетона

К строительным (иногда называется инженерным) относятся те несущие **конструкции** промышленных и гражданских зданий и инженерных сооружений, **размеры сечений которых определяется расчетом.**

Этим **строительные конструкции** отличаются от **архитектурных конструкций** (частей здания), размеры сечений которых назначаются из архитектурных, теплотехнических или других специальных требований.

Строительные конструкции разделяют на **металлические, каменные, бетонные и железобетонные, конструкции из дерева и пластмасс.**

Железобетонные конструкции

Железобетон по сравнению с другими строительными материалами появился сравнительно недавно и почти одновременно в Европе и Америке. Его история насчитывает не более 150 лет. Однако к настоящему времени он получил самое широкое распространение в строительстве, имеет свою историю и своих выдающихся деятелей.

Железобетонные конструкции - несущие элементы зданий и сооружений, изготавливаемые из железобетона, и сочетания этих элементов.

Период возникновения железобетона **1885-1917гг.**

1850г. - Первым изделием из железобетона была лодка, построенная **Ламбо** во Франции

1867-1870г. - Первые патенты на изготовление изделий из железобетона были получены **Монье**.

1854г. – в Англии Уилкинсон.

1855-1877гг. – в США Гнатт

Период освоения железобетона 1885-1917гг.

1882г. - французский инженер **Ф. Геннебик** предложил монолитные железобетонные ребристые перекрытия и ряд других рациональных строительных конструкций .

1885 г. - в Германии инж. **Вайс** и проф. **Баушингер** провели первые научные опыты по определению прочности и огнестойкости железобетонных конструкций, сохранности железа в бетоне, сил сцепления арматуры с бетоном и пр.

1886 г. - **М. Кёнен** предложил первый метод расчета железобетонных плит, который способствовал развитию интереса к новому материалу и более широкому распространению железобетона в Германии и Австро-Венгрии

С этого времени повсеместно вошел в практику **метод расчета бетонных конструкций по допустимым напряжениям**, основанный на законах сопротивления упругих материалов.

1891г. — русский строитель проф. **Н. А. Белелюбский** первым провел серию испытаний железобетонных конструкций: плит, балок, арок, резервуаров, силосов для зерна, моста пролётом 17м.

1911г. - в России были изданы **первые технические условия и нормы** для железобетонных сооружений.

1-й период широкого применения железобетона в СССР 1918-1945гг.

После революции железобетонное строительство в России получило невиданный в мире размах. Необходимость максимально экономить материал и снижать стоимость железобетонных конструкций вынуждала **советскую школу** учитывать все наиболее передовое в европейской и американской практике и широко развивать собственные теоретические и экспериментальные исследования в области железобетона.

В 1925... 1932 гг. советские ученые **В. М. Келдыш, А. Ф. Лолейт, А. А. Гвоздев, П. Л. Пастернак** и другие на базе широких экспериментальных работ разработали общие методы расчета статически неопределимых стержневых систем (арок и рам), которые позволили запроектировать и построить много уникальных для своего времени общественных и промышленных зданий из железобетона.

1931-34г. - на основе глубокого изучения физических и упругопластических свойств железобетона, а также экспериментальных данных **А. Ф. Лолейт, А. А. Гвоздев** и другие создали **теорию расчета железобетона по разрушающим усилиям**. Она была положена в основу норм (ОСТ 90003-38), по которым рассчитывали все промышленные и гражданские здания и сооружения

2-й период широкого применения железобетона в СССР с 1945гг.

Железобетон стал основой не только промышленного и гидротехнического строительства, но и жилищного, городского, теплоэнергетического, транспортного, дорожного, сельскохозяйственного. Применение сборного железобетона совершило переворот в строительной технике.

Возникла заводская технология изготовления железобетонных конструкций. Повысилась прочность применяемых материалов. Значительный прогресс был достигнут и в области расчета статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом неупругих деформаций методом предельного равновесия (работы А. Л. Гвоздева, М. Крылова и др.).

1955г. – Дальнейшим развитием в области теории железобетона стал созданный в СССР **единый метод расчета конструкций по предельным состояниям**, который был положен в основу главы СНиП «Бетонные и железобетонные конструкции».

Третий этап железобетона.

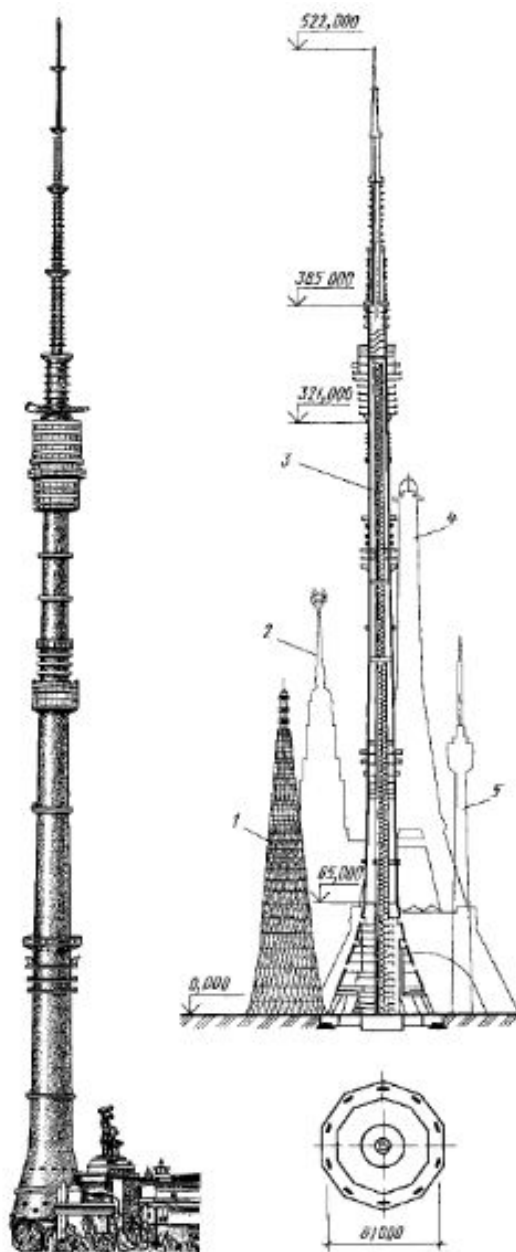
- **Третий этап** развития железобетонных конструкций сопровождался процессом индустриализации и развития теоретических основ железобетона.

Предварительно напряженный железобетон

Идея создания **нового, более совершенного**, предварительно напряженного железобетона, высказанная еще в конце прошлого столетия, приобрела в 30-х годах практическое значение благодаря работам Фрейсине (Франция), Хойера (Германия) и др.

Возникновение предварительно напряженного железобетона в СССР относится к 1930 г., когда В. В. Михайлов начал проводить широкие экспериментальные исследования.

В 1936 г. в СССР впервые был применен предварительно напряженный железобетон для изготовления опор канатной сети на закавказских железных дорогах. Вскоре вопросами теории расчета и конструирования предварительно напряженных конструкций стали заниматься многие советские ученые (С. А. Дмитриев, А. П. Корозкин и др.).



Останкинская башня в Москве (размеры в м)

1 — Шуховская башня в Москве, 2 — высотное здание МГУ, 3 — Останкинская башня, 4 — Эйфелева башня в Париже, 5 — Штутгартская телевизионная башня (ФРГ)

Как и любой другой искусственный или естественный каменный материал, **бетон** сопротивляется разрыву примерно в 15...20 раз слабее, чем сжатию. Кроме того, он является хрупким материалом.

Средняя относительная предельная растяжимость бетона $\varepsilon_{btu} = (\Delta l_{tu} / l) 100\% = 0,015\%$ (0,15 мм на 1 м) примерно в 13 раз меньше средней относительной предельной сжимаемости $\varepsilon_{bu} = (\Delta l_{pu} / l) 100\% = 0,2\%$ (2 мм на 1 м).

Именно хрупкость не позволяет во многих случаях использовать прочность бетона при растяжении, даже когда напряжения, вызываемые внешними силами, невелики. Это объясняется тем, что из-за колебаний температуры, неравномерного высыхания, случайных динамических воздействий трещины в бетоне могут возникнуть еще в период строительства.

Поэтому **из бетона** выполняют конструкции, воспринимающие сжимающие усилия: стены, массивные фундаменты, колонны, подпорные стенки и другие сооружения.

Бетонные конструкции применяют иногда при работе на изгиб при малых растягивающих напряжениях, не превышающих предела прочности бетона при осевом растяжении.

Центрально растянутые, внецентренно сжатые или растянутые и изгибаемые элементы, несущая способность которых обусловлена прочностью (сопротивляемостью) материала на разрыв (растяжение), выполняли обычно **из дефицитной стали** или **недолговечной древесины**.

Исследования показали, что разрушение **бетонных балок** происходит от разрыва нижних (наиболее растянутых) волокон ([рис. 1а](#)). При этом несущая способность сжатой зоны балки используется не более чем на 5...7 %. Если усилить растянутую зону балки так, чтобы она могла воспринимать необходимые растягивающие усилия, то соответственно будет возрастать несущая способность всей балки, вплоть до полного исчерпания прочности ее сжатой зоны.

Наиболее подходящим материалом, позволяющим в широких пределах повышать сопротивляемость растянутых зон бетонных балок, оказалась стальная арматура ([рис. 1б](#)), одинаково хорошо сопротивляющаяся растяжению и сжатию. Относительное удлинение стали при разрыве в сотни раз превышает предельное относительное удлинение бетона. Сталь — прочный упругопластический материал.

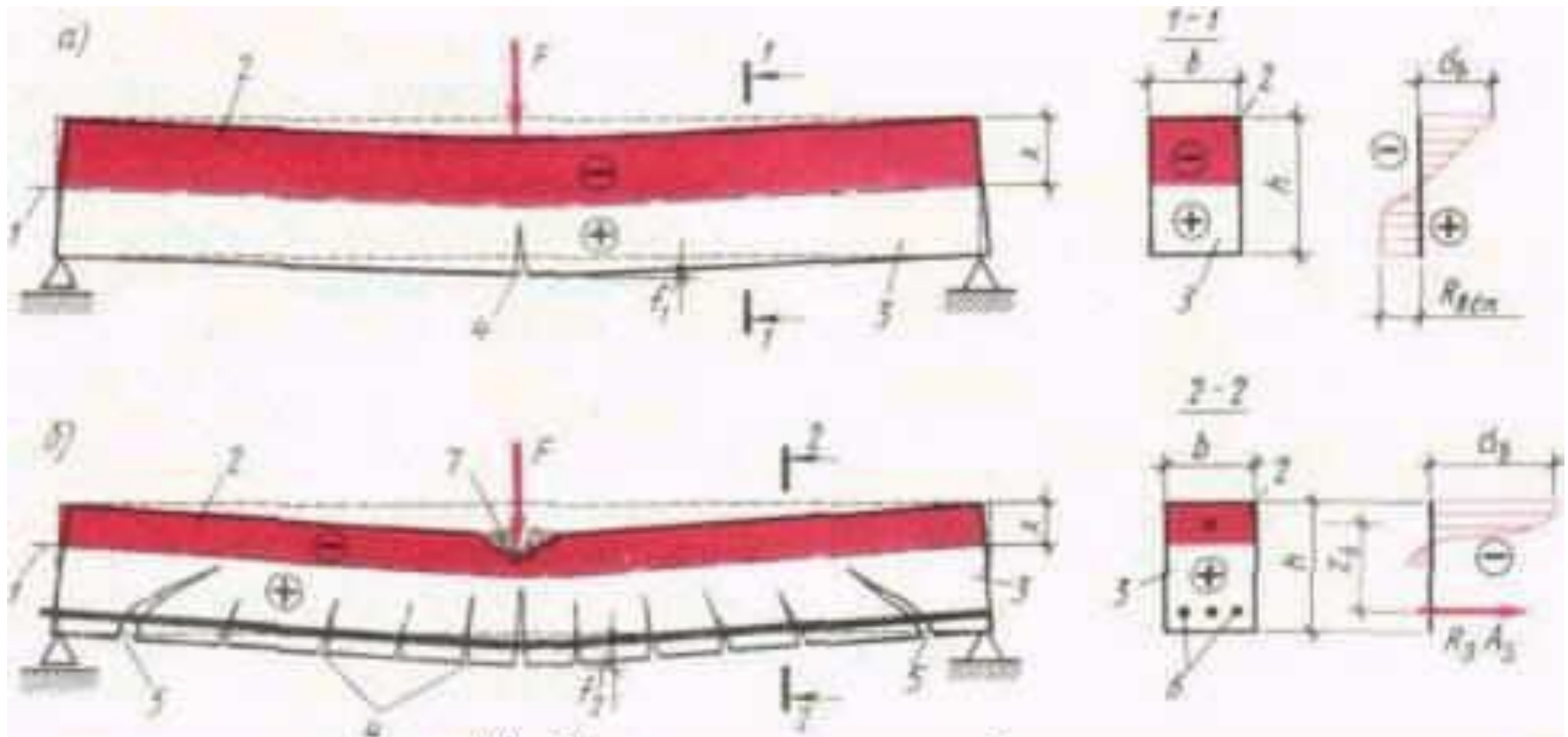


Рис. 13. Схема разрушения балки:

а - бетонной; б - железобетонной; 1 - нулевая (нейтральная) плоскость; 2 - сжатая зона балки; 3 - растянутая зона балки; 4 - нормальные трещины; 5 - наклонные трещины; 6 - стальная арматура; 7 - раздробление бетона сжатой зоны

При достаточном армировании железобетонная балка разрушится при полном исчерпании несущей способности сжатой зоны, следовательно, прочность ее по сравнению с бетонной (неармированной) балкой в зависимости от класса бетона может возрасти примерно в 15...20 раз.

Железобетоном называют комплексный строительный материал, в котором бетон и стальная арматура, соединенные взаимным сцеплением, работают под нагрузкой как единое монолитное тело.

Бетон в основном предназначается для восприятия **сжимающих усилий**

Стальная арматура — для восприятия преимущественно **растягивающих усилий**.

При таком распределении функций между бетоном и стальной арматурой **железобетон**, в основном (98%) каменный материал, **способен воспринимать растягивающие усилия вплоть до полного использования несущей способности сжатой зоны изгибаемых, внецентренно сжатых или растянутых элементов**. Железобетон можно рассматривать как комплексный армированный материал, обладающий анизотропией (т. е. зависимостью механических и деформативных свойств от направления действия внешних нагрузок), обусловленной армированием и нелинейностью деформирования связанной с трещинообразованием, пластическими свойствами бетона и стали.

Совместная работа арматуры и бетона

Усиление бетонных элементов арматурой возможно, если **обеспечена их совместная работа**. Опыты показывают, что и в этом смысле сталь является практически идеальным партнером бетона. Это обусловлено в первую очередь следующими обстоятельствами:

- 1) **хорошим сцеплением** бетона и арматуры;
- 2) **бетон** при соблюдении определенных требований (содержании цемента не менее 250 кг/м^3 , обеспечении защитного слоя и т. п.) **является надежной защитой арматуры** от коррозии, высоких температур, механических повреждений;
- 3) бетон и сталь обладают близкими **коэффициентами температурной деформации** [$\alpha_{st} = 12 \cdot 10^{-6}$; $\alpha_{bt} = (7 \dots 15) \cdot 10^{-6}$], вследствие чего в обычных условиях (при температурах от -20 до $+50^\circ\text{C}$) эксплуатационные качества конструкций не снижаются;.

Достоинства железобетона

-  высокая механическая прочность;
-  долговечность;
-  огнестойкость;
-  хорошая сопротивляемость сейсмическим и другим динамическим воздействиям;
-  возможность возводить конструкции рациональной формы;
-  малые эксплуатационные расходы (по сравнению с деревом и металлом);
-  хорошая сопротивляемость атмосферным воздействиям;
-  возможность использования местных материалов

Недостатки железобетона

- ✂ большая плотность,
- ✂ появление трещин вследствие усадки и силовых воздействий;
- ✂ трудоемкость переделок и усилений;
- ✂ необходимость выдержки до приобретения прочности;
- ✂ высокая тепло- и звукопроводность;
- ✂ требует жесткого технического контроля;
- ✂ требуют рабочих с высокой квалификации

Способы изготовления и возведения железобетонных конструкций

Различают железобетонные конструкции монолитные, сборные и сборно-монолитные.

- при возведении **монолитных железобетонных конструкций** на месте строительства устанавливают опалубку (форму), в нее укладывают арматуру и бетонную смесь.;
- при возведении зданий и сооружений **из сборных железобетонных конструкций** вначале на специальных заводах или полигонах изготавливают отдельные элементы, из которых на строительной площадке возводят сооружения;
- при применении **сборно-монолитных железобетонных конструкций** вначале укладываются сборные железобетонные элементы, играющие также роль опалубки, а затем они бетонируются.