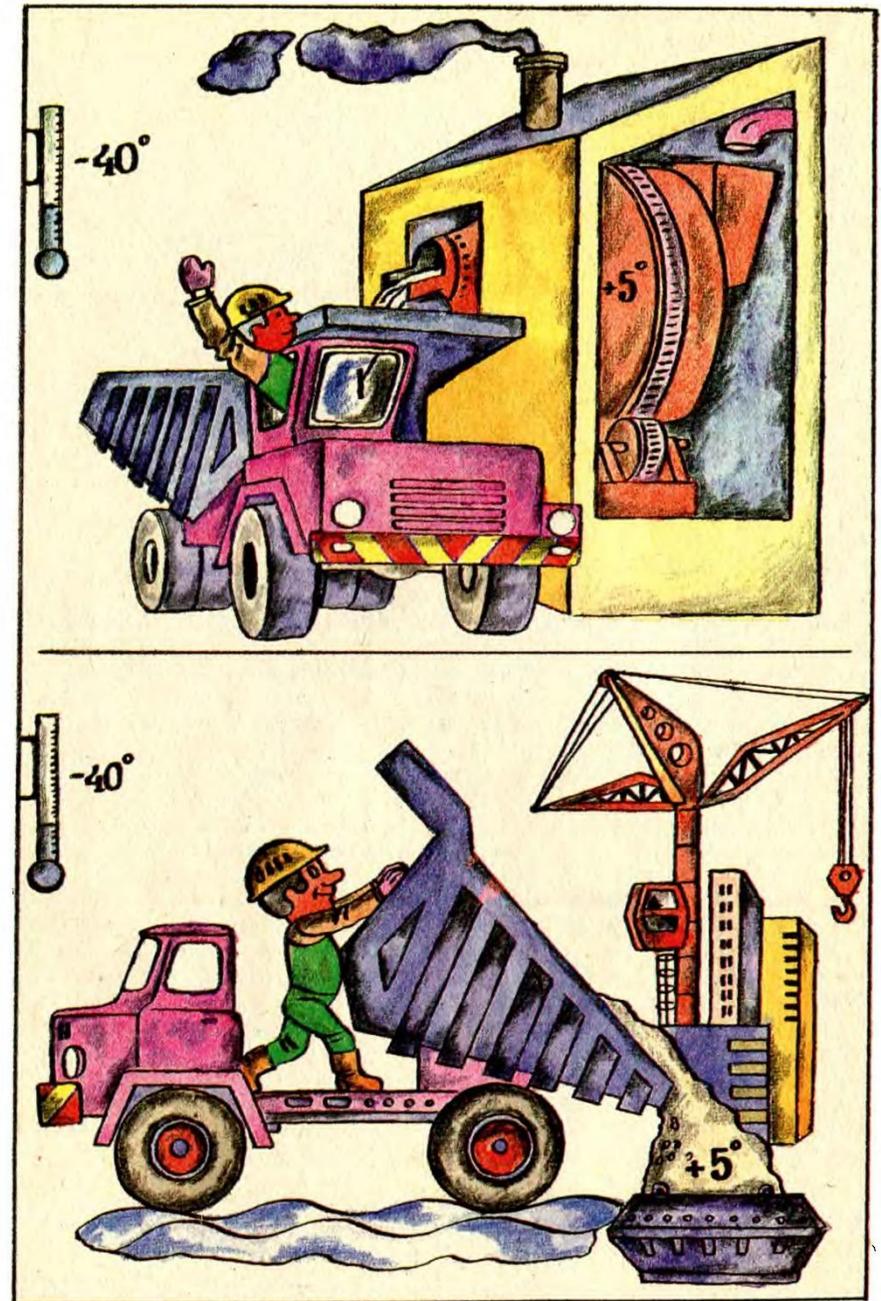
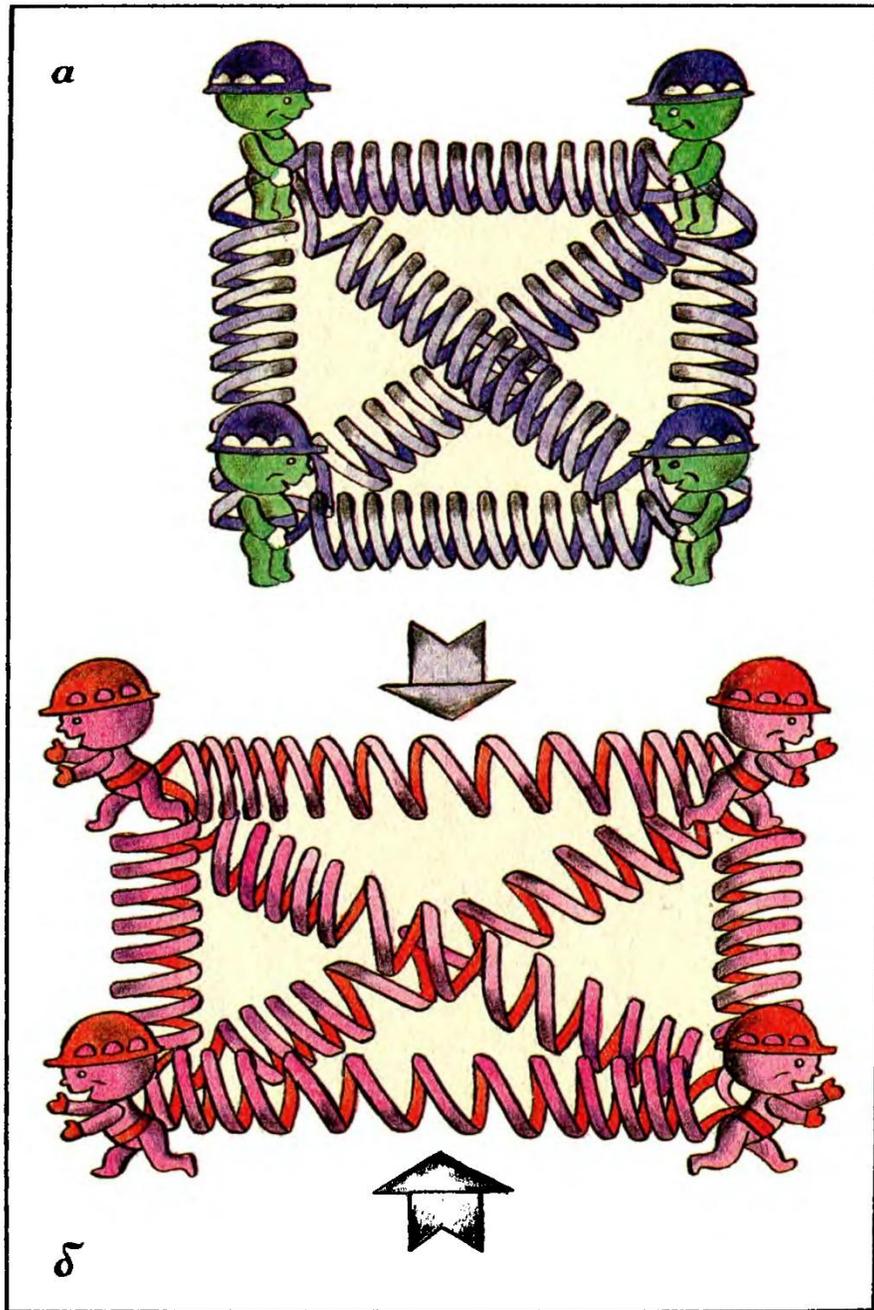
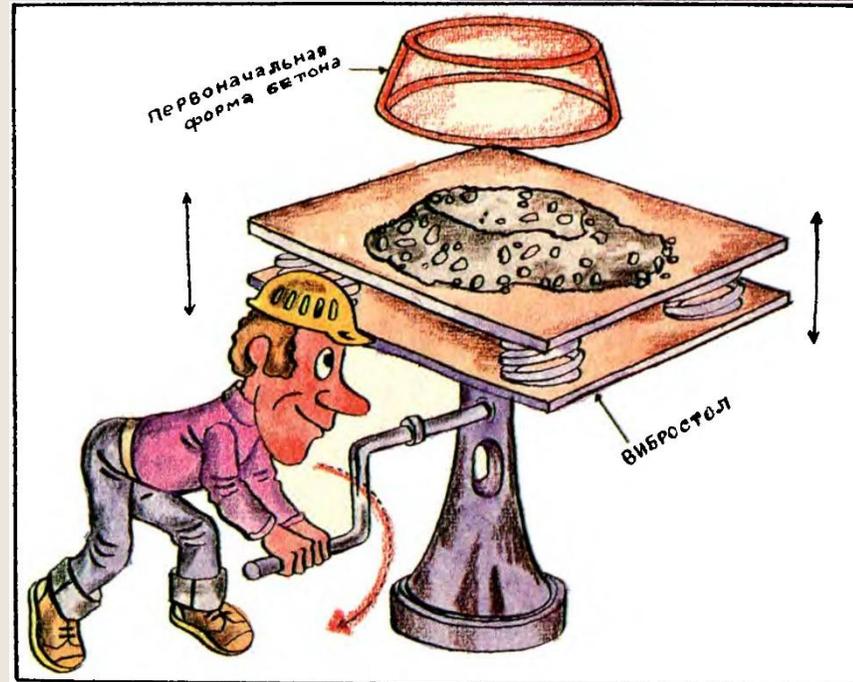
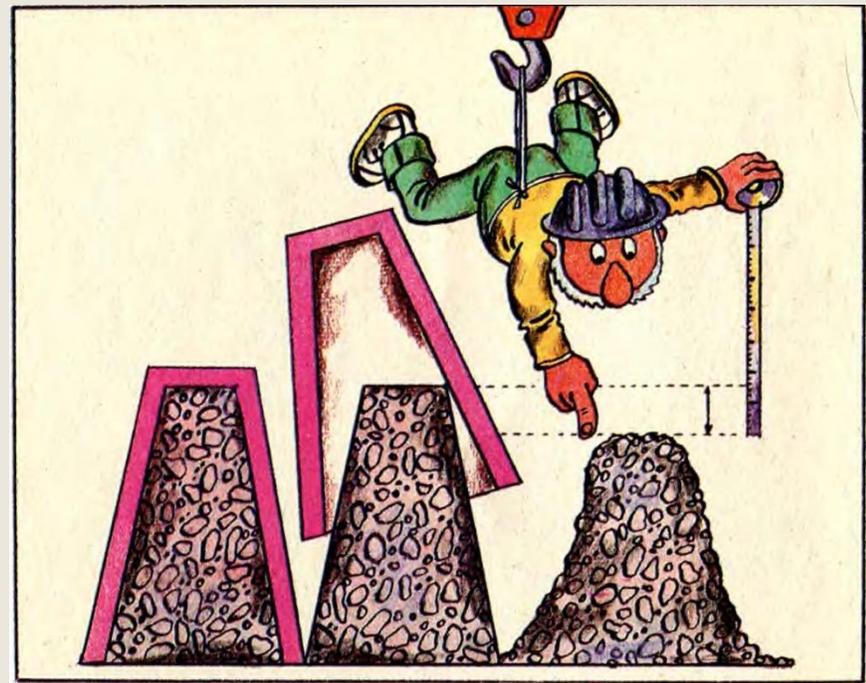
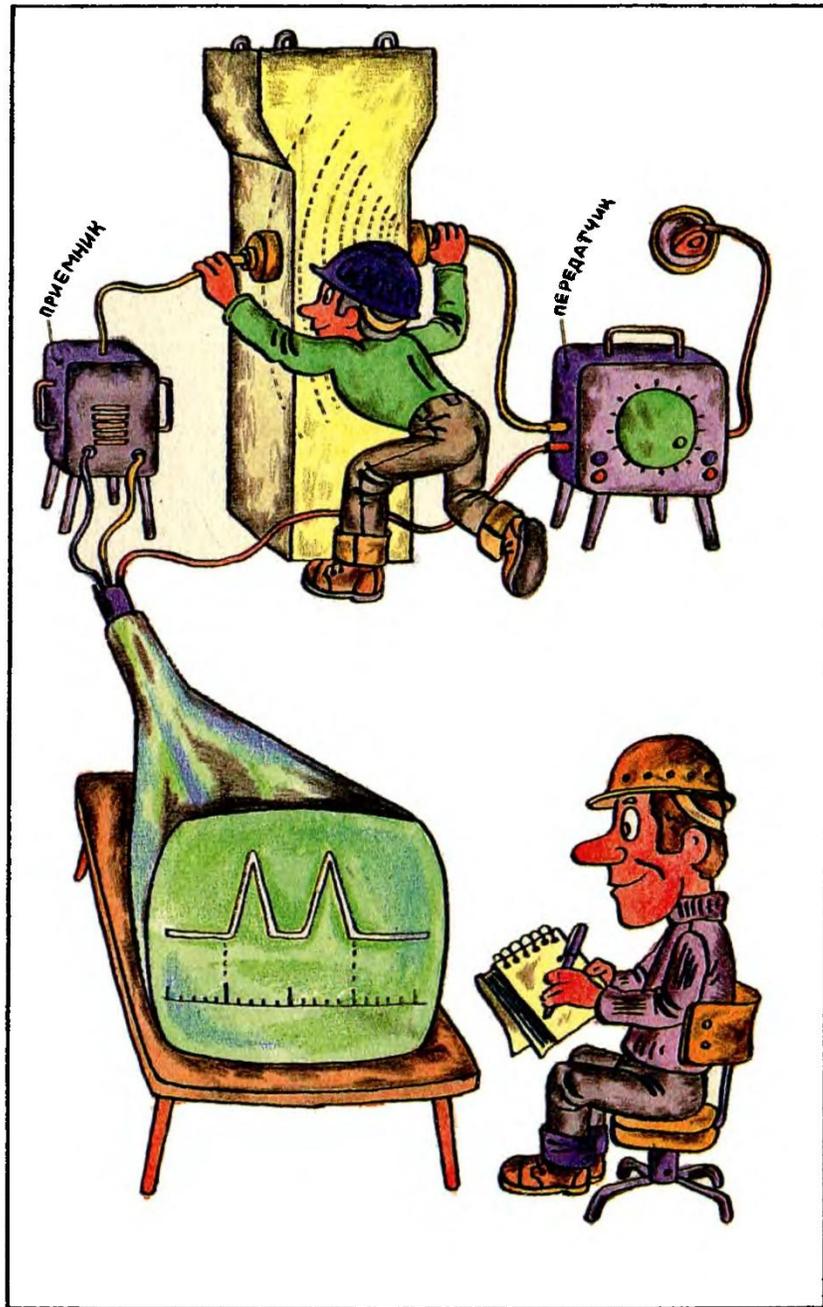
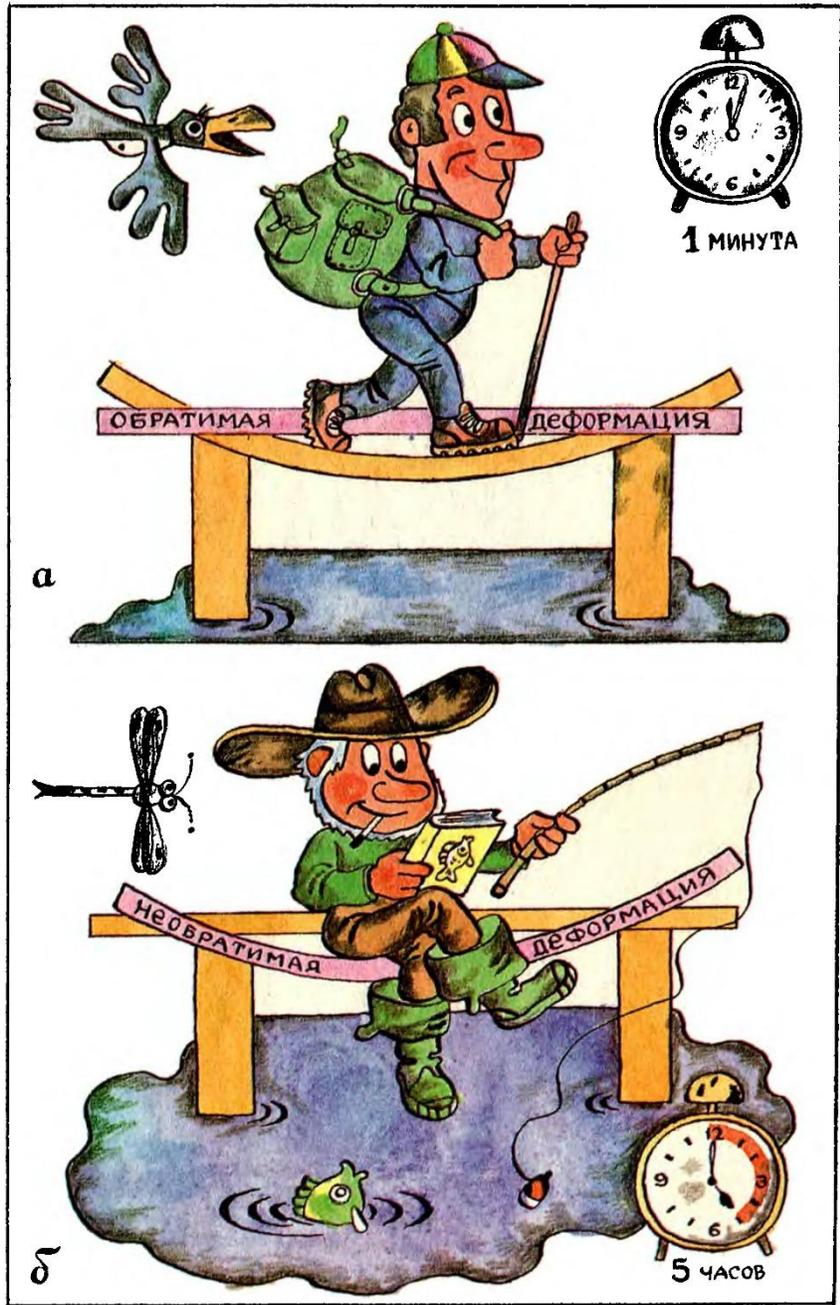
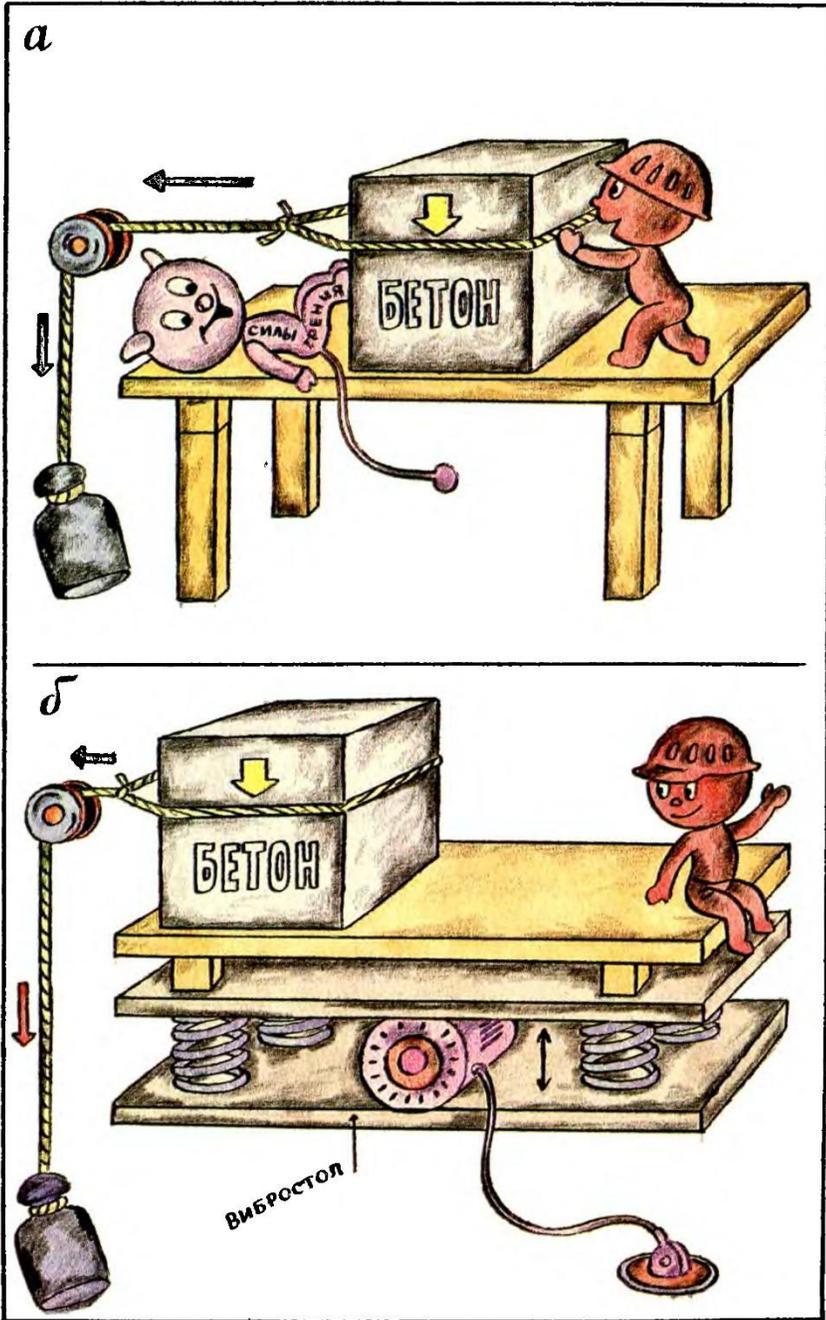


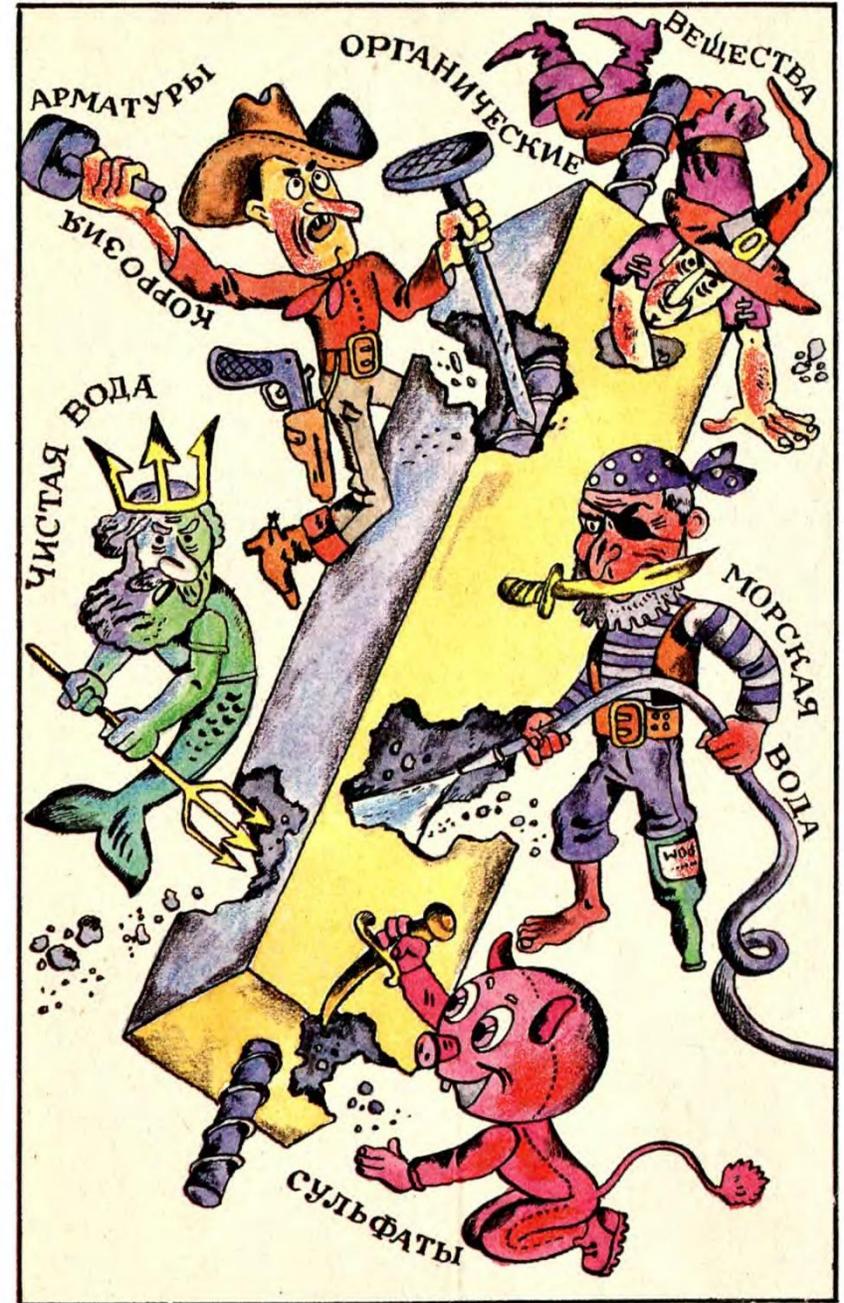
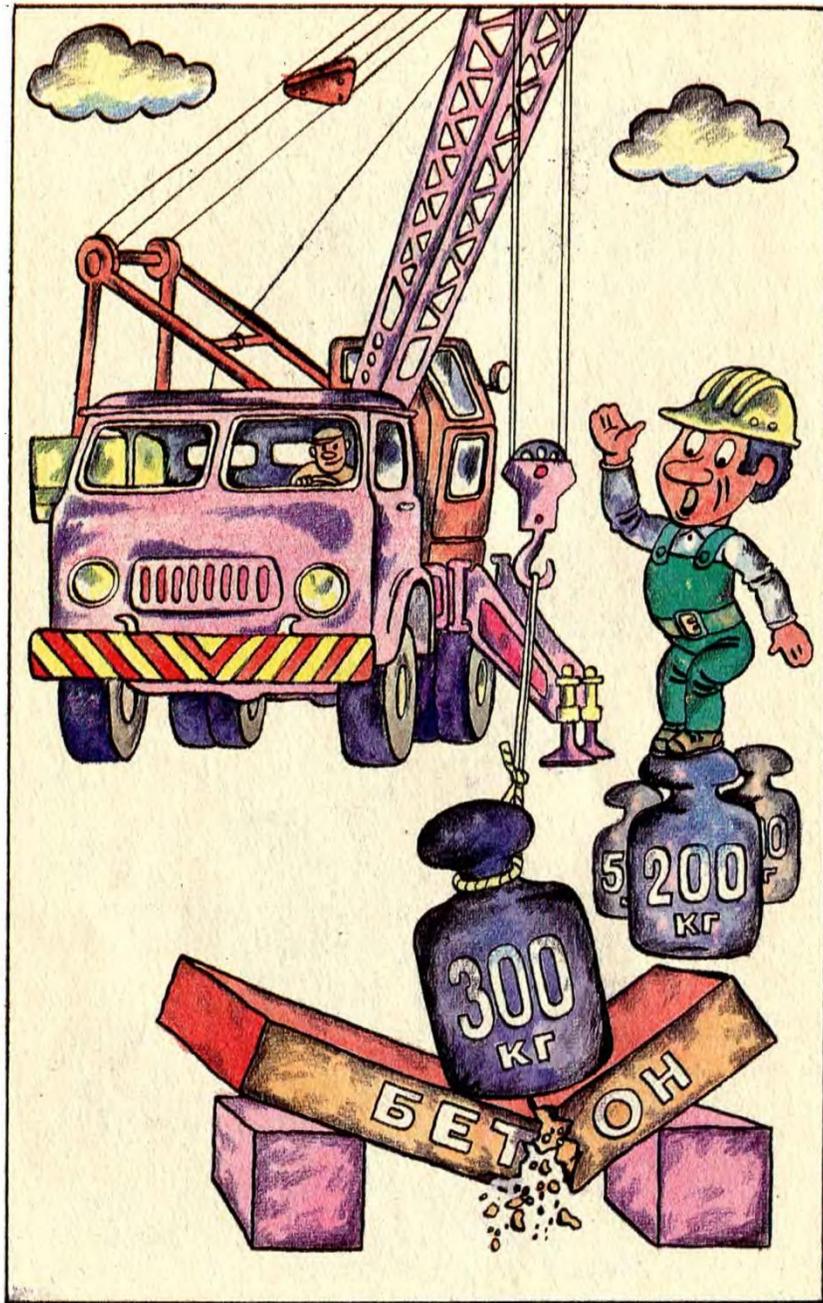
БЕТОНЫ

*Материал к лекции по дисциплине:
«Строительное материаловедение»*









Бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотненной смеси из минерального или органического вяжущего вещества с водой, мелкого и крупного заполнителя, химических добавок в определенных пропорциях.

Классификация бетонов по плотности:

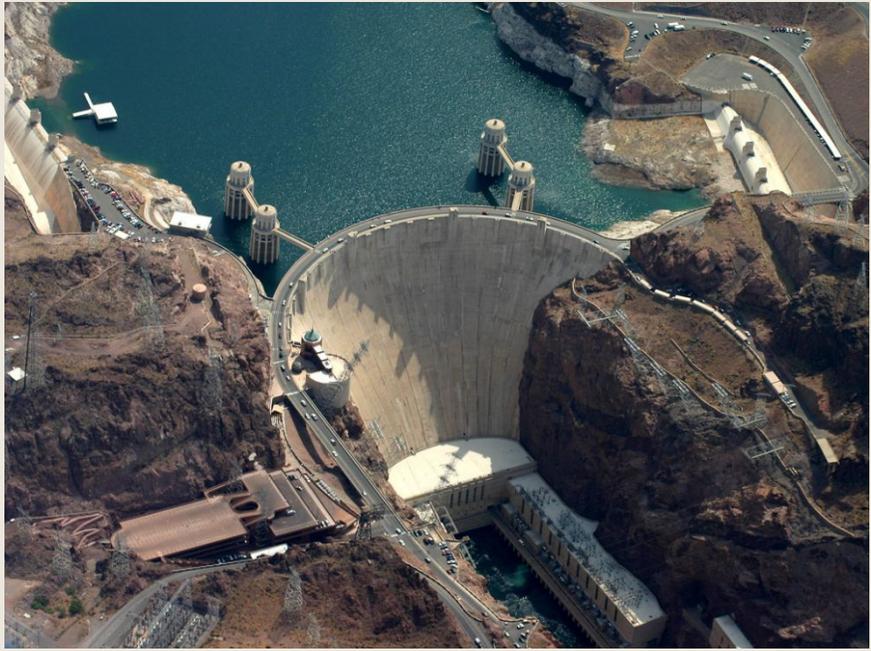
- **Особо тяжелые** – плотность более 2500 кг/м³
- **Тяжелые** – плотность 1800-2500 кг/м³
- **Легкие** – плотность 600-1800 кг/м³
- **Особо легкие** – плотность менее 600 кг/м³

По виду вяжущего:

- **Цементные бетоны** – с применением различных видов портландцемента.
- **Силикатные бетоны** – автоклавного твердения с применением известкового вяжущего и тонкомолотого кремнеземистого компонента.
- **Гипсовые бетоны** – с применением гипсовых и гипсоцементнопуццолановых вяжущих.
- **Шлакощелочные** – с применением шлакощелочных вяжущих.
- **Полимербетоны** – с применением различных видов полимерных связующих (эпоксидные, полиэфирные, акриловые смолы)
- **Полимерцементные** – с применением вяжущего и полимерного вещества.

По области применения:

- **Обычный бетон** для железобетонных конструкций (фундаментов, колонн, балок, перекрытий, мостовых и других типов конструкций)
- **Гидротехнический бетон** - для строительства плотин, шлюзов, облицовки каналов, дамб, водопроводно – канализационных сооружений.
- **Бетон для ограждающих конструкций (легкий)**
- **Бетоны специального назначения** (жароупорный, кислотостойкий, для радиационной защиты, для дорожных и аэродромных покрытий).





Состав тяжелого бетона. Роль и свойства основных компонентов бетона.

Заполнители – занимают в бетоне до 80% объема и оказывают влияние на его основные свойства:

- увеличивают прочность – за счет жесткого скелета;
- снижают деформации ползучести при длительном действии нагрузки;
- снижают усадку бетона;
- повышают долговечность;
- снижают себестоимость бетона;
- снижают плотность (пористые заполнители).

- К природным относятся заполнители, образовавшиеся в результате разрушения горных пород (природный песок, гравий) или полученные путем их механического измельчения (дробления) и последующего отсева (песок и щебень).
- Искусственный заполнитель представляет собой отходы различных технологических процессов (например, топливные и металлургические шлаки) или специально изготовленные тем или иным способом зернистые виды материалов (например, керамзит, аглопорит, вермикулит и т. д.).
- Зерновым (гранулометрическим) составом сыпучего материала (песка или щебня) называют выраженное в процентах или частях содержание в этом материале зерен различной крупности (фракции). Фракцией считаются зерна заполнителя, которые проходят через более крупное и остаются на более мелком из двух сит, находящихся рядом в стандартном наборе сит.
- При выборе зернового состава крупного (щебня) и мелкого (песка) заполнителей исходят из основного требования: получить бетон плотной структуры при наименьшем расходе цемента.

Крупный заполнитель - зернистый материал, полученный путем дробления различных горных пород (гранит, известняк, доломит) или гравий с размером зерен более 5 мм.

Щебень – неорганический зернистый сыпучий строительный материал, получаемый дроблением изверженных или осадочных горных пород, гравия или искусственных камней на куски размером от 5 (3) до 80 (70) мм, а иногда до 120 мм.

Щебень отличается от гравия формой и характером поверхности зерен. Благодаря своей неправильной и остроугольной форме (стараятся получить при дроблении кубическую форму), а также шероховатой поверхности, щебень прочнее сцепляется с цементным камнем, чем гравий. Однако бетонная смесь со щебнем менее подвижна, чем с гравием.

В зависимости от размера зерен ГОСТ 8267–93 щебень подразделяют на следующие основные фракции: от 5(3) до 10 мм; св. 10 до 15 мм; св. 10 до 20 мм; св. 15 до 20 мм; св. 20 до 40 мм; св. 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм. ГОСТ 26633–2015 рекомендует для получения плотной смеси при подборе состава бетона придерживаться следующего содержания отдельных фракций в щебне



Мелкий заполнитель – зернистый материал природный или искусственный (различные виды песков).

Песок – неорганический зернистый сыпучий строительный материал с размером зерен 0,16 (0,14) ...5,0 мм. В природе наиболее часто встречаются пески, состоящие в основном из кварца с примесью зерен полевого шпата и слюды. Реже встречаются пески известняковые, ракушечные и др. В зависимости от условий образования и места залегания природные пески делят на горные (овражные), речные и морские, гравийные и валунные, дюнные и барханные.

- Горные (овражные) кварцевые пески состоят из частиц угловатой формы с шероховатой поверхностью, что способствует хорошему их сцеплению с цементным камнем в бетоне. Недостатком этих песков является засоренность глинистыми, пылевидными и органическими примесями.
- Речные и морские пески имеют зерна округлой формы с гладкой отшлифованной поверхностью, которая хуже сцепляется с цементным камнем. Но эти пески более чистые, чем горные. Недостатком морских песков является наличие в них обломков раковин, которые легко разрушаются и могут понизить прочность бетона.
- Гравийные и валунные пески содержат крупные зерна гравия и валуны крупностью до 150 мм и более, которые при расसेве отделяют и перерабатывают на щебень.
- Дюнные и барханные пески состоят из очень мелких зерен, которые обладают большой суммарной поверхностью, что требует повышенного расхода цементного теста на обмазку частиц и заполнение пустот между зернами. Поэтому их используют только в смеси с песком, содержащим достаточное количество средних и крупных зерен.
- Дробленые пески состоят из остроугольных и шероховатых частиц. Форма зерен у них, как правило, близка к кубической, поэтому, они считаются наилучшими для приготовления бетонов.

Требования к заполнителям

- **Зерновой состав** – содержание в заполнителе зерен разной крупности, определяемый путем просеивания пробы через набор стандартных сит. Различают рядовой - содержащий зерна различных размеров, и фракционированный – зерна разделены на отдельные фракции.

Зерновой состав заполнителей может быть непрерывным и прерывистым. Должен обладать наименьшей пустотностью.

- **Прочность** – определяется не только прочностью горной породы, но крупностью зерен заполнителя. Оценивается по показателю дробимости.

$$R_3 > 1,5 - 2R_б.$$

- **Содержание зерен пластинчатой и игольчатой формы** – ограничивают в стандартах в зависимости от вида бетона и требований к нему. Отрицательно влияют на структуру бетона и следовательно снижают его свойства (прочность, долговечность)

- ***Содержание пылевидных и глинистых частиц*** – ограничивают в стандартах до 3%. Глинистые и пылевидные частицы в песке и в щебне являются вредными примесями, ухудшающими технические свойства бетона (прочность, морозостойкость и др.). Они повышают водопотребность смесей, приводят к необходимости дополнительного расхода цемента, способствуют образованию в затвердевшем бетоне трещин (за счет набухания комочков глины при увлажнении и их усадке при сушке), препятствуют сцеплению зерен песка или щебня с цементным камнем (за счёт глинистых оболочек на них).
- ***Содержание органических примесей*** - не допустимо в природных заполнителях. Наличие в песках органических примесей (гумусовых веществ) считается вредным. Последние, попадая вместе с песком в бетонную смесь, препятствуют полному сцеплению его зерен с частицами вяжущего вещества (цемента). Кроме того, разлагаясь, они выделяют органические кислоты, которые разрушают цементный камень в бетоне, а также создают излишние пустоты и поры, снижающие и прочность самого бетона.

Вяжущие вещества – тонкомолотые порошкообразные материалы, которые при взаимодействии с водой образуют цементное тесто обволакивающее зерна заполнителя и заполняющее пустоты, впоследствии твердеющее с образованием цементного камня.

Химические добавки – вводятся для регулирования свойствами бетонной смеси и бетона и управлением технологией бетона.

Классификация химических добавок по основному эффекту действия:

1) регулирующие свойства бетонных смесей;

- ***пластифицирующие*** – увеличивающие подвижность бетонной смеси;
- ***стабилизирующие*** - предупреждающие расслоение бетонной смеси;

- *водоудерживающие* – уменьшающие водоотделение бетонной смеси.
- 2) регулирующие схватывание бетонной смеси и твердение бетона:
- *ускоряющие или замедляющие* схватывание и твердение;
 - *обеспечивающие твердение бетона* при отрицательных температурах (противоморозные).
- 3) регулирующие плотность и пористость бетона.
- *воздухововлекающие*;
 - *уплотняющие*;
- 4) регулирующие деформации бетона (расширяющие)
- 5) повышающие защитные свойства бетона к стали (ингибиторы коррозии)
- 6) стабилизаторы – повышающие стойкость бетонных смесей против расслоения
- 7) придающие бетону специальные свойства (повышающие стойкость агрессивных средах и т.д)

Минеральные добавки – порошки различной минеральной природы, получаемые из природного или техногенного сырья (золы, молотые шлаки или горные породы, микрокремнезем и т.д.). Выполняют следующие функции:

- Заполняют пустоты между зернами заполнителя (уплотняют структуру)
- Снижают расход цемента
- Увеличивают прочность (микрокремнезем)
- Снижают водоотделение и расслоение бетонной смеси в литых и самоуплотняющихся смесях.

Вода – применяется водопроводная и питьевая вода. При использовании другой воды необходимо проводить исследования по содержанию в ней сульфатов и солей.

Бетонная смесь

Сложная многокомпонентная смесь, полученная в результате тщательного перемешивания точно отдозированных компонентов (заполнителей, вяжущего вещества, воды, различных видов химических и минеральных добавок).

Структура бетонной смеси – создается за счет действия сил молекулярного сцепления между частицами, окаймленными тонкими пленками воды. Пленки придают смеси свойство пластичности.

Реологические свойства бетонной смеси:

- **Вязкость** (текучесть) – поведение структурированных систем при приложении внешних сил.
- Для бетонных смесей характерно **свойство тиксотропии** – способность смеси под действием внешних сил изменять свои реологические свойства, а после прекращения воздействий восстанавливать.

- **Седиментация** – перераспределение твердых частиц по объему бетонной смеси. (расслоение).
- **Связанность** – это способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, т.е. не расслаиваться в процессе транспортирования укладки и уплотнения.

Технологические свойства бетонной смеси:

Удобоукладываемость - характеристика смеси, при которой ее консистенция соответствует условиям укладки.

В зависимости от удобоукладываемости смеси делятся на:

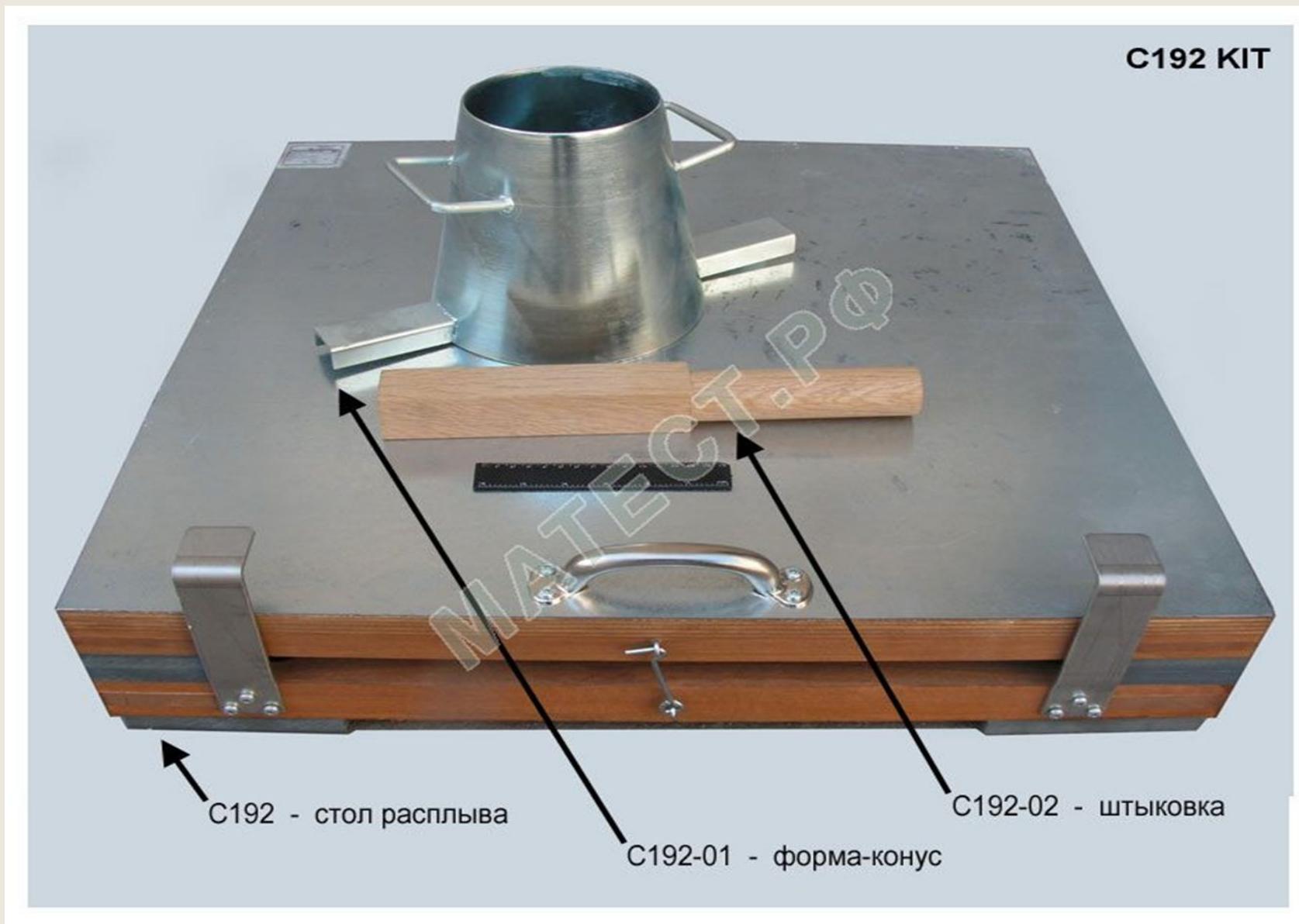
- 1. Жесткие** – удобоукладываемость определяется в секундах
 - По методу Вебе
 - По методу Красного
 - По методу Скрамтаева
- 2. Подвижные** – удобоукладываемость определяется в сантиметрах
 - По осадке конуса
 - По расплыву конуса (определение диаметра расплыва конуса)



Метод Вебе

Прибор собирают и закрепляют на виброплощадке. Заполнение конуса прибора бетонной смесью, уплотнение смеси и снятие с отформованной смеси конуса проводят так же как определение подвижности бетонной смеси марок П1-П3. Поворотом штатива диск устанавливают над отформованным конусом бетонной смеси и плавно опускают его до соприкосновения с поверхностью смеси. Включают виброплощадку и секундомер и наблюдают за выравниванием бетонной смеси. Смесь вибрируют до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из любых двух отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и вибратор. Время, измеренное в секундах, характеризует жесткость бетонной смеси.

По расплыву конуса.





Встряхивающий стол устанавливают на плоскую горизонтальную поверхность. Стол и конусную форму очищают и увлажняют до испытания. Помещают форму в центре стола и фиксируют ее положение с помощью фиксаторов. Форму наполняют бетонной смесью совком двумя равными слоями. Каждый слой уплотняют 10 легкими ударами уплотняющего бруса. После наполнения с помощью уплотняющего бруса срезают излишек массы вровень с краями формы, поверхность стола очищают от остатков смеси. Через 30 с с момента срезки излишка смеси форму поднимают за ручки вертикально вверх за время от 3 до 6 с. Верхнюю плиту стола плавно поднимают до верхнего блока-останова. Дают возможность верхней плите стола свободно упасть на нижний блок-останов. Повторяют цикл 15 раз, проводя каждый цикл в течение 2–5 с. Линейкой измеряют максимальные размеры расплыва бетонной смеси с точностью до 10 мм в двух направлениях, параллельных краям стола. Визуально проверяют расплывшуюся смесь на расслоение. Если образовалось расслоение, его регистрируют, а испытание считают неудовлетворительным.

Величину расплыва $D_{\text{распл}}$, мм, определяют с точностью до 10 мм по формуле: $D_{\text{распл}} = (d_1 + d_2) / 2$

Разность между значениями расплыва и при одном определении не должна превышать 15% среднего значения.



**Конус
Абрамса**

Для определения подвижности бетонной смеси с зернами заполнителя наибольшей крупностью до 40 мм включительно применяют нормальный конус. При подготовке конуса и приспособлений к испытаниям все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности следует очистить и увлажнить. Конус устанавливают на гладкий лист и заполняют бетонной смесью через воронку в три слоя одинаковой высоты. Каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем в нормальном конусе 25 раз. Конус во время заполнения и штыкования должен быть плотно прижат к листу.

После уплотнения бетонной смеси снимают загрузочную воронку, избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса и заглаживают поверхность бетонной смеси. Время от начала заполнения конуса до его снятия не должно превышать 3 мин.

Конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси в строго вертикальном направлении и устанавливают рядом с ней.

Осадку конуса бетонной смеси определяют, укладывая гладкий стержень на верх конуса и измеряя расстояние от нижней поверхности стержня до поверхности бетонной смеси с погрешностью не более 0,5 см.



Основы технологии тяжелого бетона.

Основные этапы производства тяжелого бетона:

1) *Дозирование основных компонентов бетонной смеси* — необходимо соблюдение следующих требований:

- Точность дозирования;
- Влажность заполнителей.

2) *Перемешивание бетонной смеси* — необходимо соблюдение следующих требований:

- Получение однородной смеси;
- Правильный выбор смесителя;
- Время перемешивания;
- Контроль технологических характеристик бетонной смеси.

3) *Формование изделий и конструкций из бетонной смеси* – необходимо соблюдение следующих требований:

- Выбор способа формования в зависимости от удобоукладываемости смеси.

Способы формования:

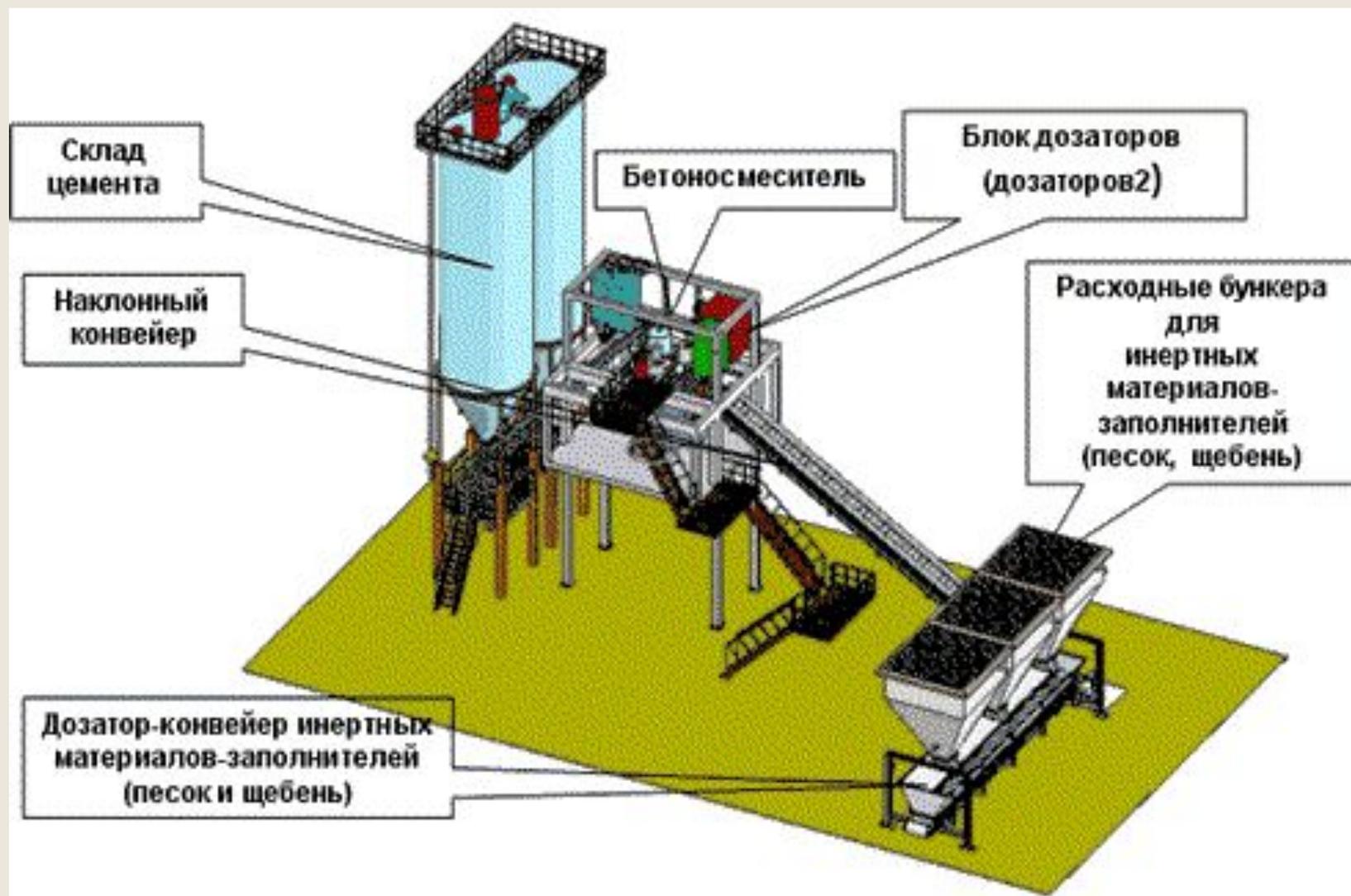
- литье;
- вибрирование;
- прессование;
- вибропрессование;
- центрифугирование;
- Соблюдение геометрических размеров форм или опалубки;
- Соблюдение защитного слоя арматуры;
- Соблюдение правильности установки арматурного каркаса.

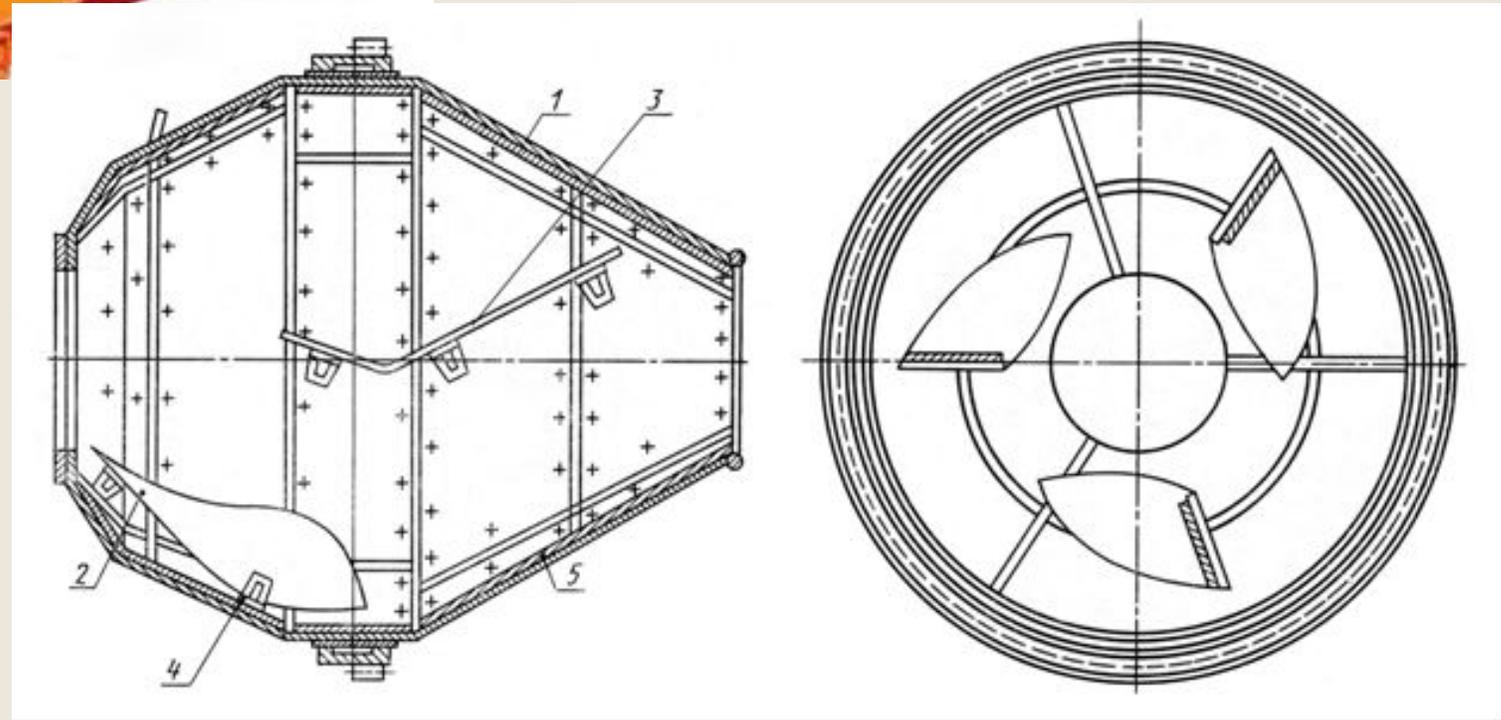
4) *Твердение бетона* – необходимо соблюдение следующих требований.

- Обеспечение влажностного ухода за бетоном
- Обеспечение положительных температур
- Обеспечение режимов ухода за бетоном при тепловлажностной обработке.

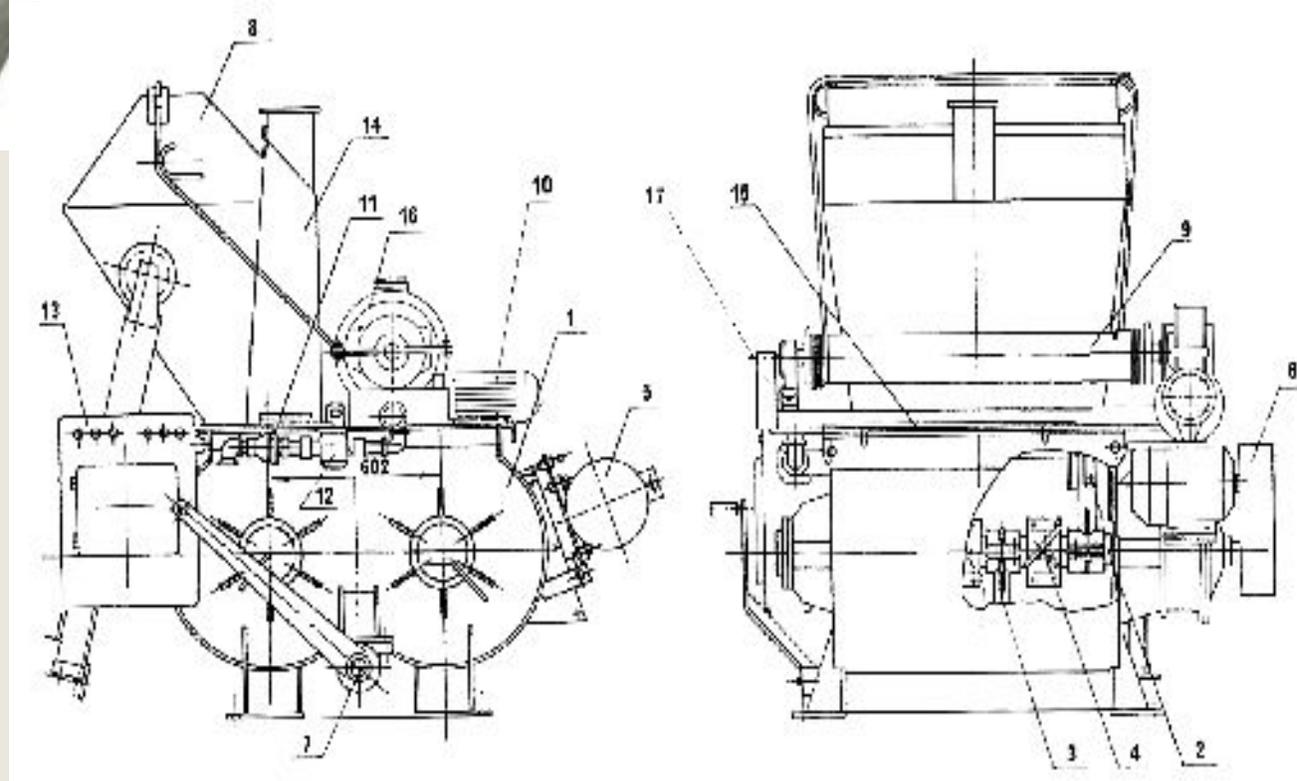
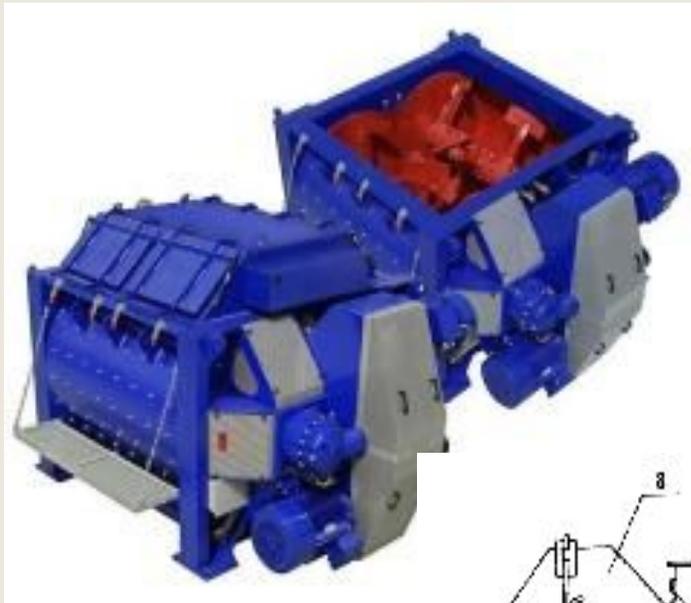


Технологическая схема производства бетонной смеси

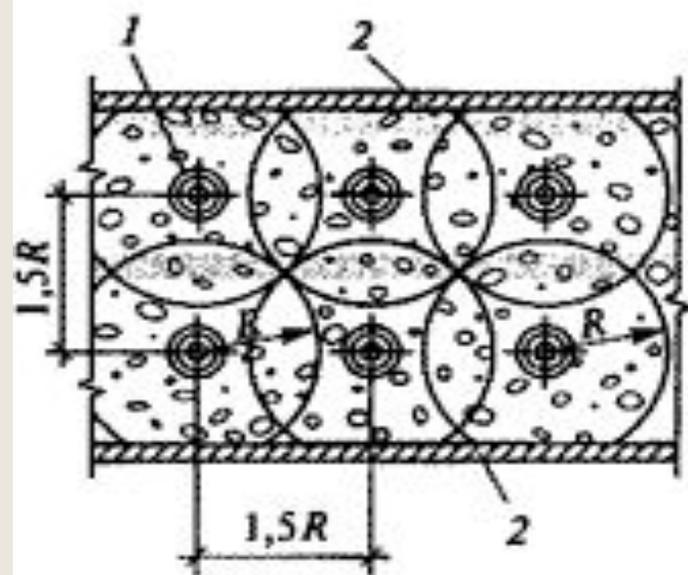




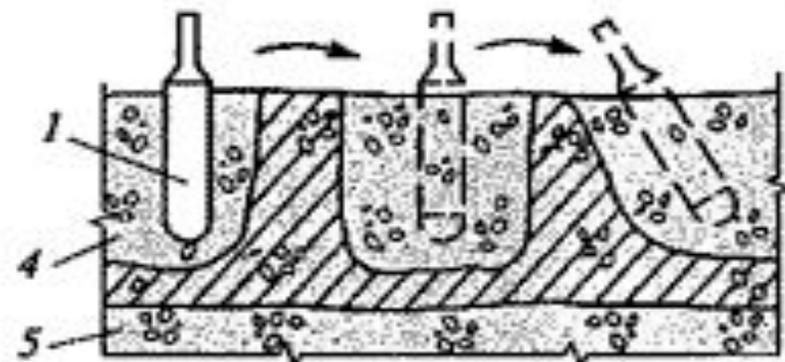
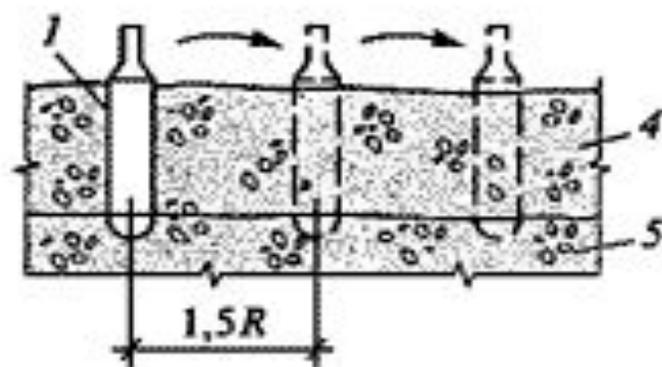
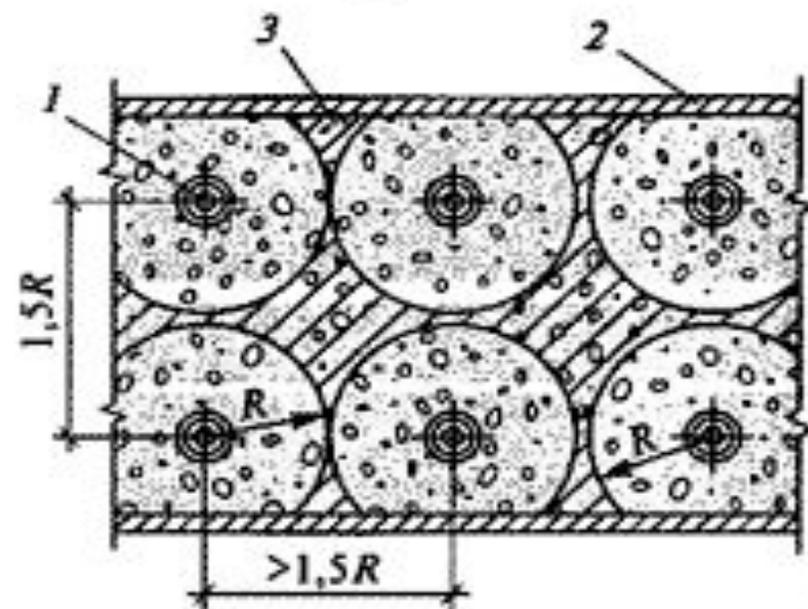




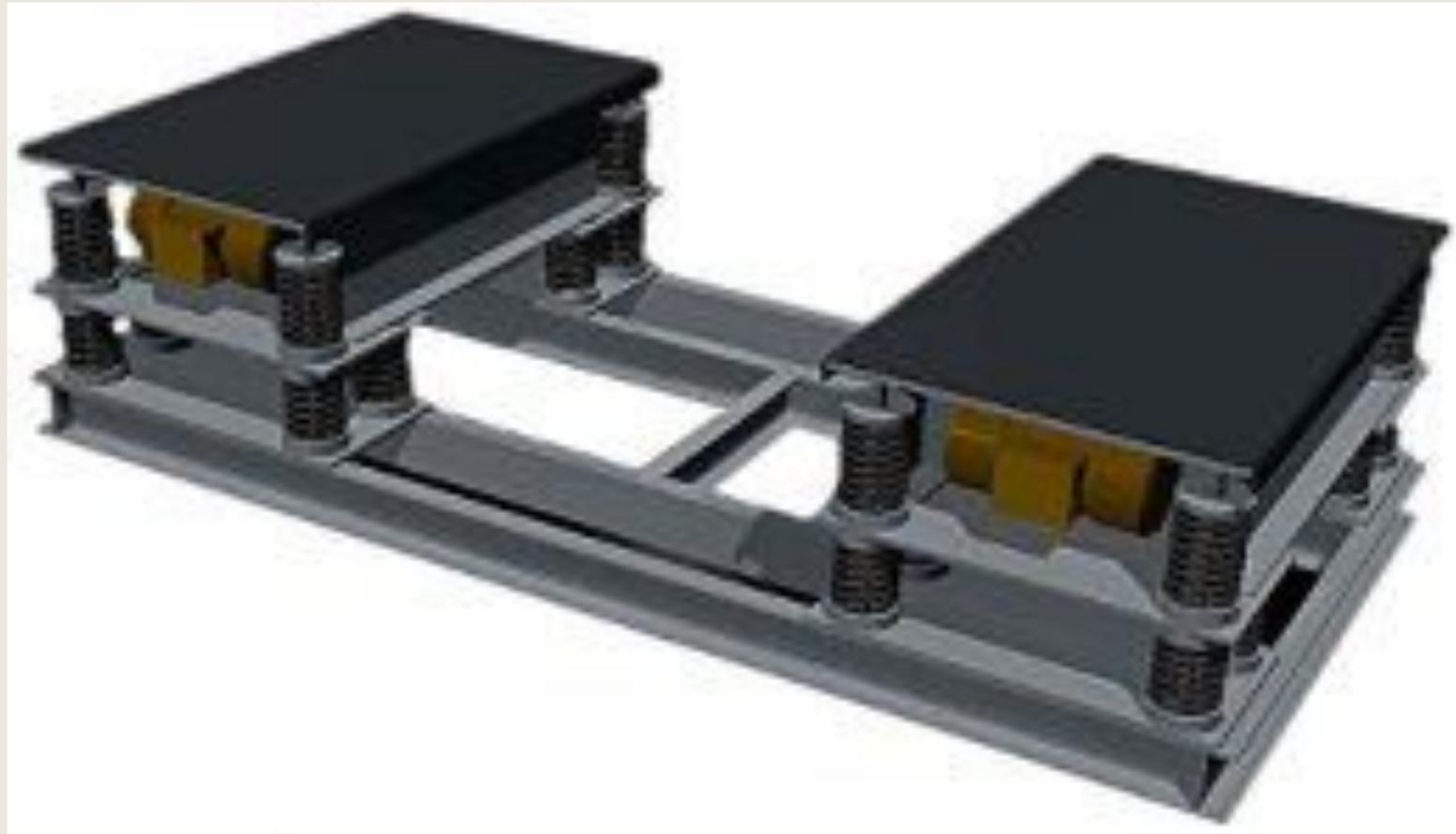
Правильно



Неправильно



Формование на виброплощадках



Вибропрессование



Центрифугирование



Безопалубочное формование



Свойства тяжелого бетона

Плотность – важнейшее свойство тяжелого бетона, которая определяет его прочность, непроницаемость, долговечность.

Плотность зависит от:

- водоцементного соотношения;
- содержания заполнителя в бетоне;
- вида и свойств применяемого цемента;
- содержания минеральных добавок;
- содержания ПАВ;
- качества уплотнения смеси.

Проницаемость – водонепроницаемость – способность бетона сопротивляться воздействию увлажнения, и агрессивных сред. Характеризуется маркой по водонепроницаемости W 2,4,6,8,10,12,14,16,20

Водонепроницаемость зависит от;

- Пористости – характера пор;
- Однородности бетона;
- Соблюдения влажностного режима при твердении;
- Соблюдения режимов уплотнения;
- Водоцементного отношения;
- Наличия ПАВ;
- Гидроизоляции конструкции.

Морозостойкость – способность бетона в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное замораживание и оттаивание. Характеризуется маркой по морозостойкости *F*.

Морозостойкость зависит от:

- Плотности бетона;
- Водоцементного отношения;
- Вида и свойств цемента;
- Наличия в структуре специально созданных замкнутых резервных пор диаметром не более 0,025 см.

Прочность – способность бетона сопротивляться разрушению от действия внутренних напряжений, возникающих в результате нагрузки или других факторов.

Материалы в сооружениях могут испытывать различные внутренние напряжения: сжатие, растяжение, изгиб.

Характеризуются классом бетона по прочности на сжатие B , на растяжение при изгибе $B_{тб}$, по прочности на осевое растяжение B_t , в проектном возрасте.

Прочность зависит от:

- Водоцементного отношения;
- Составы бетонной смеси;
- Способа уплотнения бетонной смеси;
- Ухода за твердеющим бетоном;
- Однородности бетонной смеси.

Деформативные свойства бетона.

Условно можно разделить на:

Деформации бетонной смеси (первоначальная усадка), возникающие в результате седиментации, которые зависят от:

- Объёма бетонной конструкции;
- Реологических свойств бетонной смеси;
- Водоцементного отношения;
- Процента армирования.

Деформации бетона – деформации возникающие:

- 1) Под действием физико-химических процессов, протекающих в цементном камне, при твердении – усадка;
- 2) Под действием механических нагрузок: кратковременного и длительного действия – ползучесть;
- 3) Температурные деформации.

Усадка – изменение объема цементного камня, возникающего в процессе твердения.

Виды усадки цементного камня:

1) *Контракционная* – усадка вызванная, тем, что объем новообразований цементного камня всегда меньше объема, занимаемого веществами вступающими в химическую реакцию;

Контракционная усадка развивается в период интенсивного протекания реакций между цементом и водой. При контракционной усадке:

- Не изменяются размеры образца;
- Происходит изменение в поровой структуре;
- Не происходит растрескивание материала.

2) **Влажностная** – усадка вызванная изменением распределения, перемещением и испарением влаги в образовавшейся в скелете цементного камня. Занимает ведущую роль в суммарной усадке цементного камня.

Зависит :

От состава и свойств используемых материалов;

От содержания и вида заполнителей;

От соблюдения режима твердения.

3) **Карбонизационная** – вызывается карбонизацией гидроксида кальция и развивается с поверхности бетона в глубину.

Так как влажностная и карбонизационная усадки происходят в затвердевшем материале, то неизбежно возникновение трещин в бетоне или вдоль напрягаемой арматуры.

Способы борьбы с усадкой

- Применение цементов с меньшим содержанием алюминатов
- Уменьшение водоцементного отношения
- Снижение расхода цемента в бетоне
- Применение заполнителей с прерывистым гранулометрическим составом
- Дополнительное армирование конструкций
- Применение дисперсной арматуры
- В некоторых случаях использование безусадочных, расширяющихся и напрягающих цементов.

Деформации ползучести – способность бетона деформироваться во времени при длительном действии постоянной нагрузки. Наиболее заметно развиваются в первые сроки приложения нагрузки и постепенно затухают.

Деформации ползучести зависят от:

- вида цемента и его расхода
- Вида и крупности заполнителя, соотношения между крупным и мелким заполнителем
- Степени гидратации цемента к моменту приложения нагрузки
- Водоцементного отношения
- Температуры и влажности окружающей среды и самого бетона

Разновидности тяжелого бетона

Высокопрочный бетон – бетон с прочностью от 50 до 100 МПа.
Особовысокопрочный - с прочностью более 100 Мпа.

Получение высокопрочных бетонов возможно при соблюдении следующих условий:

- Создание особо плотной структуры
- Создание монолитной сплошной структуры
- Создание высокой прочности

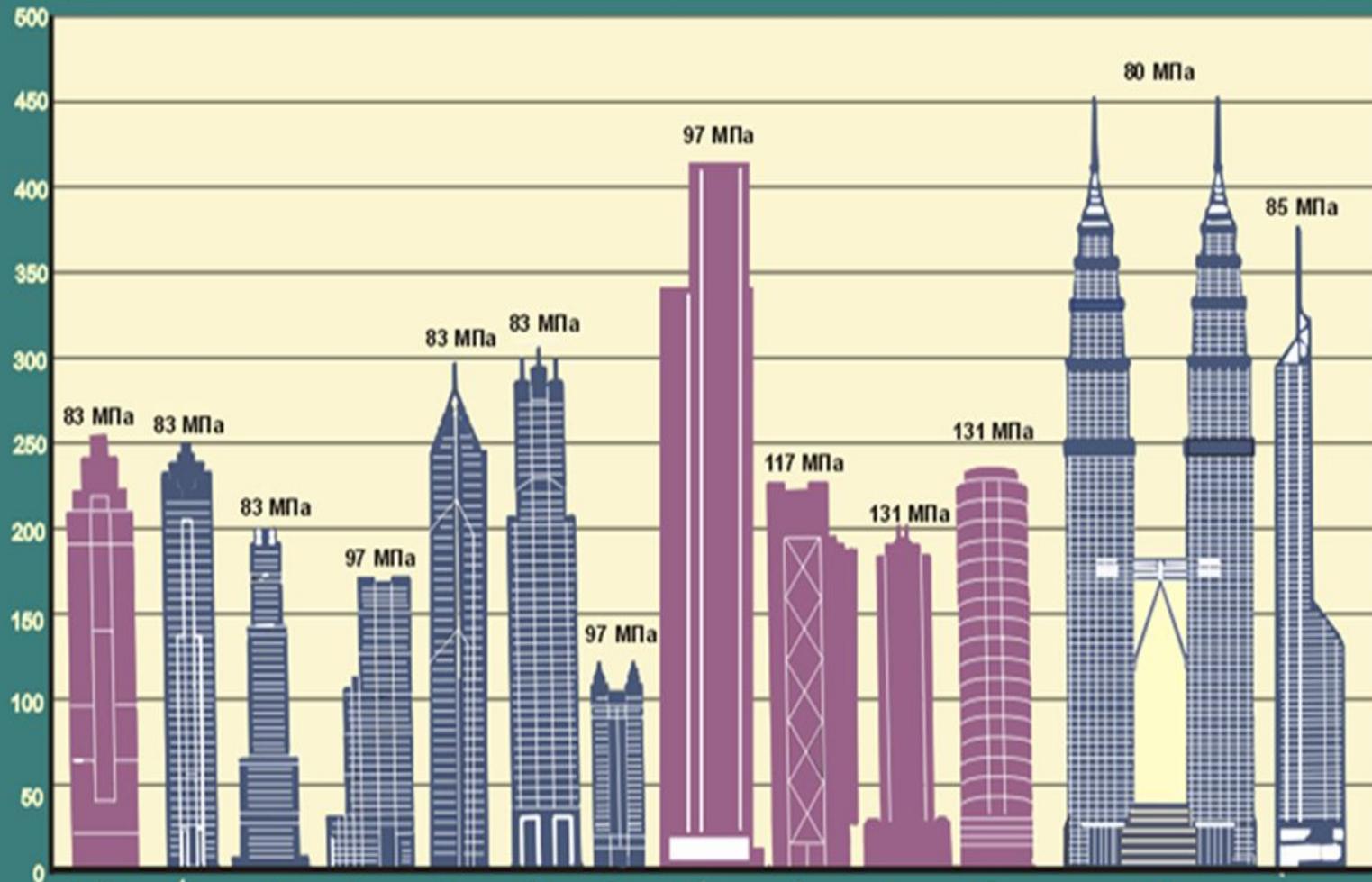
Для достижения таких условий структурообразования необходимо:

1) Использовать для производства высокопрочных бетонов цементы с высокой активностью;

- 2) Применять высококачественные и высокопрочные заполнители;
- 3) Работать с предельно низким В/Ц отношением;
- 4) Работать с высоким предельно допустимым расходом цемента;
- 5) Использовать суперпластификаторы и комплексные добавки, способствующие получению более плотной структуры бетона;
- 6) Осуществлять более тщательное перемешивание бетонной смеси;
- 7) Применять соответствующие способы уплотнения бетонных смесей;
- 8) Создавать благоприятные условия твердения бетона.



Высота, м



Society Center
 Кливленд, 1991
 One Peachtree Center
 Атланта, 1991
 Trump Palace
 Нью-Йорк, 1991
 Dain Boonmuth Tower
 Миннеаполис, 1991
 Two Prudential Plaza
 Чикаго, 1989
 South Wacker Drive
 Чикаго, 1989
 West Wacker Drive
 Чикаго, 1988
 Swara Tower Center
 Чикаго, 1974
 Gateway Tower
 Сент-Пол, 1990
 Pacific First Center
 Сент-Пол, 1989
 Two Union Square
 Сент-Пол, 1989
 Petronas Towers
 Куала Лумпур, 1996
 Bank of China Tower
 Тонкинг, 1989

■ - каркас из железобетонных элементов

■ - каркас - композитный из стали и бетона

Мелкозернистый бетон – разновидность тяжелого бетона, изготовленного без применения крупной фракции заполнителя (без щебня).

Свойства мелкозернистого бетона определяются теми же факторами, что и свойства тяжелого бетона на крупном заполнителе.

Особенности мелкозернистого бетона:

- Мелкозернистость структуры;
- Высокая однородность;
- Высокое содержание цементного камня;
- Отсутствие жесткого каменного скелета;
- Повышенная пористость.



Достоинства мелкозернистых бетонов:

- Возможность создания тонкодисперсной однородной высококачественной структуры;
- Более высокая эффективность применения химических и минеральных добавок;
- Высокая тиксотропия и способность к трансформации бетонной смеси;
- Высокая технологичность бетонной смеси – возможность формования изделий различными способами;
- Возможность получить новые архитектурно – конструкционные решения: тонкостенные и слоистые конструкции;
- Возможность широкого применения местных строительных материалов;

Жаростойкий бетон – бетоны предназначенные для промышленных и строительных конструкций, которые при длительном воздействии высоких температур должны сохранять в заданных пределах свои физико-механические свойства.

Материалы для производства жаростойких бетонов:

Вяжущие – портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент, жидкое стекло;

Минеральные добавки – хромитовая руда, бой шамотного или обычного кирпича, пемза, гранулированный доменный шлак, зола-унос);

Заполнители – дроблёные материалы: хромитовая руда, бой шамотного, глиняного кирпича, доменный шлак, базальт, диабаз.



Дорожный бетон – бетон для дорожных и аэродромных покрытий.

- Основной критерий по прочности – прочность при изгибе.
- Высокая морозостойкость
- Достаточная прочность при сжатии

Для обеспечения высокой морозостойкости необходимо:

- Применение дорожных цементов
- Изготовление бетонных смесей с минимальным В/Ц отношением не более 0,5.
- Применение высокопрочных высококачественных заполнителей (щебень из прочных горных пород)
- Применение суперпластификаторов и воздухововлекающих добавок.
- Обеспечение качественного уплотнения бетонной смеси и ухода за твердеющим бетоном.



Силикатный бетон – бесцементный бетон автоклавного твердения. Вяжущим для производства данного вида бетона является смесь извести с тонкомолотым кремнеземистым материалом.

Заполнитель- применяют природные или дробленые пески.

Вяжущее – тонкомолотые смеси извести и песка, извести и металлургического шлака, извести и топливные золы.

Добавки – гипсовый камень – для замедления гидратации извести, кремнийорганические жидкости – для гидрофобизации и повышения долговесчности.



Особенности производства

- 1) Используют в основном жесткие бетонные смеси.
- 2) Способы формования – уплотнение на виброплощадках, виброштампование, вибропрокат.
- 3) Тепловая обработка в автоклавах при температуре 180°C и давлении насыщенного пара $0,8 - 1,5$ МПа.



Преимущества силикатных бетонов

- 1) производство известково-кремнеземистых и бесклинкерных вяжущих значительно проще и требует меньших капитальных затрат, вследствие чего их стоимость значительно ниже; к тому же их расход на 1 м³ бетона составляет 200 – 250 кг, тогда как для получения обычных бетонов с такой же прочностью требуется не менее 300 – 400 кг клинкерного цемента;
- 2) широко используются дешевые местные материалы и отходы промышленности (известь, песок, зола, доменные шлаки и т. п.);
- 3) для производства этих бетонов в большинстве случаев не требуется сравнительно дорогого крупного заполнителя;
- 4) Стоимость сборных конструкций и деталей на 25–50% ниже стоимости аналогичных изделий из бетонов на клинкерных цементах.

Способы получения легких бетонов. Классификация легких бетонов.

Легкие бетоны получают

- 1) при использовании различных видов пористых заполнителей: керамзит, аглопорит, вулканический туф и пемзу.
- 2) При поризации растворной части – за счет применения пено –или газообразующих добавок. (пено- или газобетон)

Классификация легких бетонов

- По плотности:

Особолёгкие (теплоизоляционные) плотностью менее $500 \text{ кг}\text{м}^3$

Легкие:

- а) конструктивно-теплоизоляционные – $500\text{-}1400 \text{ кг}\text{м}^3$
- б) конструктивные – $1400\text{-}1800 \text{ кг}\text{м}^3$

- По структуре

- а) плотные
- б) поризованные

Легкие бетоны на пористых заполнителях

Материалы:

Крупный заполнитель – керамзит, аглопорит, пемза, туф, и т.д

Мелкий заполнитель – кварцевый песок, дробленые пористые заполнители (дробленый керамзит и т.д).

Вяжущее – цементные вяжущие вещества.

Химические добавки, минеральные добавки.

Особенности технологии

- При расчете состава бетона необходимо учитывать водопоглощение пористых заполнителей. Увеличение В/Ц.
- При расчете состава необходимо учитывать, что прочность пористых заполнителей низкая, следовательно увеличение прочности раствора не увеличит прочность бетона.



- Увеличение концентрации легких заполнителей приводит к снижению прочности бетона.
- Увеличивается расход цемента по сравнению с тяжелым бетоном, т.к. заполнители имеют очень развитую поверхность и высокую пористость.
- Увеличивается время перемешивания легких бетонных смесей.
- Используются для перемешивания смесители принудительного действия.

Ячеистый бетон

Особо легкий бетон с большим количеством (до 85% от общего объема) мелких и средних воздушных ячеек размером до 1-1,5 мм.

Способы создания пористой структуры ячеистых бетонов:

- 1) Механический – в смесь вяжущего с водой и кремнеземистым компонентом вводят специально приготовленную пену, в отдельном смесителе и перемешивают совместно.
- 2) Химический – в вяжущее с водой и кремнеземистым компонентом вводят специальные газообразующие добавки, которые вступают в реакцию и вспучивают тесто.



Классификация ячеистых бетонов

- *По плотности:* теплоизоляционные – до 600 кг/м^3
конструктивные – $600-1200 \text{ кг/м}^3$
- *По способу образования ячеистой структуры:* газобетоны, пенобетоны.
- *По способу твердения:* автоклавного твердения, неавтоклавного твердения.

Сырье для производства ячеистых бетонов.

Вяжущие вещества – известь, цементы, смешанные вяжущие.

Кремнеземистый компонент – тонкомолотые кварцевые пески, золы-уноса.

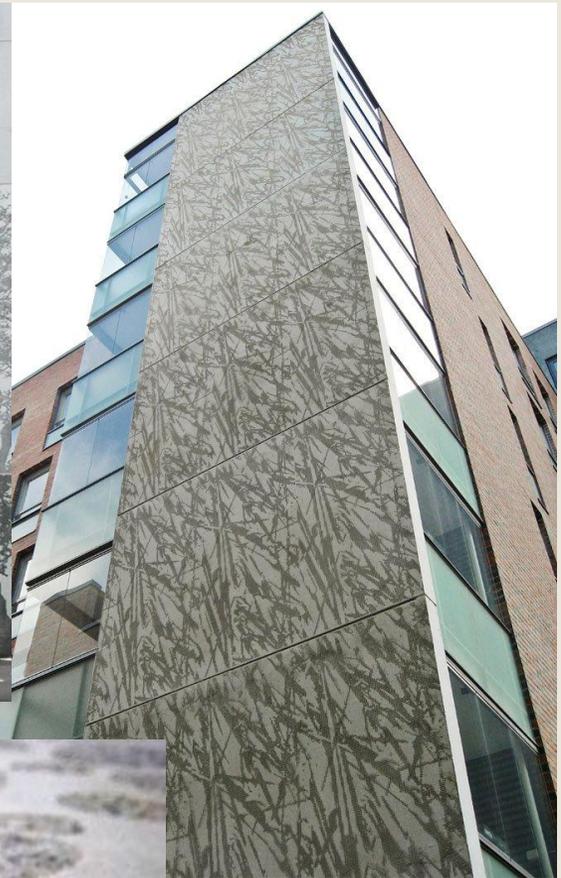
Пенообразователи – неорганические – клееканифольный пенообразователь.
Органические – большое количество наименований.

Газообразователи – алюминиевая пудра, содержащая 82% активного алюминия, обладающая тонкостью помола $5000-6000 \text{ см}^2/\text{г}$.



1. Полистиролбетон
2. Пенобетон
3. Арболит
4. Газосиликат
5. Керамзитбетон

Декоративный бетон



В данный момент большой популярностью пользуются декоративный, графический и мытый бетоны.

Декоративный бетон имитирует природные камни и сам по себе обладает структурной выразительностью. Характер фасадных элементов может быть плоским и рельефным, а характер рельефа различается по форме и глубине. Например, выступы и впадины создают игру света и тени, маскируют дефекты и стыки отдельных деталей.

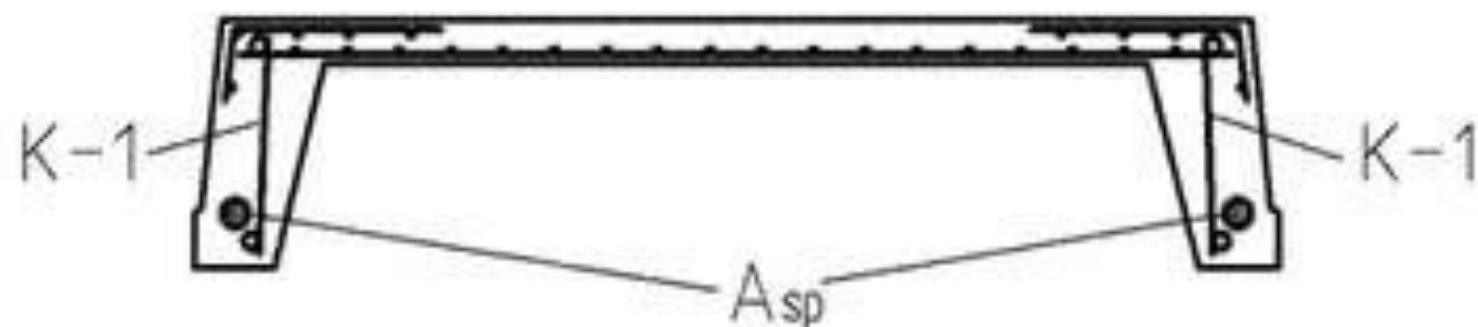
Графический бетон -глубина промывки (1–2 мм) зависит от типа используемого поверхностного замедлителя твердения бетона и диаметра зерна декоративного щебня. В основе технологии «графического бетона» лежит выполнение «мелковскрытой» бетонной поверхности с нанесенными графическими изображениями, а при его производстве используются особые мембраны с рисунком. Изображение появляется на поверхности бетона благодаря контрасту между гладкой поверхностью бетона и «мелковскрытой» фактурой, то есть поверхностью с обнаженным заполнителем.

Наиболее популярна технология обнажения заполнителя с помощью специальных замедлителей, называемая «**мытый бетон**». Она применялась еще в СССР при изготовлении плит для возведения панельных домов. Внешний вид лицевой поверхности ограждающих конструкций здания отличался особой фактурностью, за счет того, что натуральный фракционный наполнитель бетонной массы, используемой в качестве материала плит, выступал на ее поверхности и дополнительно покрывался лаком или гелем.

Преднапряжённый железобетон



а)



б)

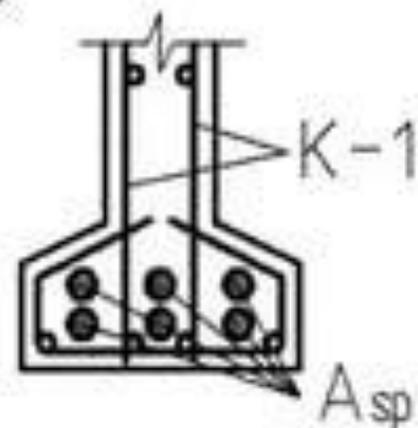


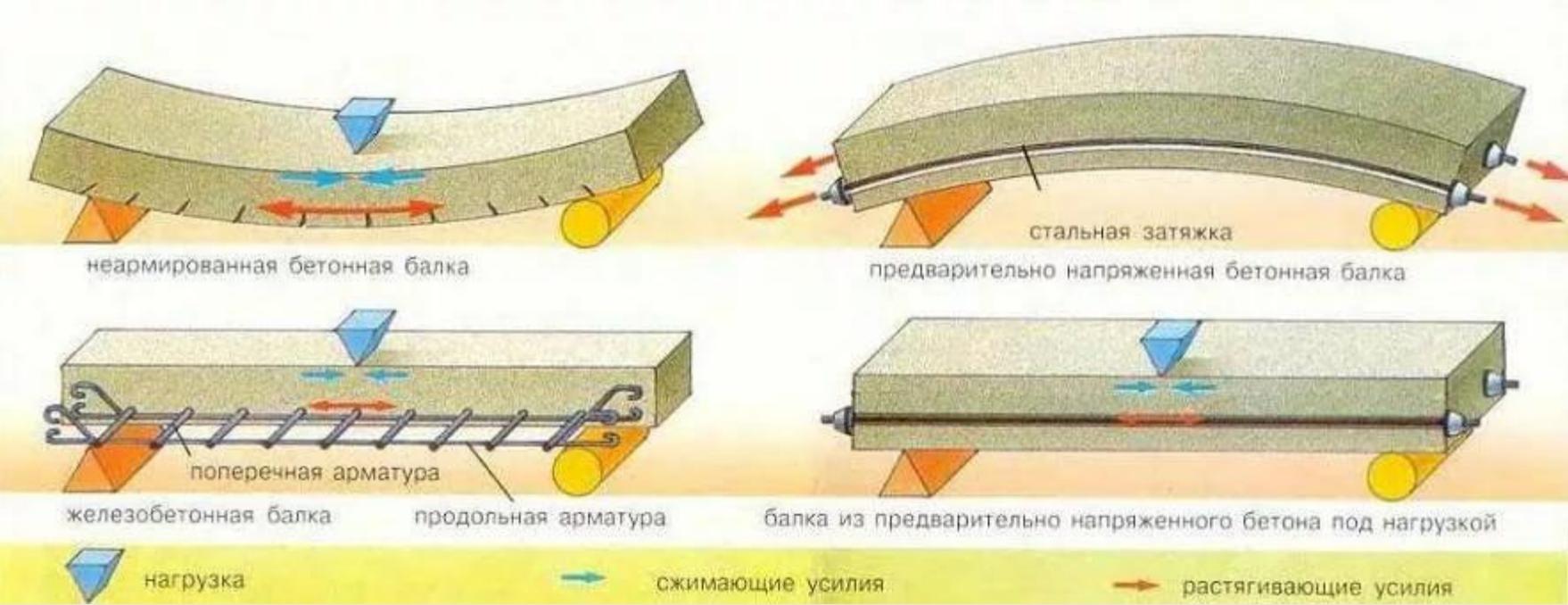
Рис. 62. Примеры армирования преднапряженных конструкций.
а) шпига ребристая; б) балка.

Пример преднапряженных канатов





Влияние нагрузок на армированные и не армированные бетонные конструкции



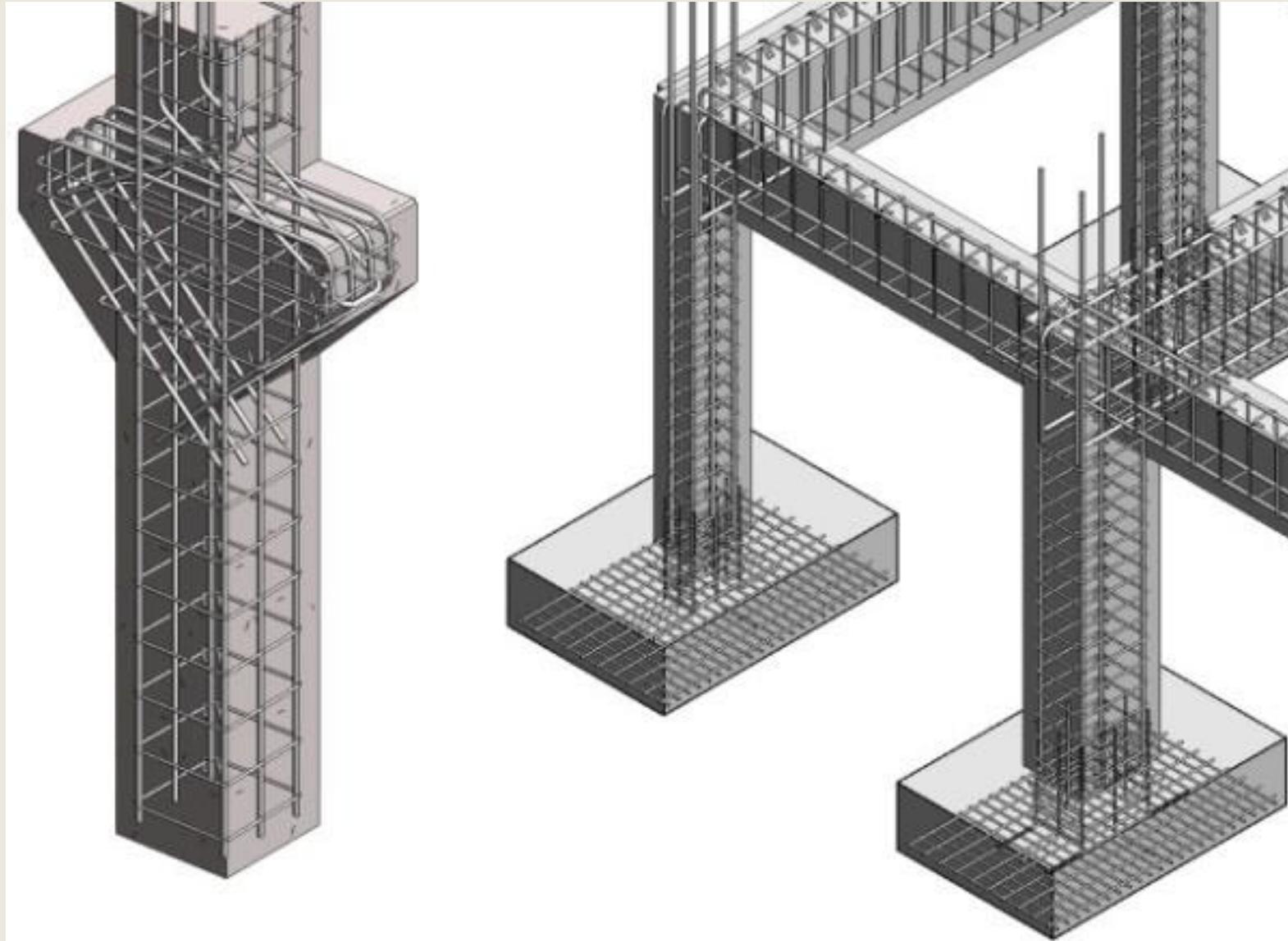
Ленточно-монолитный фундамент



Объёмный каркас



Объёмный каркас в конструкциях



Заливка ленточного фундамента



Монолитное строительство



Гипсобетон



Керамзитобетон



Мелкозернистый бетон



Полимеробетон



Полистиролбетон



Силикатный бетон



Шлакобетон

