

ЛЕКЦИЯ 1

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Содержание

- 1 Основные термины и определения
- 2 Строительные системы
- 3 Бетон в архитектуре зарубежных стран

СТРОИТЕЛЬСТВО

Строительная отрасль – отрасль экономики Российской Федерации, в которой объединены **работы и услуги материального производства**:

- производство строительных материалов и изделий;
- строительство зданий (в том числе разработка строительных проектов);
- строительство инженерных сооружений;
- специализированные строительные работы;
- а также **работы в непроизводственной сфере**:
 - ❖ деятельность в области архитектуры;
 - ❖ инженерно-техническое проектирование;
 - ❖ технические испытания,
 - ❖ научные исследования и анализ.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ГОСТ Р 58033-2017 Здания и сооружения. Словарь. Часть 1. **Общие термины**

Строительство - комплекс работ по возведению сооружений, включающий общестроительные, санитарно-технические и специальные работы.

Объект (капитального) строительства - здание, строение, сооружение.

Здание - объект, предназначенный для постоянного или временного пребывания в нем людей, запроектированный в качестве отдельно стоящего объекта.

Сооружение - объект завершеного строительства (плотина, мост, автодорога, железная дорога, взлетная полоса, системы водоснабжения, теплоснабжения, энергоснабжения, трубопровод, систему канализации).

Каркас здания - стержневая несущая система, воспринимающая нагрузки и воздействия и обеспечивающая прочность и устойчивость здания (сооружения).

Конструкция - организованная совокупность конструктивных элементов, обладающая определенной жесткостью.

Конструктивный элемент - составная часть сборной или монолитной конструкции, воспринимающей действующие усилия.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Общие термины

Фундамент - конструкция, передающая нагрузки от здания или сооружения на грунтовое основание.

Колонна - вертикальная линейная конструкция, высота которой значительно превышает ее поперечное сечение, предназначенная для восприятия вертикальных (в меньшей степени горизонтальных) нагрузок.

Балка – линейная горизонтальная или наклонная несущая конструкция зданий и сооружений, имеющая опору в двух или более точках, ширина сечения которой намного меньше длины, воспринимающая главным образом изгибающие усилия.

Ригель - линейный несущий элемент строительных конструкций зданий или сооружений, расположенный горизонтально или наклонно, соединяющий вертикальные элементы и служащий опорой для плит или прогонов, устанавливаемых в перекрытиях или покрытиях зданий.

Монолитный бетон и железобетон - конструкции из бетона или железобетона, которые возводятся непосредственно на месте их расположения в сооружении путем устройства опалубки - формы, точно определяющей конфигурацию будущей установки арматуры, укладки бетонной смеси, ее уплотнения и ухода за твердеющим бетоном.

Сборный бетон и железобетон - изделия или конструкции из бетона или железобетона, изготавливаемые на заводах или полигонах и далее транспортируемые к месту монтажа или установки.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Строительные системы

Конструктивная система - объемная, плоскостная или линейная наземная, надземная или подземная строительная система, состоящая из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих конструкций.

Строительная система - комплексная характеристика конструктивного решения здания по признакам материала и технологии возведения его несущих конструкций.

Различают четыре группы конструкционных материалов – **дерево, камень (включая кирпич), бетон и металл.**

Основные технологические методы возведения зданий из бетона и железобетона – **полносборный, монолитный и сборно-монолитный.**

Часто функциональные особенности проектируемого здания или экономические соображения приводят к необходимости сочетать по высоте (или протяженности) здания различные системы, а в последних в свою очередь сочетать различные конструкционные материалы и технологии возведения. В таких случаях формируют **комбинированную строительную систему здания.**

Полносборные строительные системы

Полносборные здания из бетона возводят в системах: панельной, каркасно-панельной, крупноблочной и объемно-блочной.

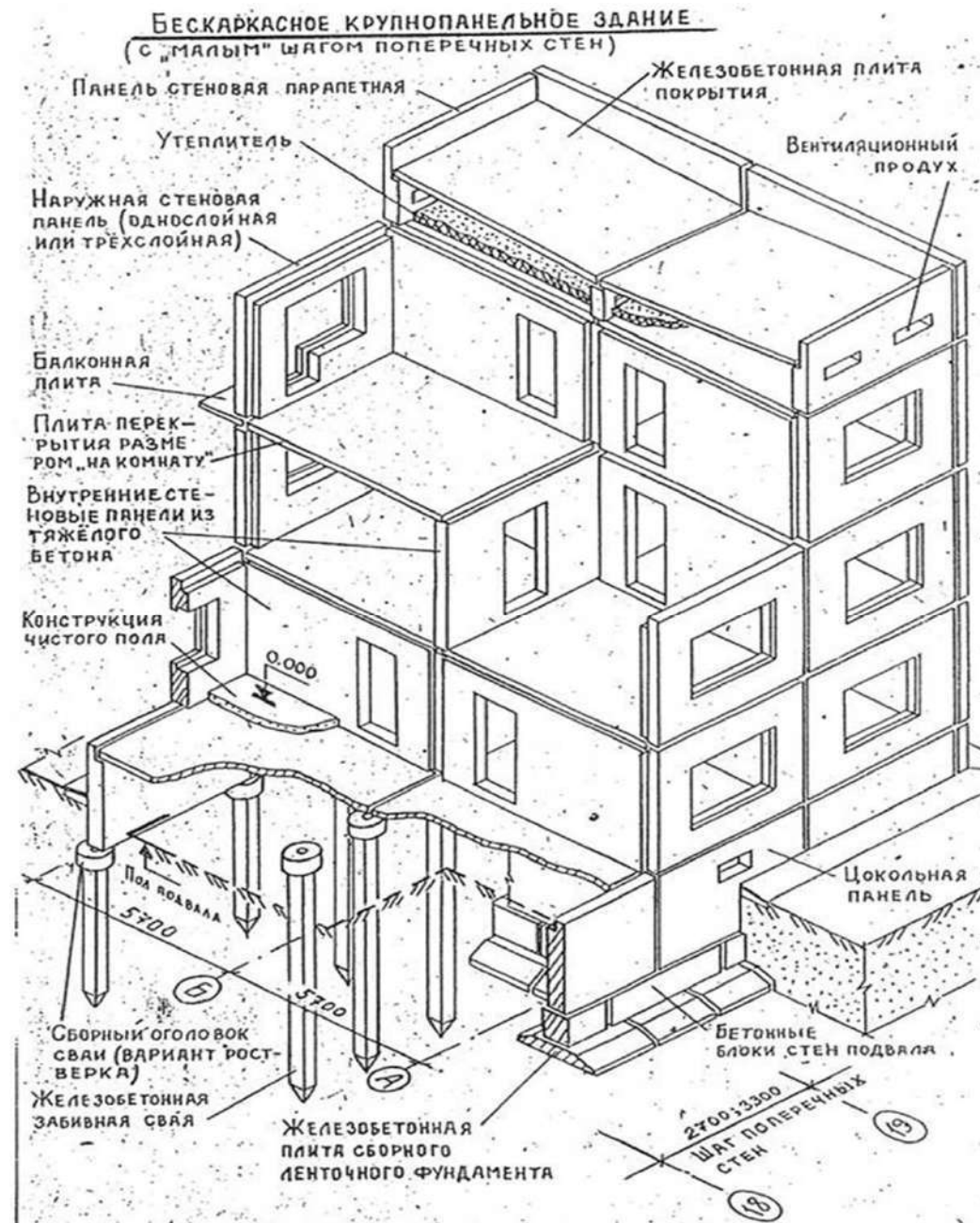
Панельная строительная система

Панельная система применяется в проектировании гражданских зданий высотой до 30 этажей в обычных условиях строительства и до 14 этажей в сейсмических.

Несущие стены панельных зданий состоят из панелей высотой в этаж, протяженностью до 7,2 м, массой до 10 т. В отличие от крупных блоков стеновые панели не устойчивы, поэтому при возведении их устойчивость обеспечивают монтажные приспособления, в эксплуатации - специальные конструкции стыков и связей.

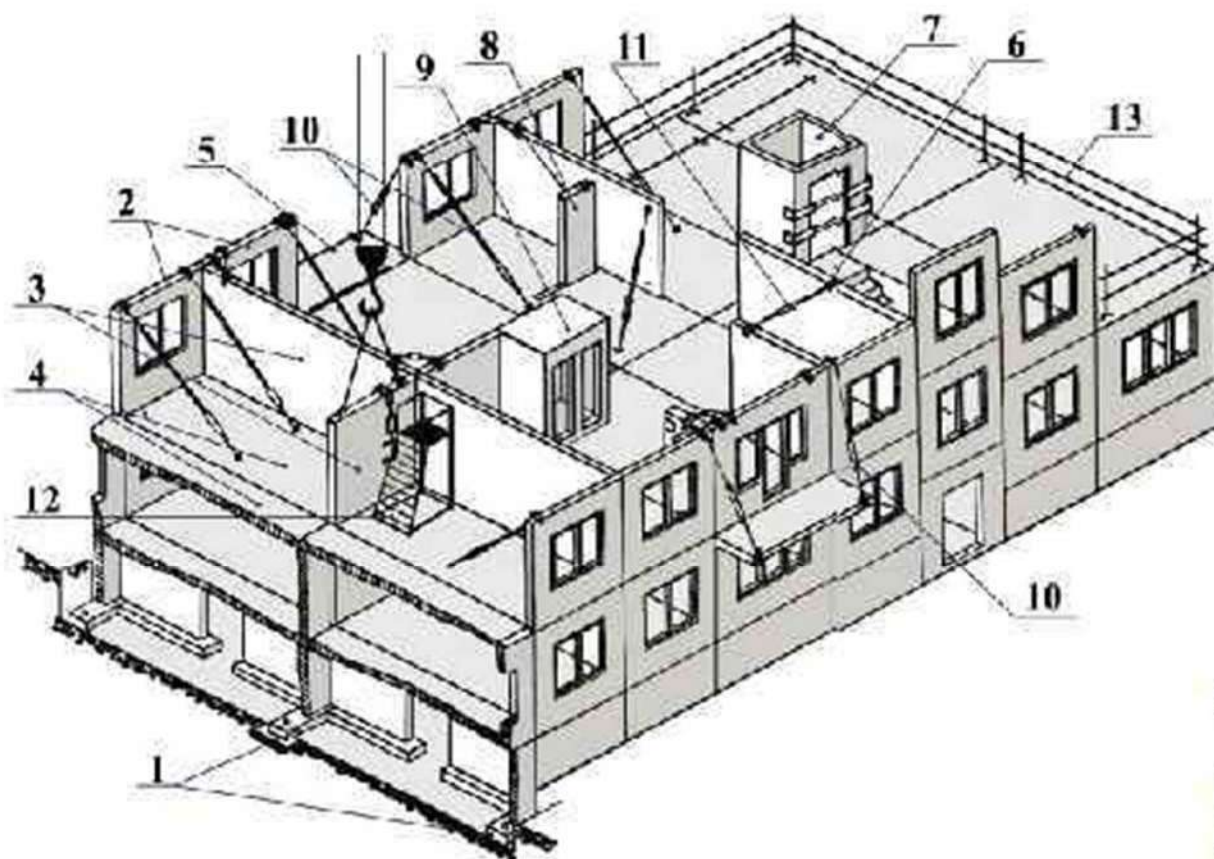
Панели несущих стен устанавливают на цементно-песчаный раствор без перевязки вертикальных стыков.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



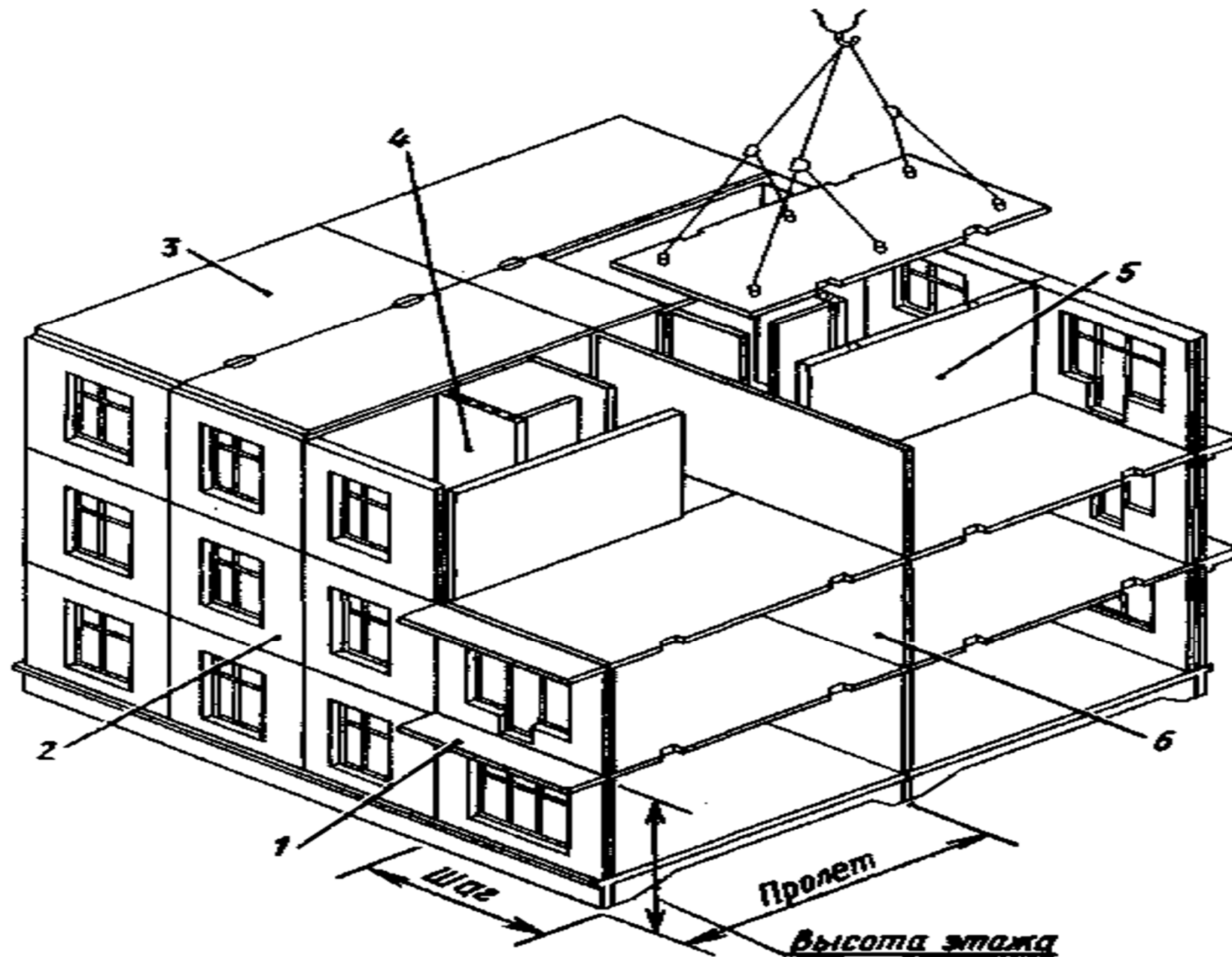
ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Монтажные элементы панельного здания



- 1 - ленточный сборный фундамент;
- 2 - наружные стеновые панели;
- 3 - внутренние стеновые панели;
- 4 - панели перекрытия;
- 5 - панель балкона;
- 6 - лестничные площадки и марши;
- 7 - шахта лифтовая;
- 8 - вентиляционный блок;
- 9 - санитарно-техническая кабина;
- 10 - подкосы для временного крепления;
- 11 - распорка;
- 12 - площадка для монтажника и сварщика;
- 13 - защитное ограждение.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



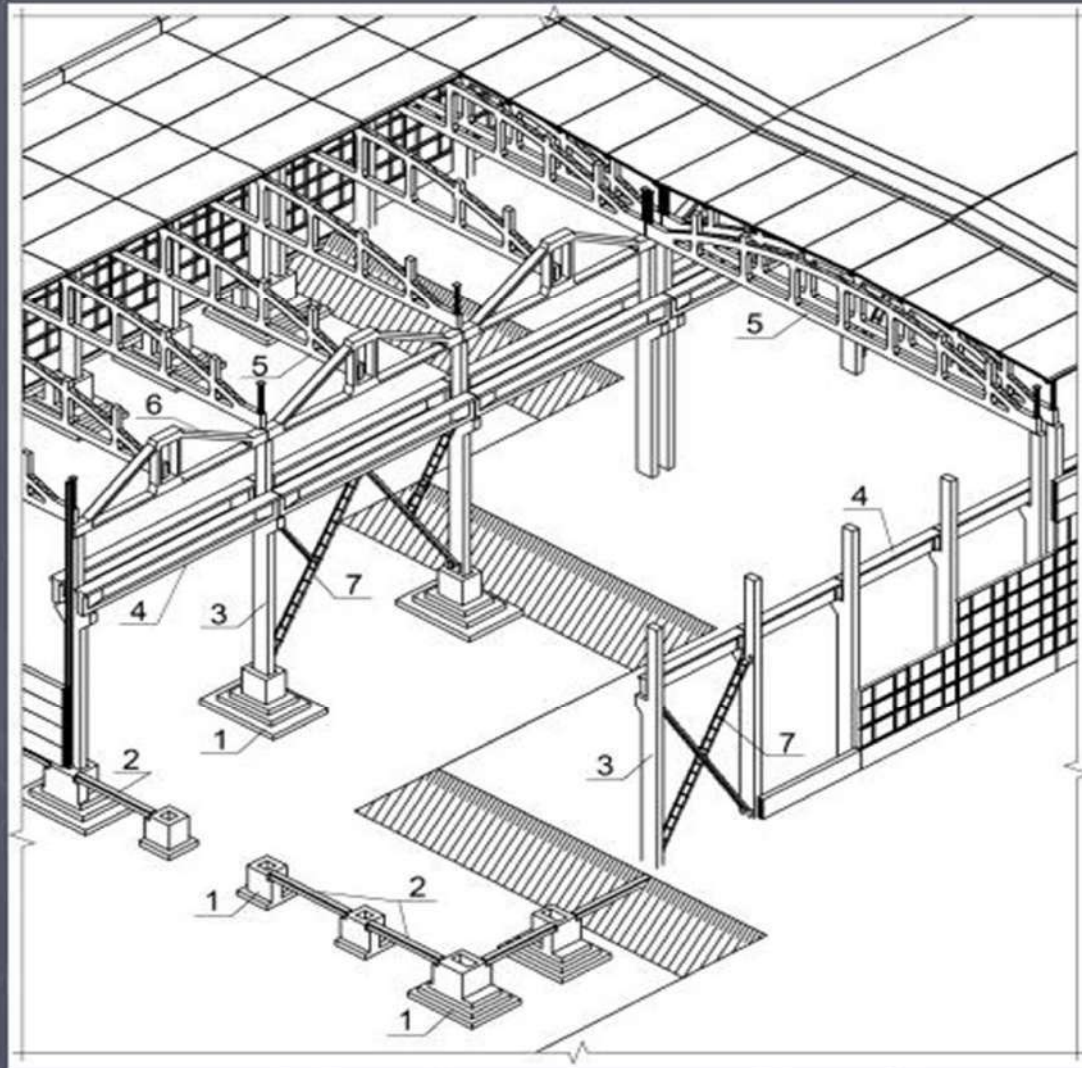
Каркасно-панельная строительная система

Каркасно-панельная система является основной в проектировании одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий и реализуется чаще всего из сборных железобетонных, реже металлических конструкций.

Каркасно-панельная система является также основной в проектировании общественных зданий высотой от 1 до 30 этажей.

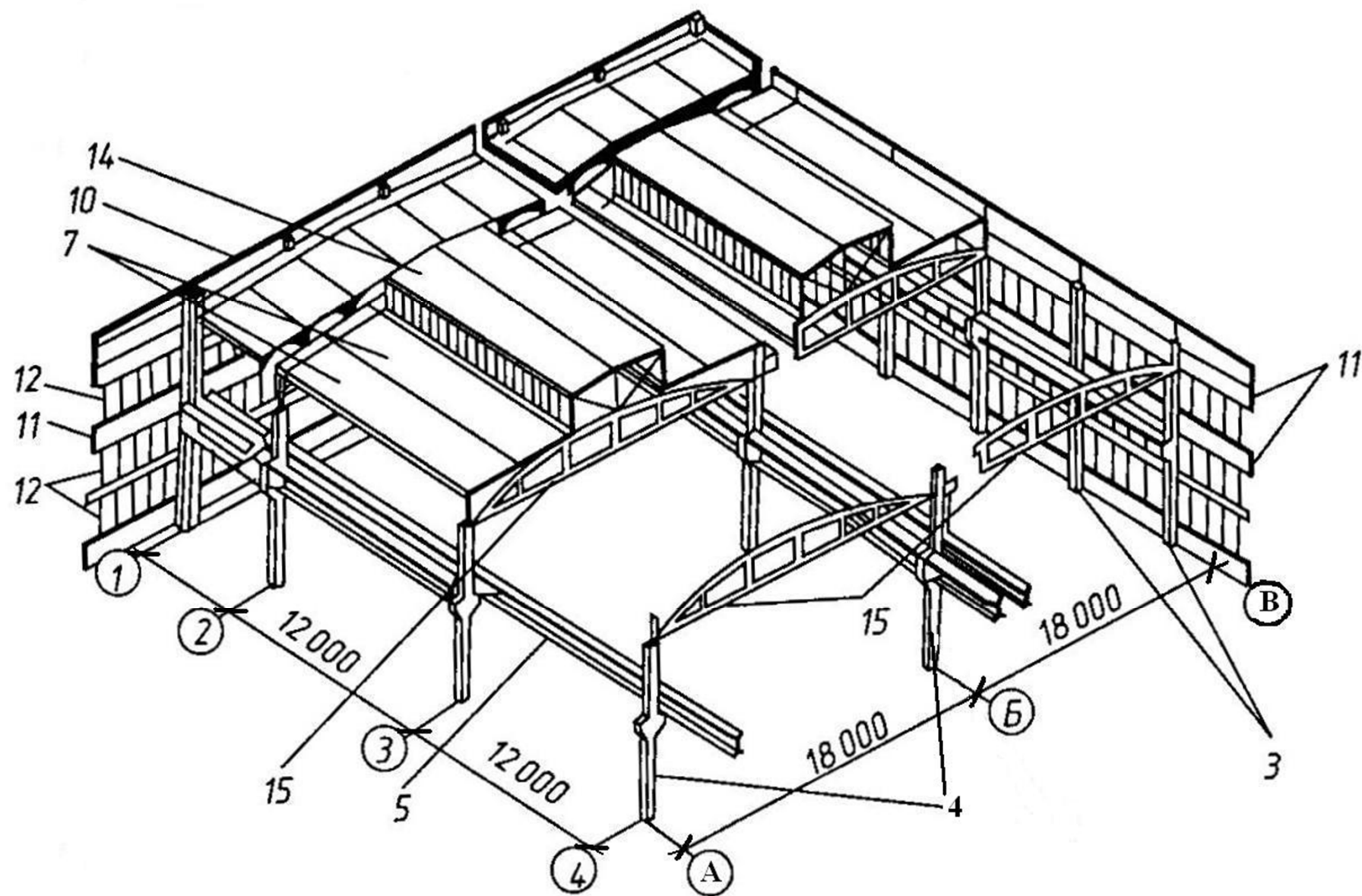
В проектировании массовых общественных зданий она лидирует, так как ее экономические недостатки искупаются компоновочными преимуществами. Каркасная система обеспечивает гибкость планировочных решений при проектировании и относительно недорогие мероприятия по модернизации и даже перепрофилированию зданий в процессе их эксплуатации. Такой относительно незначительный компоновочный недостаток каркасно-панельной системы, как наличие выступающих в интерьер ригелей преодолим при использовании безригельных каркасов или подвесных потолков.

Каркас одноэтажного промышленного здания:



- ▶ 1 – фундамент;
- ▶ 2 – фундаментная балка;
- ▶ 3 – колонна;
- ▶ 4 – подкрановая балка;
- ▶ 5 – ферма;
- ▶ 6 – подстропильная ферма;
- ▶ 7 – связи (крестовые и порталные).

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



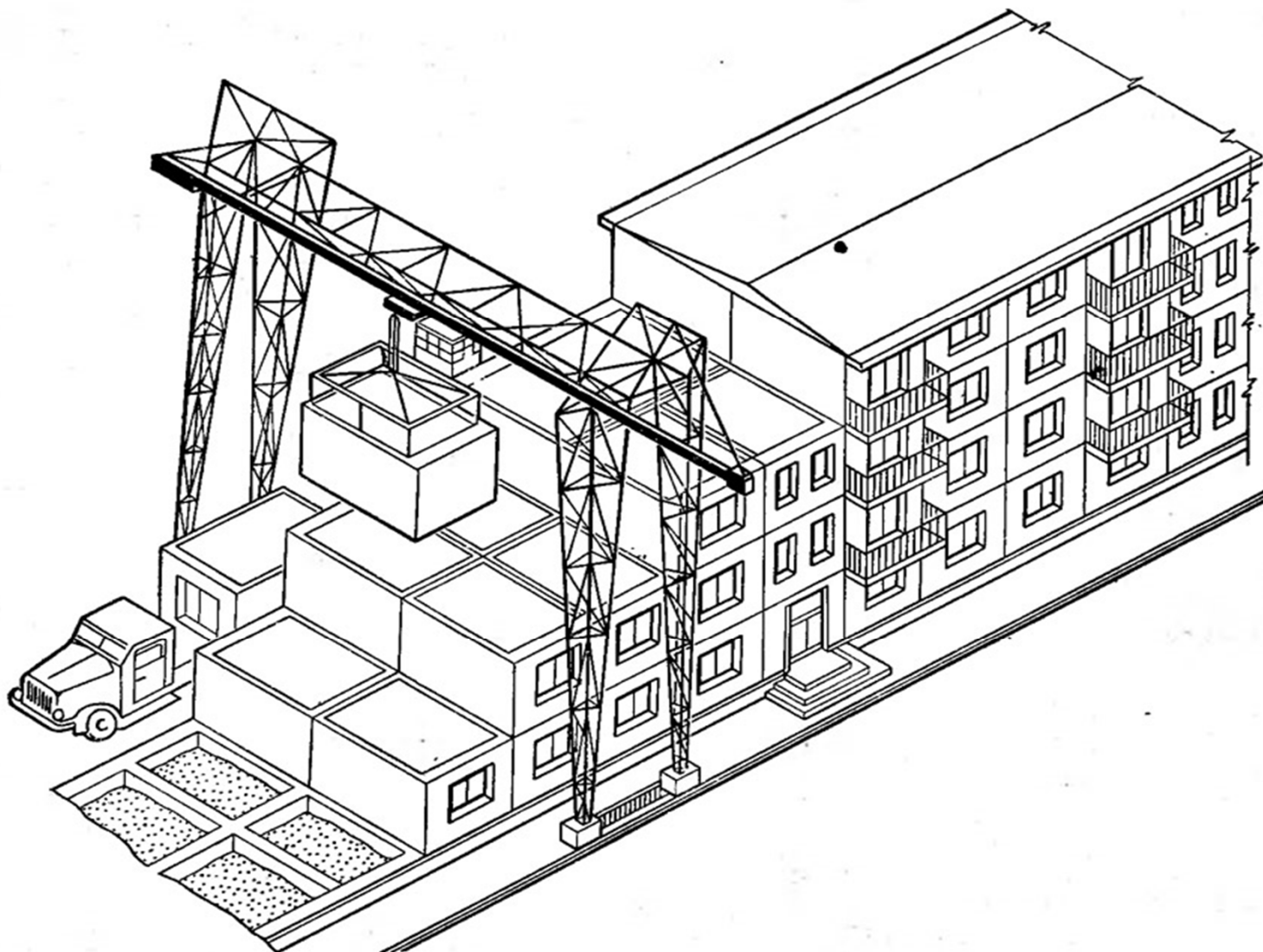
Объемно-блочная строительная система

Система и конструкции бетонных объемных блоков (несущих и ненесущих) были разработаны и внедрены в экспериментальное строительство в СССР в конце 1950-х гг.

В 1970-е гг. были отработаны технологические схемы производства объемных блоков различных конструктивных модификаций, методы их монтажа и завершен отбор более целесообразных монтажных механизмов, заводы объемно-блочного домостроения вышли на проектную мощность и новые конструкции получили внедрение в массовое жилищное строительство как в обычных, так и в сложных инженерно-геологических условиях.

Объемно-блочное домостроение обеспечивает существенное снижение суммарных трудозатрат (на 12-15 % по сравнению с панельным) и прогрессивную структуру этих затрат. Объемно-блочную систему применяют при проектировании жилых зданий, гостиниц, общежитий, пансионатов различной этажности - от одного до 16 этажей.

Монтаж жилого дома из объёмных блоков



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Монолитная и сборно-монолитная строительные системы

Эти системы применяют при возведении жилых зданий средней и повышенной этажности со стеновой или каркасно-стеновой конструктивными системами.

Для монолитных строительных систем характерно возведение всех несущих конструкций из монолитного бетона.

В сборно-монолитных системах несущие конструкции частично выполняются из монолитного бетона, частично - из сборных железобетонных изделий.

Монолитные здания, как правило, проектируют бескаркасными,

сборно-монолитные - и каркасными и бескаркасными.

Применяется также монолитная каркасная или стеновая система с наружными слоистыми стенами из кирпича (кирпично-монолитная).

Монтаж монолитного здания



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



Бетон в архитектуре зарубежных стран

«Дом тишины» (House of Silence), Сига, Япония



Внушительный снаружи, при этом приветливый и уютный внутри, «Дом тишины» от студии Kouichi Kimura специально спроектирован, чтобы быть совершенно непохожим ни на что вокруг него. Контраст высоты потолков, протяженные стены, контрфорсы и ниши формируют необычное пространство с мощными лаконичными формами, которое изнутри кажется намного просторнее, чем предполагают занимаемые им 320 квадратных метров.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Главный офис Enjoy Concrete, Фюрн, Бельгия



Здание с фасадом из бетонных плит и окнами того же размера – 6х3 м. Эти простые пропорции создают впечатление соразмерности, которое усиливает нависающий объем, привязанный к внутренней бетонной лестнице.

На фасад, смотрящий на канал, было нанесено «цифровое» изображение деревьев, состоящее из крупных точек, помогающее зданию сливаться с находящейся перед ним окружающей природой, а также удачно вписываться в индустриальный пейзаж.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Часовня Всех Святых, Минас-Жерайс, Бразилия



Часовня демонстрирует аскетичную мощь бетона. В то время как в здании доминирует выполненный в форме креста бетонный каркас, стеклянные стены, интерьер из дерева и окно на крыше наполняют пространство светом и подчеркивают контраст между материалами интерьера и внешней отделки.

Бассейн у основания креста продолжает линию сооружения, визуально удлинняя его.

Башня Trellick Tower, Лондон, Великобритания



Подавляющая, холодная, угрожающе нависающая над городским ландшафтом башня Trellick Tower в западном Лондоне – образец архитектуры брутализма в Великобритании.

Видимая в радиусе нескольких километров, она является неотъемлемой частью истории архитектуры Великобритании. Здание имеет статус исторического памятника, что делает почти невозможными какие-либо конструктивные изменения.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Навес от солнца, район Сакавен, округ Лиссабон, Португалия



Облегченный вариант использования бетона в общественном пространстве в пригороде Лиссабона. Это комбинация кафетерия и открытого пространства под навесом, с отверстиями в бетонной крыше, пропускающими солнечный свет и нечастый дождь.

Эта неожиданная комбинация стилей стала ответом студии Aterliermob на разноплановость окружающей застройки.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Концертный зал Auditorio de Tenerife, о. Тенерифе, Канары, Испания



Эту жемчужину испанской архитектуры, которую можно увидеть на почтовых марках и монете в 5 евро, украшает нависающая над ней бетонная арка, как будто нарушающая законы гравитации, которая точно отражает ее расположение на морском берегу в «стольном граде» самого большого из Канарских островов.

ЛЕКЦИЯ 1: АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

«170 Amsterdam», Нью-Йорк, США



«170 Amsterdam», Нью-Йорк, США

Революционный проект архитектурного бюро Handel Architect «170 Amsterdam» трансформирует саму идею бетонной несущей конструкции – вынося наружу 16-этажного здания каркас из элегантных бетонных колонн, который служит опорой зданию и одновременно эффектной отделкой. Каркас из бетонных колонн, вынесенный наружу, позволил предложить альтернативу стеклу, поэтому выглядит мощно и в то же время изящно.

Поскольку бетонный каркас задает внешний вид здания, составу бетона было уделено дополнительное внимание. Вместо золы, которая обычно добавляется в бетон в Нью-Йорке, компания Handel использовала шлак, который сделал его похожим на известняк соседних зданий, – решение, обеспечившее достаточную прочность, чтобы выдержать вес здания, и достаточно привлекательное на вид, чтобы служить отделкой.

ЛЕКЦИЯ 2

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Содержание

1 Вяжущие вещества

2 Заполнители

3 Вода для приготовления бетонных смесей

4 Добавки для бетона

ЦЕМЕНТЫ. Нормативная база

ГОСТ 30515-2013 Цементы. Общие технические условия

**ГОСТ 31108-2020 Цементы общестроительные.
Технические условия**

**ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические
условия**

**ГОСТ Р 55224-2012 Цементы для транспортного
строительства. Технические условия**

**ГОСТ 33174-2014 Дороги автомобильные общего
пользования. Цемент. Технические требования**

ГОСТ 310.1 – ГОСТ 310.5 Цементы. Методы испытания

**ГОСТ 30744-2001 Цементы. Методы испытаний с
использованием полифракционного песка**

Классификация цементов

Признак	По ГОСТ 31108
Вещественный состав	- тип 0 – бездобавочный портландцемент
	- тип I - портландцемент
	- тип II/A - портландцемент с минеральными добавками, содержащий портландцементный клинкер и минеральную добавку или смесь минеральных добавок в количестве от 6 % до 20 %; - тип II/B - портландцемент с минеральными добавками, содержащий портландцементный клинкер и шлак в количестве от 21 % до 35 %

Классификация цементов

Признак	По ГОСТ 31108
Вещественный состав	- тип III - шлакопортландцемент, содержащий портландцементный клинкер и доменный гранулированный, электротермофосфорный или топливный шлак в количестве от 36 % до 65 %.
	- тип IV - пуццолановый цемент, содержащий портландцементный клинкер и пуццолану в количестве от 21 % до 35 %
	- тип V - композиционный цемент, содержащий портландцементный клинкер и смесь шлака и пуццоланы и/или золы-уноса в количестве от 22 % до 60 %.
Прочность на сжатие в 28-сут. возрасте	Классы: 32,5; 42,5; 52,5.

Классификация цементов

Признак	По ГОСТ 30515
Вид клинкера	на основе: <ul style="list-style-type: none">- портландцементного клинкера;- глиноземистого (высокоглиноземистого) клинкера;- смеси портландцементного и сульфоалюминатного (сульфоферритного) клинкера.
Назначение	<ul style="list-style-type: none">- общестроительные;- специальные.
Скорость твердения	<ul style="list-style-type: none">- нормальнотвердеющие (Н) с нормированием прочности в возрасте 2 (7) и 28 сут.;- быстротвердеющие (Б) с нормированием прочности в возрасте 2 сут., повышенной по сравнению с нормальнотверд., и 28 сут.;- медленнотвердеющие (М) с нормированием начальной прочности в воз. 7 (2) сут., пониженной по сравнению с нормальнотвердеющими цементами, и 28 сут.

Классификация цементов

Признак	По ГОСТ 30515
Сроки схватывания	<ul style="list-style-type: none">- медленносхватывающиеся<ul style="list-style-type: none">- с нормируемым сроком начала схватывания более 2 ч;- нормальносхватывающиеся<ul style="list-style-type: none">- с нормируемым сроком начала схватывания от 45 мин до 2 ч;- быстросхватывающиеся<ul style="list-style-type: none">- с нормируемым сроком начала схватывания менее 45 мин.

Пример условного обозначения портландцемента
по ГОСТ 31108:

типа ЦЕМ I класса 42,5 быстротвердеющий:

Портландцемент ЦЕМ I 42,5Б ГОСТ 31108-2020;

портландцемент типа ЦЕМ II, подтипа В со шлаком (Ш) от 21 % до 35 %, класса прочности 32,5, нормальнотвердеющий:

ЦЕМ II/В-Ш 32,5Н ГОСТ 31108-2020

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

СНиП 82-02-95 Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций

Вид и минимальный расход цемента для производства изделий и конструкций, эксплуатируемых в агрессивных условиях, следует выбирать по ГОСТ 31384.

Для высокопрочных бетонов следует применять портландцемент без минеральных добавок марки не ниже ПЦ 500 по ГОСТ 10178 или класса не ниже ЦЕМ I 42,5 по ГОСТ 31108 с содержанием СзА не более 8 %.

Минимальный расход цемента для тяжелых бетонов, эксплуатируемых в неагрессивных условиях:

Вид конструкции	Расход цемента вида, кг/м ³		
	ПЦ-Д0, ПЦ-Д5, ЦЕМ I, ЦЕМ I СС	ПЦ-Д20, ЦЕМ II, ЦЕМ II СС	ШПЦ, ЦЕМ III, ЦЕМ III/A СС, ЦЕМ IV, ЦЕМ V
Неармированные (эксплуатация без замораживания и оттаивания)	Не нормируется		
Армированные с ненапрягаемой арматурой	150	170	180
Армированные с предварительно напряженной арматурой	220	240	270

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Формы поставок цемента: в мешках, биг-бэгах, навалом в вагонах.



ЗАПОЛНИТЕЛИ. Нормативная база

ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 31424-2010 Материалы строительные нерудные из отсеков дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия

ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с Изменениями N 1-4)

ГОСТ 32495-2013 Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия

ГОСТ 32496-2013 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия

ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)

ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

МЕЛКИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ

ПЕСОК: природный неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород;

ПЕСОК ОБОГАЩЕННЫЙ: природный неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, с улучшенным зерновым составом и меньшим содержанием пылевидных и глинистых частиц;

ПЕСОК ФРАКЦИОНИРОВАННЫЙ: природный неорганический сыпучий материал, разделенный на две или более фракций.

ПЕСОК ИЗ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ: неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, полученный при производстве щебня;

ОБОГАЩЕННЫЙ ПЕСОК ИЗ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ: неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, улучшенным зерновым составом и меньшим содержанием зерен слабых пород и пылевидных и глинистых частиц;

ФРАКЦИОНИРОВАННЫЙ ПЕСОК ИЗ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ: песок, разделенный на две или более фракции;

ПЕСОК ИЗ ДРОБЛЕНОГО БЕТОНА: неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, получаемый из дробленого бетона .

Выбор мелкого заполнителя для бетона:

- по зерновому составу,**
- плотности,**
- содержанию пылевидных и глинистых частиц (ПГЧ), в т. ч. глины в комках,**
- наличию и содержанию вредных и посторонних загрязняющих примесей,**
- радиационно-гигиенической характеристике,**
- другим показателям качества, указанным в технической документации.**

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

В зависимости от зернового состава и содержания пылевидных и глинистых частиц песок природный подразделяют на два класса:

- класс I;**
- класс II.**

В зависимости от крупности зерен (модуля крупности) песок классов I и II подразделяют на группы:

- песок класса I:**
 - повышенной крупности, крупный, средний и мелкий;**
- песок класса II:**
 - повышенной крупности, крупный, средний, мелкий, очень мелкий, тонкий и очень тонкий**

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Зерновой состав песка определяют путем рассева песка на стандартном наборе сит, а модуль крупности рассчитывают по формуле:

$$M_K = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100}$$

Группа песка	Модуль крупности Мк			
Повышенной крупности	Св.	3,0	до	3,5
Крупный	"	2,5	до	3,0
Средний	"	2,0	"	2,5
Мелкий	"	1,5	"	2,0
Очень мелкий	"	1,0	"	1,5
Тонкий	"	0,7	"	1,0
Очень тонкий	До 0,7			

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Содержание пылевидных и глинистых частиц (ПГЧ) в мелком заполнителе бетона класса В55 и ниже должно быть не более 3 %, а бетона класса В60 и выше не более 2 % по массе.

Песок, обогащенный песок и фракционированный песок должны обладать **стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента**.

Песок в зависимости от значений **удельной эффективной активности естественных радионуклидов** $A_{эфф}$ применяют:

- $A_{эфф}$ до 370 Бк/кг - во вновь строящихся жилых и общественных зданиях;
- $A_{эфф}$ св. 370 до 740 Бк/кг - для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных зданий и сооружений;
- $A_{эфф}$ св. 740 до 1500 Бк/кг - в дорожном строительстве вне населенных пунктов.

КРУПНЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ

ЩЕБЕНЬ ИЗ ГОРНЫХ ПОРОД: неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью св. 5 мм, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд и последующим рассевом продуктов дробления;

ГРАВИЙ ИЗ ГОРНЫХ ПОРОД: неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью св. 5 мм, получаемый рассевом природных гравийно-песчаных смесей;

ЩЕБЕНЬ ИЗ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ: неорганический зернистый сыпучий материал с крупностью зерен более 5 мм, извлекаемый из отсевов дробления горных пород, гравия и валунов путем отсева;

ЩЕБЕНЬ ИЗ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА: Неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм, получаемый из дробленого бетона при разрушении зданий и сооружений, мостовых конструкций, покрытий из бетона в дорожном строительстве

Выбор крупного заполнителя для бетона:

- по зерновому составу,
- прочности,
- истираемости,
- морозостойкости,
- плотности,
- форме зерен;
- содержанию зерен слабых пород.
- содержанию пылевидных и глинистых частиц,
- устойчивости структуры,
- наличию и содержанию вредных и посторонних загрязняющих примесей,
- радиационно-гигиенической характеристике,
- другим показателям качества.

Щебень и гравий выпускают в виде фракций:

- 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.**

Допускается выпуск фракций:

- от 80(70) до 120 мм,**
- св. 120 до 150 мм;**
- смеси фракций от 5(3) до 20 мм;**
- смеси, составленные из других фракций.**

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Наибольшая крупность зерен заполнителя должна быть менее: $1/2$ наименьшей толщины конструкции;

- $2/3$ наименьшего расстояния между стержнями арматуры,
- $1/3$ внутреннего диаметра бетоновода при перекачивании бетононасосом.

При приготовлении бетонной смеси крупный заполнитель следует применять в виде отдельно дозируемых фракций.

Зерновой состав крупного заполнителя

Наибольшая крупность зерен, мм	Содержание фракций, %, размером, мм				
	5...10	10...20	20...40	40...80	80...120
10	100	-	-	-	-
20	25-40	60-75	-	-	-
40	15-25	20-35	40-65	-	-
80	10-20	15-25	20-35	35-55	-
120	5-10	10-20	15-25	20-30	25-35

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Прочность щебня и гравия характеризуют маркой по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре.

Марки по дробимости щебня из изверженных пород:
1400, 1200, 1000, 800, 600.

Марка по дробимости щебня из осадочных и метаморфических пород:
1200, 1000, 800, 600, 400, 300, 200.

Для бетона классов по прочности на сжатие В60 и выше следует применять щебень из плотных горных пород марки по дробимости не ниже 1200.

Щебень и гравий, предназначенные для строительства автомобильных дорог, характеризуют маркой по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре и **маркой по истираемости**, определяемой испытанием в полочном барабане:

И1, И2, И3, И4 (по потере массы при испытании от 25 % до 60 %).

Щебень из дробленого бетона не следует применять в бетонах класса по прочности на сжатие выше В35.

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Морозостойкость щебня и гравия характеризуют числом циклов замораживания и оттаивания, при котором потери в процентах по массе щебня и гравия не превышают установленных значений.

Марки по морозостойкости щебня и гравия:

F15, F25, F50, F100, F150, F200, F300, F400.

Марка по морозостойкости крупного заполнителя в зависимости от температуры эксплуатации конструкций:

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца, °C	От 0 °C до минус 10 °C	От минус 10 °C до минус 20 °C	Ниже минус 20 °C
Марка по морозостойкости щебня и гравия	F100	F200	F300

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Форму зерен щебня и гравия характеризуют содержанием зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы.

Щебень в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы подразделяют на пять групп:

Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % по массе
1	До 10 включ.
2	Св. 10 до 15 включ.
3	Св. 15 до 25 включ.
4	Св. 25 до 35 включ.
5	Св. 35 до 50 включ.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в крупном заполнителе **не должно превышать 35 % массы.**

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в щебне для бетонов классов **по прочности на сжатие В60 и выше не должно превышать 15 % массы.**

Содержание зерен слабых пород в щебне и гравии в зависимости от вида горной породы и марки по дробимости не должно превышать:

Вид породы и марка по дробимости щебня и гравия	Содержание зерен слабых пород, % по массе
Щебень из изверженных, метаморфических и осадочных пород марок:	
1400; 1200; 1000	5
800; 600; 400	10
300	15
Щебень из гравия и валунов и гравий марок:	
1000; 800; 600	10
400	15

Содержание зерен слабых пород в щебне для бетона классов В60 и выше не должно превышать 5 % массы.

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Содержание пылевидных и глинистых частиц (ПГЧ) в щебне из изверженных и метаморфических пород, щебне из гравия и в гравии для бетонов классов по прочности на сжатие В25 и выше не должно превышать 1,0 % массы.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне из осадочных пород для бетонов класса В25 и выше не должно превышать 2,0 % массы.

Содержание глины в комках не должно превышать:

Марка по дробимости щебня и гравия	Содержание глины в комках, % по массе
Щебень из изверженных, метаморфических и осадочных пород марок:	
400 и выше	0,25
300, 200	0,5
Щебень из гравия и гравий марок:	
1000, 800, 600, 400	0,25
Щебень из валунов марок:	
1200, 1000, 800, 600	0,25

Устойчивость структуры крупного заполнителя против всех видов распадов, определяемая потерей массы при распаде, должна соответствовать требованиям:

Марка по дробимости щебня	Потеря массы при распаде, %, не более
1000 и выше	3
800, 600	5
400 и ниже	7

Стойкость щебня и гравия определяют по минералого-петрографическому составу исходной горной породы и содержанию вредных компонентов и примесей, снижающих долговечность бетона и вызывающих коррозию арматуры железобетонных изделий и конструкций.

Щебень и гравий, предназначенные для применения в качестве заполнителей для бетонов, должны обладать стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента.

ЛЕКЦИЯ 2: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Крупный заполнитель в зависимости от значений удельной эффективной активности естественных радионуклидов $A_{эфф}$ применяют:

- $A_{эфф}$ до 370 Бк/кг - во вновь строящихся жилых и общественных зданиях;**
- $A_{эфф}$ св. 370 до 740 Бк/кг - для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных зданий и сооружений;**
- $A_{эфф}$ св. 740 до 1500 Бк/кг - в дорожном строительстве вне населенных пунктов.**

При проектных требованиях к бетону марки по морозостойкости F_{1200} (F_{2100}) и выше должен применяться крупный заполнитель из изверженных и метаморфических пород с водопоглощением не более 1,0 %, из осадочных пород - с водопоглощением не более 2,5 %.

ВОДА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Нормативная база - ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

Для затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок, а также для ухода за твердеющим бетоном и промывки заполнителей, может применяться вода следующих видов:

- питьевая вода по ГОСТ 2874;
- естественная поверхностная и грунтовая вода;
- техническая вода;
- морская и засоленная вода;
- вода после промывки оборудования для приготовления и транспортирования бетонных и растворных смесей.

Вода не должна содержать химических соединений и примесей в количествах, которые могут повлиять на сроки схватывания цемента, скорость твердения, прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона, коррозию арматуры в пределах, превышающих нормы.

Не допускается применение сточной, болотной и торфяной воды.

ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА

Нормативная база

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия,

ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности,

ГОСТ Р 56592-2015 Добавки минеральные. Технические условия,

ГОСТ Р 56593-2015 Добавки минеральные. Методы испытаний,

ГОСТ Р 56178-2014 Модификаторы органо-минеральные типа МБ для бетонов, строительных растворов и сухих смесей. Технические условия.

Добавки в зависимости от основного эффекта действия подразделяют на **4 класса:**

1 Добавки, регулирующие свойства бетонных и растворных смесей

2 Добавки, регулирующие свойства бетонов и растворов

3 Добавки, придающие бетонам и растворам специальные свойства

4 Минеральные добавки

1 Добавки, регулирующие свойства бетонных и растворных смесей:

- пластифицирующие:
суперпластифицирующие,
пластифицирующие;**
- водоредуцирующие (водопонижающие):
суперводоредуцирующие,
водоредуцирующие;**
- стабилизирующие (водоудерживающие);**
- регулирующие сохраняемость подвижности;**
- увеличивающие воздухо- (газо) содержание.**

2 Добавки, регулирующие свойства бетонов и растворов:

- регулирующие кинетику твердения:
ускорители,
замедлители;**
- повышающие прочность;**
- снижающие проницаемость;**
- повышающие защитные свойства по отношению к стальной арматуре;**
- повышающие морозостойкость;**
- повышающие коррозионную стойкость;**
- расширяющие.**

3 Добавки, придающие бетонам и растворам специальные свойства:

- противоморозные:

 - для «холодного» бетона,

 - для «теплого» бетона;

- гидрофобизирующие (водоотталкивающие);

- фотокаталитические (пылеотталкивающие).

4 Минеральные добавки

В зависимости от характера взаимодействия с продуктами гидратации цемента подразделяют на типы:

- тип I – активные;

- тип II – инертные.

Активные минеральные добавки (АМД) вступают в химическое взаимодействие с продуктами гидратации цемента и могут быть заменителями цемента.

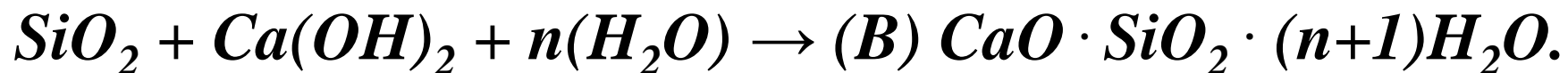
АМД подразделяют на следующие группы:

- обладающие вяжущими свойствами;**
- обладающие пуццолановой активностью;**
- обладающие одновременно вяжущими свойствами и пуццолановой активностью.**

Инертные минеральные добавки не вступают в химическое взаимодействие с продуктами гидратации цемента и являются наполнителями.

Механизм действия активных минеральных добавок обусловлен их химическим взаимодействием с известью, образующейся в результате гидролиза C_3S при гидратации цемента. При этом в основном образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа C-S-H (В), гидроалюминаты- и гидроферриты кальция, которые увеличивая гелевую составляющую цементного камня, улучшают прочностные и деформативные свойства бетона.

Пуццоланический эффект действия тонкодисперсных добавок в бетонах проявляется в химическом взаимодействии активного кремнезема с известью по схеме:



Органо-минеральный модификатор типа МБ
(модификатор) - поликомпонентный порошкообразный материал с размером гранул не более 0,5 мм, включающий в себя минеральную и органическую части и предназначенный для одновременного улучшения технологических и физико-механических свойств цементных систем.

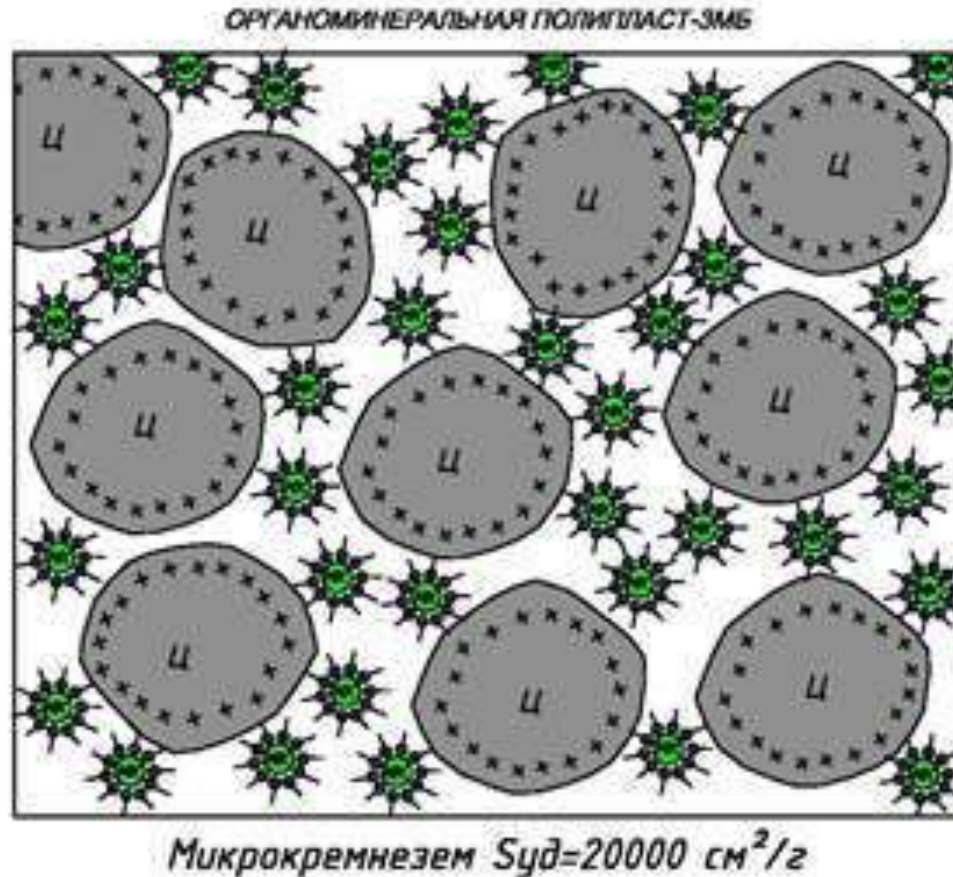
Минеральная часть модификатора - дисперсный порошок неорганического природного (метакаолин, гипс) и/или техногенного (микрокремнезем, зола-уноса) происхождения.

Органическая часть модификатора - химические добавки органического происхождения.

Органо-минеральные модификаторы типа МБ
применяют для получения:

- бетонных смесей улучшенных технологических свойств, в том числе высокоподвижных и самоуплотняющихся, обладающих высокой степенью сохраняемости, удобоукладываемости и сегрегационной устойчивости (водоотделения, расслаиваемости),**
- высокопрочных, непроницаемых, коррозионно-стойких, напрягающих, расширяющихся, с частично компенсированной усадкой бетонов и растворов, применяемых в промышленном, гражданском, транспортном и других видах строительства, включая системы питьевого водоснабжения.**

Механизм действия модификатора типа МБ



Ц – частицы цемента; МК – частицы минеральной добавки с закрепленными на них молекулами суперпластификатора

Лекция 3

Классификация бетонов

Содержание

- 1 Классификация бетонов по основному назначению, структуре и свойствам**
- 2 Специальные виды бетонов по их свойствам**
- 3 Классификация бетонов по составу**
- 4 Классификация бетонов по технологии изготовления**
- 5 Примеры инновационных бетонов**

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 31914-2012 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества

ГОСТ 31384-2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

Классификация бетонов

Классификационный признак	Виды бетонов
Основное назначение:	- конструкционные;
	- специальные (теплоизоляционные, радиационностойкие, декоративные и др.)
Стойкость к видам коррозии:	А - бетоны, эксплуатируемые в среде без риска коррозионного воздействия (ХО);
	Б - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием карбонизации (ХС);
	В - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием хлоридов (ХД и ХS);
	Г - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием попеременного замораживания и оттаивания (ХF);
	Д - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей химическую коррозию (ХА).
Среда эксплуатации бетона по ГОСТ 31384-2017	

Классификация бетонов

Классификационный признак	Виды бетонов
Вид вяжущего	- цементные;
	- известковые;
	- шлаковые;
	- гипсовые;
	- специальные (например, полимербетоны, бетоны на магнезиальном вяжущем).
Вид заполнителей	- на плотных заполнителях;
	- на пористых заполнителях;
	- на специальных (например, металлическая дробь, вспененный гранулированный полистирол).

Классификация бетонов

Классификационный признак	Виды бетонов
Структура	- плотной;
	- поризованной;
	- ячеистой;
	- крупнопористой.
Условия твердения	- в естественных условиях;
	- в условиях тепловой обработки при атмосферном давлении;
	- в условиях тепловой обработки при давлении выше атмосферного (бетоны автоклавного твердения).
Прочность бетона	- средней прочности (класс прочности при сжатии $B \leq B50$);
	- высокопрочные (класс прочности при сжатии $B \geq B55$).

Виды бетонов по структуре



Плотный бетон



**Ячеистый бетон
(газобетон и пенобетон)**



Поризованный бетон



Крупнопористый бетон

Классификация бетонов

Классификационный признак	Виды бетонов
Скорость набора прочности в нормальных условиях твердения	<ul style="list-style-type: none">- быстротвердеющие (R_2/R_{28} более 0,4);- медленнотвердеющие ($R_2/R_{28} \leq 0,4$).
Средняя плотность	<ul style="list-style-type: none">- особо легкие (марки менее D800);- легкие (марки от D800 до D2000);- тяжелые (марки более D2000 до D2500);- особо тяжелые (марки более D2500).
Морозостойкость	<ul style="list-style-type: none">- низкой морозостойкости (марки F_{150} и менее);- средней морозостойкости (марки $> F_{150}$ до F_{1300});- высокой морозостойкости (марки $> F_{1300}$).

Классификация бетонов

Классификационный признак	Виды бетонов
Водонепроницаемость	- низкой водонепроницаемости (марки менее W4);
	- средней водонепроницаемости (марки от W4 до W12);
	- высокой водонепроницаемости (марки более W12).
Истираемость	- низкой истираемости (марка по истираемости G1);
	- средней истираемости (марка по истираемости G2);
	- высокой истираемости (марка по истираемости G3)

Специальные виды бетонов по их свойствам

- **Напрягающий бетон:** бетон, содержащий расширяющийся цемент или расширяющую добавку, обеспечивающие расширение бетона в процессе его твердения.
- **Быстротвердеющий бетон:** бетон, имеющий быстрый темп набора прочности.
- **Высокофункциональный бетон:** бетон, соответствующий специальным требованиям к функциональности, которые не могут быть достигнуты путем использования традиционных компонентов, методов смешивания, укладки, ухода и твердения.
- **Декоративный бетон:** бетон, получаемый путем обработки окрашиванием, полировкой, текстурированием, тиснением, гравировкой, использованием топпингов и другими приемами для достижения требуемых эстетических свойств.
- **Дренирующий бетон:** бетон, содержащий подобранный крупный заполнитель при отсутствии или минимальном содержании мелкого заполнителя, а также недостаточное для заполнения пор и пустот количество цементного теста.
- **Жаростойкий бетон:** бетон предназначенный для работы в условиях воздействия температур от 800°C до 1800°C.

Классификация бетонов по составу

- **Арболит:** бетон, в котором в качестве заполнителя используют органические материалы растительного происхождения.
- **Армоцемент:** бетон мелкозернистый, в массе которого равномерно распределены тканые или сварные проволочные металлические или неметаллические сетки (также может армироваться стержневой или проволочной арматурой)
- **Бетонополимер:** бетон, пропитанный мономерами или жидкими олигомерами с последующей их полимеризацией (отвержением) в порах бетона.
- **Полимербетон:** бетон, изготовленный из бетонной смеси, содержащей полимер или мономер.
- **Грунтобетон:** бетон, полученный из смеси размоленного или гранулированного грунта, вяжущего и заполнителя.
- **Золобетон:** Легкий бетон, заполнителем которого является зола.
- **Особо тяжелый бетон:** бетон средней плотности в сухом состоянии более 2500 кг/м^3 , в состав которого входят специальные заполнители.
- **Тяжелый бетон:** бетон на цементном вяжущем с плотным крупным и мелким заполнителем.
- **Мелкозернистый бетон:** бетон на цементном вяжущем с плотным мелким заполнителем.
- **Реакционный порошок бетон:** бетон, изготовленный из тонкоизмельченных реакционно-способных материалов с размером зерна от 0,2 до 300 мкм и характеризующейся высокой прочностью
- **Силикатобетон:** бетон, в котором в качестве вяжущего применяют известь.
- **Рециклированный бетон:** бетон, изготовленный с применением утилизированных вяжущих, заполнителей, воды.
- **Фибробетон:** бетон, содержащий рассредоточенные, беспорядочно ориентированные волокна.

Классификация бетонов по технологии изготовления

Автоклавный бетон

Торкрет-бетон

Укатанный бетон

Литой бетон

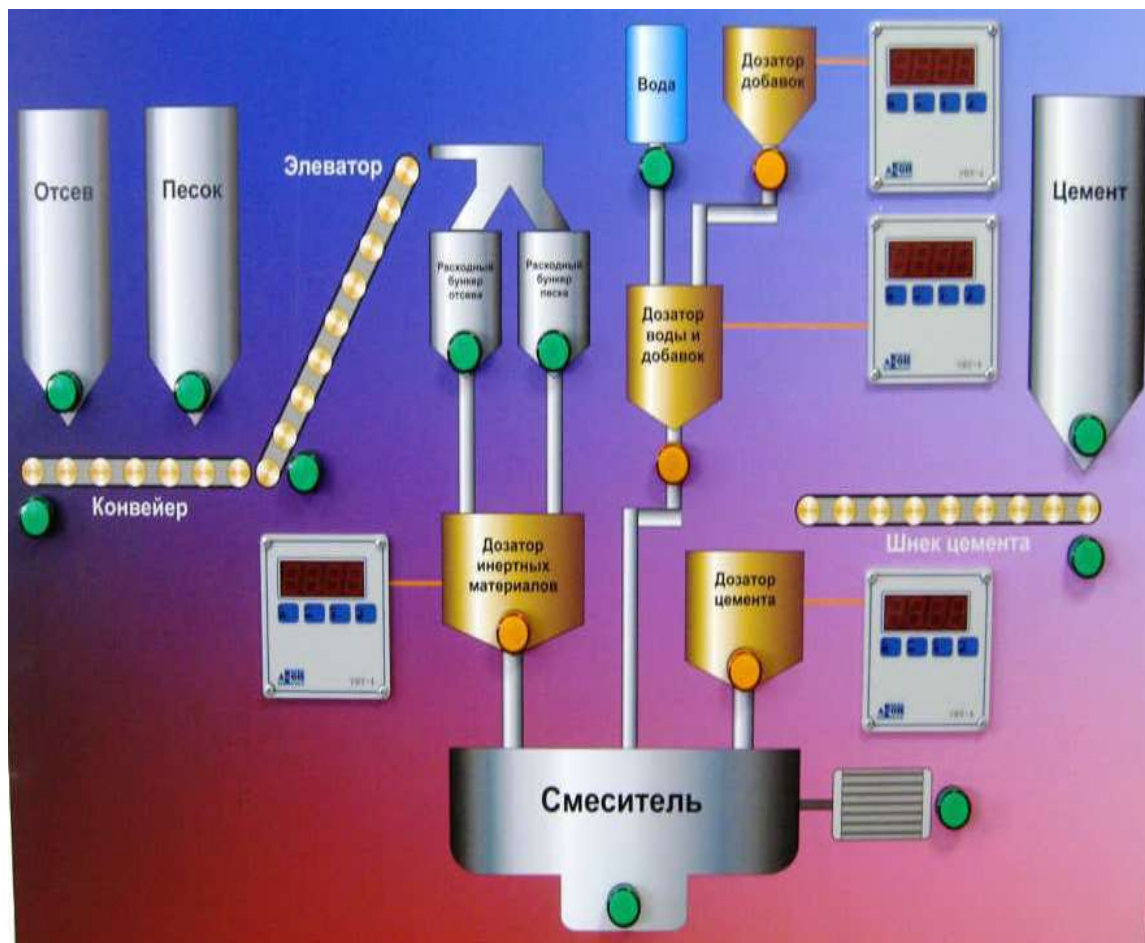
Особо жесткий бетон

Вакуумированный бетон

Бетон подводной укладки

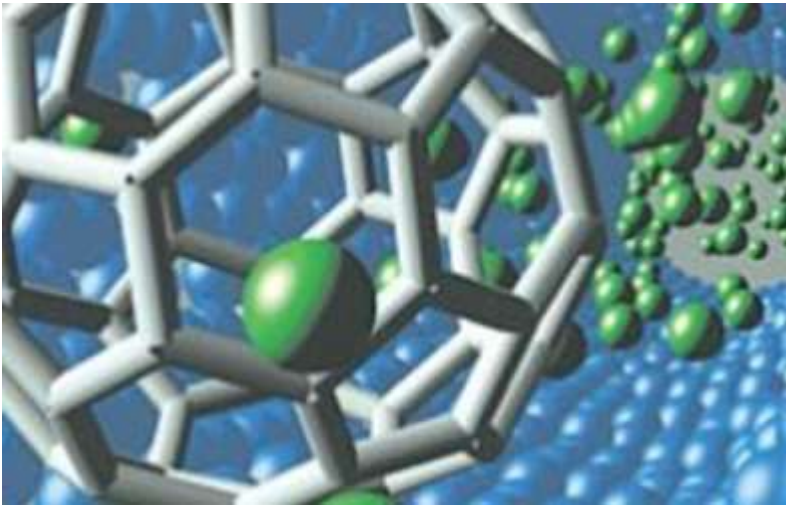
Самоуплотняющийся бетон

Бетон роликового формования



Примеры инновационных бетонов

Наномодифицированные цементы



Самоуплотняющиеся бетоны



Самоочищающиеся бетоны



Светопрозрачные бетоны



ЛЕКЦИЯ 3

ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Содержание

- 1 Виды бетонных смесей**
- 2 Основные свойства бетонных смесей**
- 3 Технология приготовления бетонных смесей**

Нормативная база

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия

СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля

ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 31356-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

СМЕСЬ БЕТОННАЯ – готовая к применению рационально подобранная, тщательно перемешанная смесь вяжущего, заполнителей и воды с добавлением или без добавления химических и минеральных добавок, которая после уплотнения, схватывания и твердения превращается в бетон.

СМЕСЬ СУХАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ БЕТОННАЯ – смесь сухих компонентов вяжущего, заполнителей и добавок, дозированных и перемешанных на заводе, затворяемая водой перед употреблением.

ТОВАРНАЯ БЕТОННАЯ СМЕСЬ – бетонная смесь, поставляемая в пластичном состоянии лицами или организациями, не являющимися потребителями.

БЕТОННАЯ СМЕСЬ, ПРИГОТОВЛЕННАЯ НА СТРОЙПЛОЩАДКЕ – смесь, приготовленная в месте строительства производителем работ для собственного использования.

БЕТОННАЯ СМЕСЬ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА – бетонная смесь, требуемые свойства которой задаются производителю, несущему ответственность за обеспечение этих требуемых свойств и дополнительных характеристик.

БЕТОННАЯ СМЕСЬ ЗАДАННОГО СОСТАВА – бетонная смесь, состав которой и используемые при ее приготовлении составляющие задаются производителю, несущему ответственность за обеспечение этого состава.

БЕТОННАЯ СМЕСЬ ЗАДАННОГО НОРМИРОВАННОГО СОСТАВА – бетонная смесь заданного состава, который определен конкретным стандартом или техническим документом, например, производственными нормами.

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПО ТИПУ БЕТОНА:

- бетонные смеси тяжелого бетона (БСТ);**
- бетонные смеси мелкозернистого бетона (БСМ);**
- бетонные смеси легкого бетона (БСЛ).**

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ:

- удобоукладываемость;**
- расслаиваемость (водоотделение и раствороотделение);**
- сохраняемость свойств во времени;**
- объем вовлеченного воздуха;**
- средняя плотность;**
- пористость;**
- температура.**

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Удобоукладываемость – это способность бетонной смеси заполнять форму бетонируемого изделия под действием сил тяжести или вибрации.

В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси подразделяют на группы:

- жесткие (Ж),
- подвижные (П),
- растекающиеся (Р),
- самоуплотняющиеся (СУ) (СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011).

Группы подразделяют на марки по удобоукладываемости.

Жесткие смеси характеризуются жесткостью – временем вибрации в секундах, которое необходимо для выравнивания бетонной смеси и появления цементного теста в отверстиях прибора.

Подвижные смеси оцениваются осадкой конуса (ОК), отформованного из бетонной смеси.

Растекающиеся смеси определяются величиной расплыва на встряхивающем столе.

Самоуплотняющиеся смеси оцениваются диаметром расплыва конуса (ДР), отформованного из бетонной смеси.

Уплотняемость смеси характеризуется степенью уплотняемости, которую оценивают по разности высот бетонной смеси в форме до и после её уплотнения.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Марки по удобоукладываемости

Для жестких смесей:

Марки по жесткости

Марка	Жесткость, с
Ж1	5 – 10
Ж2	11 – 20
Ж3	21 – 30
Ж4	31 – 50
Ж5	Более 50

Для подвижных смесей:

Марки по осадке конуса

Марка	Осадка конуса, см
П1	1 – 4
П2	5 – 9
П3	10 – 15
П4	16 – 20
П5	Более 20

Для растекающихся смесей:

Марки по расплыву конуса

Марка	Диаметр расплыва, см
Р1	Менее 35
Р2	35 – 41
Р3	42 – 48
Р4	49 – 55
Р5	56 – 62
Р6	Более 62

Оценка уплотняемости:

Марки по уплотнению

Марка	Коэффициент уплотнения
КУ1	Более 1,45
КУ2	1,45 – 1,26
КУ3	1,25 – 1,11
КУ4	1,10 – 1,04
КУ5	Менее 1,04

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Для самоуплотняющихся смесей:

Марки по растекаемости

Марка	Диаметр расплыва, см
СУ1 (SF-1)*	55 – 65
СУ2 (SF-2)*	66 – 75
СУ3 (SF-3)*	76 – 85

Примечание – * - маркировка по методике EN 12350.5-2000.

Условное обозначение бетонной смеси заданного качества:

бетонной смеси тяжелого бетона класса по прочности на сжатие В35, марки по удобоукладываемости П3, марок бетона по морозостойкости F₁₂₀₀ и водонепроницаемости W8:

БСТ В35 П3 F₁₂₀₀ W8 ГОСТ 7473-2010;

бетонной смеси мелкозернистого бетона класса по прочности на сжатие В25, марки по удобоукладываемости П2, марок бетона по морозостойкости F₁₀₀ и водонепроницаемости W4:

БСМ В25 П2 F₁₀₀ W4 ГОСТ 7473-2010;

бетонной смеси легкого бетона класса по прочности на сжатие В12,5, марки по удобоукладываемости П1, марок бетона по морозостойкости F₁₀₀, водонепроницаемости W2, средней плотности D900:

БСЛ В12,5 П1 F₁₀₀ W2 D900 ГОСТ 7473-2010.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

При заказе **товарной бетонной смеси заданного качества** потребитель должен указывать требования к прочности бетона по проектному классу и, при необходимости, по минимальной средней прочности бетона в каждой поставляемой партии, а требования по удобоукладываемости – по маркам и, при необходимости, по конкретным значениям.

Условное обозначение товарной бетонной смеси заданного качества:

бетонной смеси тяжелого бетона класса по прочности на сжатие **B25** с минимальной требуемой прочностью бетона 33 МПа, марки по удобоукладываемости П1, с осадкой конуса 3 см, марок бетона по морозостойкости **F1200** и водонепроницаемости **W4**:

БСТ B25 ($R_m^T \geq 33$ МПа) П1 (ОК 3 см) F1200 W4 ГОСТ 7473-2010

бетонной смеси тяжелого бетона класса по прочности на сжатие **B30** с минимальной требуемой прочностью бетона 40 МПа, марки по удобоукладываемости СУ1, с диаметром расплыва 58 см, марок бетона по морозостойкости **F1200** и водонепроницаемости **W6**:

БСТ B30 ($R_m^T \geq 40$ МПа) СУ1 (ДР 58 см) F1200 W6 СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011

При заказе **бетонной смеси заданного состава** ее условное обозначение не приводят, а указывают состав смеси и качество используемых при ее приготовлении составляющих.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Показатели расслаиваемости бетонной смеси (водоотделение и растворотделение) характеризуют способность смеси сохранять однородность при транспортировании, перегрузке, укладке и уплотнении.

Требования к расслаиваемости бетонной смеси

Марка по удобоукладываемости	Расслаиваемость бетонной смеси, %, не более		
	Водоотделение	Растворотделение	
		тяжелых и мелко-зернистых бетонов	легких бетонов
Ж1 - Ж5	0,2	3	4
П1 - П2	0,4	3	4
П3 - П5 и Р1 - Р6	0,8	4	6

Сохраняемость свойств во времени характеризует способность смеси сохранять свои свойства в течение требуемого времени от момента приготовления.

Объем вовлеченного воздуха – показатель, отражающий содержание в составе бетонной смеси вовлеченного воздуха в виде равномерно распределенных воздушных пузырьков размером 10 – 15 мкм.

Бетонные смеси для бетонов марки по морозостойкости F_{1200} (F_{2100}) и выше должны изготавливаться с применением воздухововлекающих (микрогазообразующих) добавок. Содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси должно быть не менее 4 %.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Температуру бетонной смеси измеряют термометром, погружая его в смесь на глубину не менее 5 см.

Марка по средней плотности, пористость, температура и сохраняемость свойств во времени должны соответствовать значениям, указанным в договоре на поставку бетонной смеси.

Для бетонных смесей, транспортируемых и укладываемых с помощью бетононасосов, важной характеристикой является **перекачиваемость**.

Требования к материалам перекачиваемой бетонной смеси

Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
Относительное водосодержание цемента $X_{\text{ц}}$	-	1,2 – 2,4
Степень заполнения пустот в песке цементным тестом $X_{\text{п}}$	-	1,1 – 1,9
Степень заполнения пустот в крупном заполнителе раствором $X_{\text{щ}}$	-	1,2 – 1,9
Минимально допустимый расход вяжущего Вяз_{min}	кг	300
Объем тонкодисперсных фракций	л/м ³	170 – 200
Наибольшая крупность заполнителя НК	мм	20
Расход крупного заполнителя Щ	л/м ³	≤ 340
Содержание мелкого заполнителя в смеси заполнителей $\text{П}/(\text{П}+\text{Щ})$	-	0,4 – 0,7

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Показатели концентрации составляющих материалов:

$$X_{\text{Ц}} = \frac{B/\text{Ц}}{K_{\text{НГ}}}$$

$$X_{\text{П}} = \frac{V_T}{V_P \cdot \Pi_{\text{П}}}$$

$$X_{\text{Щ}} = \frac{V_P}{V_B \cdot \Pi_{\text{Щ}}}$$

где **$B/\text{Ц}$** – водоцементное отношение;

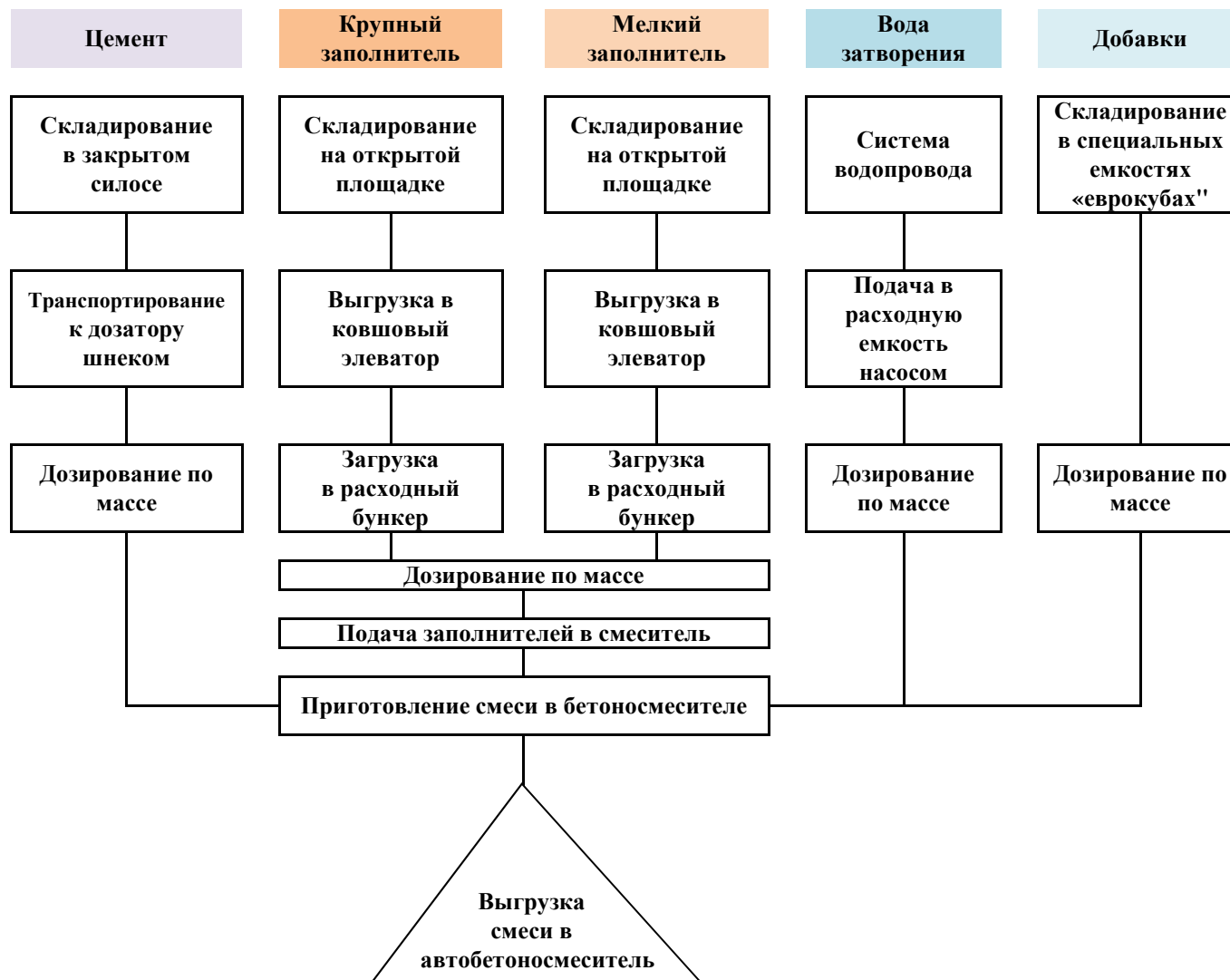
$K_{\text{НГ}}$ – коэффициент нормальной густоты цементного теста, относительные единицы;

V_T , V_P , V_B – объемы цементного теста, растворной части и бетонной смеси соответственно;

$\Pi_{\text{П}}$, $\Pi_{\text{Щ}}$ – межзерновая пустотность песка и щебня соответственно, относительные единицы.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ



ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Производство бетонных смесей включает следующие основные технологические процессы:

- прием и хранение материалов;**
- подготовка (обогащение) материалов;**
- внутризаводской транспорт материалов;**
- дозирование и перемешивание компонентов смеси;**
- выдача готовой бетонной смеси на транспортные средства.**

Плотные заполнители бетонной смеси дозируют по массе. Пористые заполнители дозируют по объему с коррекцией по массе. Жидкие составляющие дозируют по массе или объему.

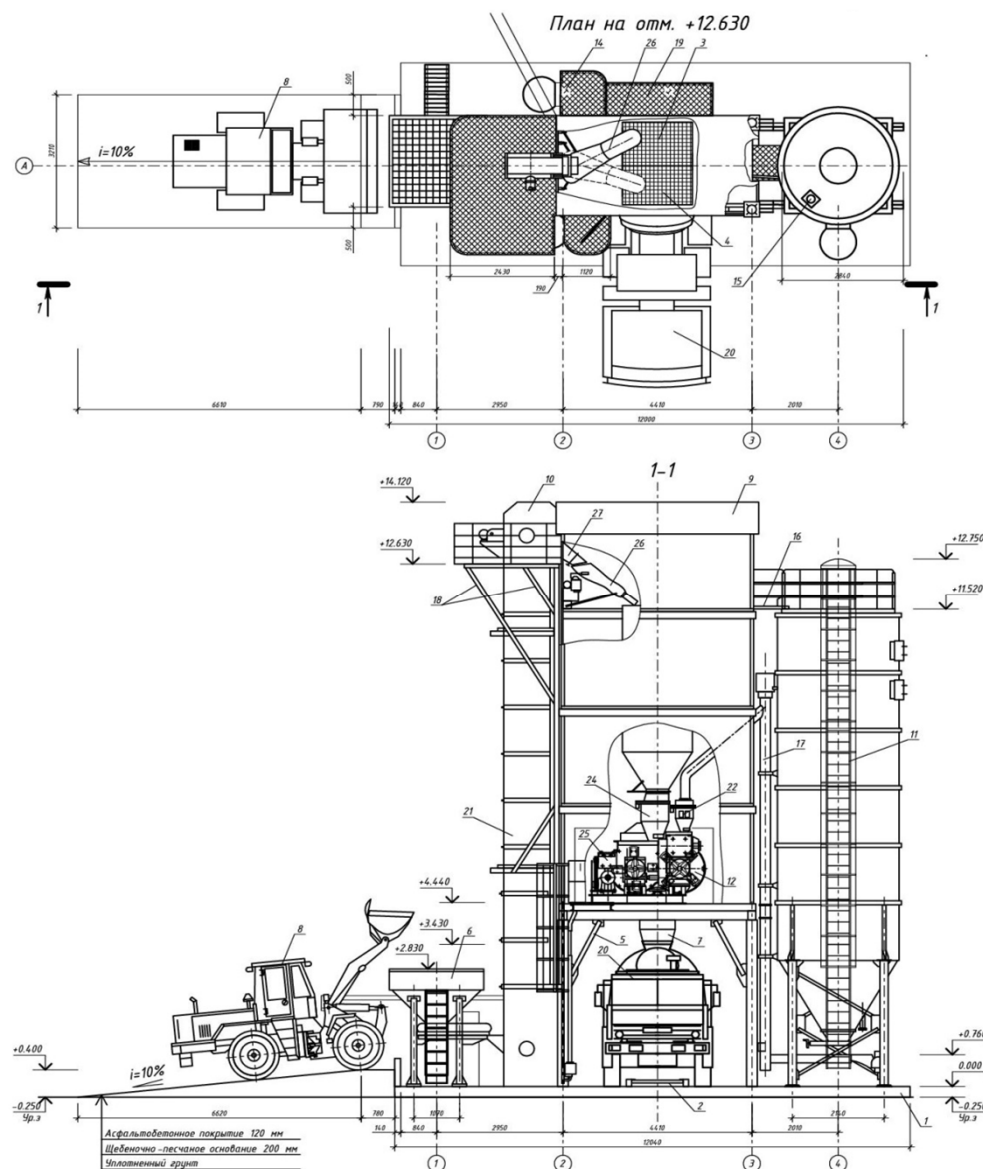
Погрешность дозирования исходных материалов весовыми дозаторами не должна превышать $\pm 2\%$ для цемента, воды, химических и минеральных добавок, $\pm 3\%$ - для заполнителей.

Бетонные смеси всех типов и марок по удобоукладываемости приготавливают в смесителях принудительного действия.

Бетонные смеси тяжелого и мелкозернистого бетонов марок по удобоукладываемости Ж1 и П1 - П5, а также легкого бетона классов по прочности $B_{12,5}$ и выше, средней плотностью D_{1600} и выше допускается приготавливать в гравитационных смесителях.

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Производство бетонных смесей (Мобильный бетоносмесительный узел – МБСУ-0,5)



Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.- во	Масса т	Примеч.
1		Рама	1	1,50	
2		Лоток системы рециклинга	1	0,40	
3	БР-500	Бункер расходный	1	0,75	
4	БР-400	Бункер дополнительный	1	0,50	
5		Связь жесткости рамы	1	0,01	
6	ПБ-100	Блок подающий	2	0,85	
7		Выгрузочная воронка	1	0,18	
8	ЗТМ-216	Автопогрузчик	1	2,7	
9		Ангар	1	2,5	
10		Галерея	1	0,09	
11		Лестница металлическая	1	0,05	
12	БП-2Г-500с	Двухбальный бетоносмеситель	1	3,4	
13		Операторская (контейнер)	1	1,5	
14		Лестница с площадкой	1	0,07	
15	СЦ-32	Склад (силос) цемента	1	2,0	60 м³
16		Мостик металлический	1	0,07	
17		Лоток подачи цемента	1	0,04	
18		Кронштейн опорный	1	0,05	
19		Площадка	1	0,10	
20	КамаЗ	Автобетоносмеситель	1	6,0	
21	ЛГ-250	Элеватор	1	1,5	
22	ДЦ-300	Дозатор цемента	1	0,10	
23	П-50	Шнековый питатель	1	0,27	
24	ДЗ-600	Дозатор заполнителей	1	0,25	(2x10 м³)
25	ПУ	Пульт управления	1	0,01	
26	ЛП-150	Лоток раздающий	1	0,08	
27		Питатель элеватора	1	0,04	

ЛЕКЦИЯ 3: ВИДЫ И СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Производство бетонных смесей (Мобильный бетоносмесительный узел – МБСУ-0,5)

Технические характеристики МБСУ-0,5

Параметр	Значение
Производительность, м ³ /ч	25
Режим работы автоматический / ручной	
Бетоносмеситель	БП-2Г-500 с
Бункера заполнителей (кол-во x объем, м ³)	2 x (8, 20)
Объем силоса цемента, м ³	60
Пневматика Satozzi Компрессор Abac	
Исполнение	зимнее
Подача инертных в бетоносмеситель	элеватор
Общая мощность, кВт	60
Емкость расходного бака воды, м ³	2
Высота, мм	14825
Ширина, мм	10500
Длина, мм	12000
Масса, т	20

ЛЕКЦИЯ 4

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

Содержание

- 1 Основные показатели качества конструкционных и напрягающих бетонов**
- 2 Показатели деформативности бетона**

Нормативная база

ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 25820-2014 Бетоны легкие. Технические условия

СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.4-78 Бетоны. Методы определения показателей пористости

ГОСТ 12730.5-2018 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13087-81 Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЕТОНА:

- **Прочность R** , МПа – свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих при воздействии внешних сил;
- **Морозостойкость F** – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности;
- **Водонепроницаемость W** – характеристика материала, показывающая, при достижении каких значений гидростатического давления этот материал теряет способность не пропускать через себя воду;

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЕТОНА:

- **Истираемость G** – способность материала изменяться в объёме и массе под действием истирающих усилий;
- **Средняя плотность D** (для легкого бетона), кг/м^3 – масса единицы объема;
- **Теплопроводность λ_0** (коэффициент теплопроводности) в сухом состоянии (для легкого бетона), $\text{Вт/(м}^\circ\text{С)}$;
- **Влажность по массе, %;**
- **Водопоглощение по массе, %;**
- **Капиллярный подсос, м.**

Интегральный показатель качества бетона -
Долговечность - способность сохранять свои характеристики качества в течение всего периода эксплуатации.

ЛЕКЦИЯ 4: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

Класс бетона – одно из нормируемых значений унифицированного ряда данного показателя качества бетона, принимаемое с **гарантированной обеспеченностью 0,95.**

Марка бетона – одно из нормируемых значений унифицированного ряда данного показателя качества бетона, принимаемое **по его среднему значению.**

Проектный возраст бетона назначается по нормами проектирования с учетом:

- условий твердения бетона,
- способов возведения,
- сроков фактического нагружения конструкций.

Если проектный возраст не указан, технические требования к бетону должны быть обеспечены **в возрасте 28 сут.**

Значения нормируемых показателей **прочности бетона монолитных конструкций в промежуточном возрасте** устанавливают в технологической документации.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ БЕТОНОВ

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА	КЛАССЫ	
	тяжелых и мелкозернистых бетонов	легких бетонов
- ПРОЧНОСТЬ		
классы по прочности на сжатие:	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B22,5; B25; B27,5; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B70; B80; B90; B100; B110; B120	B0,75; B1; B1,5; B2; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B22,5; B25; B30; B35; B40
классы по прочности на осевое растяжение:	B_t0,8; B_t1,2; B_t1,6; B_t2,0; B_t2,4; B_t2,8; B_t3,2; B_t3,6; B_t4,0; B_t4,4; B_t4,8	B_t0,8; B_t1,2; B_t1,6; B_t2; B_t2,4; B_t2,8; B_t3,2
классы по прочности на растяжение при изгибе:	B_{tb}1,2; B_{tb}1,6; B_{tb}2,0; B_{tb}2,4; B_{tb}2,8; B_{tb}3,2; B_{tb}3,6; B_{tb}4,0; B_{tb}4,4; B_{tb}4,8; B_{tb}5,2; B_{tb}5,6; B_{tb}6,0; B_{tb}6,4; B_{tb}6,8; B_{tb}7,2; B_{tb}7,6; B_{tb}8,0; B_{tb}8,4; B_{tb}8,8; B_{tb}9,2; B_{tb}9,6; B_{tb}10,0	B_{tb}0,4; B_{tb}0,8; B_{tb}1,2; B_{tb}1,6; B_{tb}2,0; B_{tb}2,4; B_{tb}2,8; B_{tb}3,2; B_{tb}3,6; B_{tb}4,0

ЛЕКЦИЯ 4: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА	МАРКИ	
	тяжелых и мелко- зернистых бетонов	легких бетонов
- МОРОЗОСТОЙКОСТЬ		
марки по первому базовому методу: Марка по морозостойкости бетона, испытанного в водонасыщенном состоянии, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, а также бетонов, эксплуатируемых при воздействии минерализованной воды.	F₁50; F₁75; F₁100; F₁150; F₁200; F₁300; F₁400; F₁500; F₁600; F₁800; F₁1000	F₁25; F₁35; F₁50; F₁75; F₁100; F₁150; F₁200; F₁300; F₁400; F₁500
марки по второму базовому методу: Марка по морозостойкости бетона дорожных и аэродромных покрытий и бетона, эксплуатируемого при воздействии минерализованной воды, и определенная при испытании образцов, насыщенных 5%-ным водным раствором хлорида натрия.	F₂100; F₂150; F₂200; F₂300; F₂400; F₂500	-
- ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ		
марки по водонепроницаемости	W2, W4, W6, W8, W10, W12, W14, W16, W18, W20	W2, W4, W6, W8, W10, W12
- ИСТИРАЕМОСТЬ		
марки по истираемости при испытании на круге истирания	G1, G2, G3	-

ЛЕКЦИЯ 4: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА	МАРКИ	
	тяжелых и мелко- зернистых бетонов	легких бетонов
- СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ В СУХОМ СОСТОЯНИИ		
марки по средней плотности теплоизоляционных бетонов	-	D200, D250, D300, D350, D400, D450
конструкционно- теплоизоляционных бетонов	-	D500, D550, D600, D700, D800, D900, D1000, D1100, D1200, D1300, D1400, D1500, D1600
конструкционных бетонов	D2000, D2100, D2200, D2300, D2400, D2500	D1100, D1200, D1300, D1400, D1500, D1600, D1700, D1800, D1900, D2000
- ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ (КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ λ_D) В СУХОМ СОСТОЯНИИ		
теплопроводность теплоизоляционных бетонов	-	не более 0,14 Вт/(м·°С)
конструкционно- теплоизоляционных бетонов	-	по проекту

ЛЕКЦИЯ 4: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

НАПРЯГАЮЩИЕ БЕТОНЫ предназначены для создания предварительного напряжения **(самонапряжения)** в конструкциях зданий и сооружений за счет расширения в процессе твердения для повышения трещиностойкости, водонепроницаемости и долговечности конструкций.

Напрягающий бетон – это бетон, содержащий напрягающий цемент или расширяющую добавку, обеспечивающие расширение бетона в процессе его твердения.

Напрягающий цемент НЦ – минеральное вяжущее вещество, обеспечивающее при твердении бетонов в условиях упругого ограничения деформаций регулируемое самонапряжение (ГОСТ Р 56727-2015).

Расширяющая добавка РД – минеральная добавка, применяемая для приготовления напрягающих бетонов.

Напрягающие цементы в зависимости от значения самонапряжения подразделяют на **4 типа**:

- с низкой энергией самонапряжения (менее 0,7 МПа);
- с малой энергией самонапряжения (от 0,7 до 2,0 МПа);
- со средней энергией самонапряжения (от 2,0 до 3,0 МПа);
- с высокой энергией самонапряжения (более 3,0 МПа).

САМОНАПРЯЖЕНИЕ БЕТОНА – величина предварительного напряжения бетона, создаваемого в результате расширения бетона в условиях упругого ограничения деформаций.

ВИДЫ НАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА:

- тяжелые;
- легкие.

Напрягающие бетоны в зависимости от значения контролируемого самонапряжения подразделяют на:

- **БЕТОН С НОРМИРУЕМОЙ МАРКОЙ ПО САМОНАПРЯЖЕНИЮ – БН**, изготовленный на основе напрягающего цемента;
- **БЕТОН С КОМПЕНСИРОВАННОЙ УСАДКОЙ – БК**, изготовленный на основе портландцемента и расширяющей добавки.

ЛЕКЦИЯ 4: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

Условное обозначение бетонных смесей, предназначенных для напрягающих бетонов:

Бетонная смесь для бетона с нормируемой маркой по самоупрессиванию $Sp_{1,2}$, класса прочности на сжатие В40, марки по удобоукладываемости П4, марки по морозостойкости F_{1300} , марки по водонепроницаемости W18:

БСТ БН В40 П4 F_{1300} W18 $Sp_{1,2}$ ГОСТ 32803-2014.

Бетонная смесь для бетона с компенсированной усадкой, класса прочности на сжатие В35, марки по удобоукладываемости ПЗ, марки по морозостойкости F_{1200} , марки по водонепроницаемости W16:

БСТ БК В35 ПЗ F_{1200} W16 ГОСТ 32803-2014.

Марка напрягающего бетона по самоупрессиванию – среднее значение предварительного напряжения сжатия (самоупрессивания) напрягающего бетона, МПа, в возрасте 28 суток, создаваемого в результате его расширения в условиях упругого ограничения деформаций, с жесткостью, соответствующей жесткости стальной арматуры при коэффициенте осевого продольного армирования $\rho_l = 0,01$ и модуле упругости $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА НАПРЯГАЮЩИХ БЕТОНОВ

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА	МАРКИ	
	тяжелых бетонов	легких бетонов
- САМОНАПРЯЖЕНИЕ БЕТОНА		
марки напрягающего бетона с компенсированной усадкой	Sp0,6; Sp0,8; Sp1,0	
марки напрягающего бетона с нормируемым самонапряжением	Sp1,2; Sp1,5; Sp2,0; Sp3,0; Sp4,0	

Самонапряжение бетона S_p определяют по **трем контрольным образцам-призмам 50x50x200 мм** (при использовании щебня фр. < 10 мм) или 100x100x400 мм, отформованных и твердеющих в специальных динамометрических кондукторах, создающих в процессе расширения бетона упругое ограничение деформаций, эквивалентное продольному армированию образцов-призм, равному 1%.

$$S_p = \frac{\Delta}{l_{\text{обр}}} \mu_n E_s$$

Δ - полная деформация образца-призмы;

$l_{\text{обр}}$ - длина образца;

μ_n - приведенный коэффициент армирования образца, принимаемый равным 0,01;

E_s - модуль упругости стали, принимаемый равным $2 \cdot 10^5$ МПа.

ПОКАЗАТЕЛИ ДЕФОРМАТИВНОСТИ БЕТОНА:

- **Модуль упругости E , МПа** (при повторных и ударных нагрузках, температурных воздействиях) – **способность материала упруго деформироваться при приложении к нему силы.**

Модуль упругости бетона выражается коэффициентом пропорциональности между величиной напряжения и соответствующей этому напряжению величиной упругой деформации.

- **Коэффициент Пуассона μ** – **величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению;**
- **Коэффициент поперечной деформации ν ;**

ПОКАЗАТЕЛИ ДЕФОРМАТИВНОСТИ БЕТОНА:

– **Относительная деформация ползучести при сжатии и растяжении (мера ползучести), C , МПа⁻¹;**

– **Характеристика ползучести φ**

Ползучесть бетона – это его способность с течением времени к увеличению неупругих деформаций даже при постоянной величине приложенного напряжения.

– **Усадка ε_y** - уменьшение размеров элементов структуры бетона, происходящие под воздействием физико-химических процессов твердения и взаимодействия с окружающей средой;

– **Набухание $\varepsilon_{наб}$** - увеличение размеров элементов структуры бетона, происходящие при взаимодействии с окружающей средой;

– **Предельная сжимаемость ε_r**

– **Предельная растяжимость ε_p**

ЛЕКЦИЯ 5

ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

Содержание

- 1 Классификация опалубки**
- 2 Опалубочные работы**
- 3 Смазка для опалубки**

Нормативная база

СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.

СП 52-103-2007 Железобетонные монолитные конструкции зданий.

СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.

СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ.

СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля.

ГОСТ 34329-2017 Опалубка. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52086-2003 Опалубка. Термины и определения.

ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для удовлетворения требованиям по безопасности монолитные конструкции должны иметь такие характеристики, чтобы с надлежащей степенью надежности при различных расчетных воздействиях в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений были исключены разрушения любого характера или нарушения эксплуатационной пригодности, связанные с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу и окружающей среде.

Безопасность, эксплуатационная пригодность, долговечность конструкций и другие требования, устанавливаемые заданием на проектирование, должны быть обеспечены выполнением:

- требований к бетону и его составляющим;**
- требований к арматуре;**
- требований к расчетам конструкций;**
- конструктивных требований;**
- технологических требований;**
- требований по эксплуатации.**

ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

Опалубочные работы включают:

- изготовление опалубки,**
- установку опалубки,**
- распалубливание.**

Выбор типа и расчет комплекта опалубки выполняется при разработке проекта производства работ (ППР).

Тип опалубки выбирается с учетом вида монолитной конструкций и условий производства работ.

Расчет комплекта опалубки производится с учетом:

- принятой организационно-технологической схемы производства работ,**
- темпа бетонирования,**
- сроков достижения распалубочной прочности бетона.**

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАЛУБКИ

ПО ВИДУ БЕТОНИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ:

- **опалубка для бетонирования вертикальных и наклонно-вертикальных конструкций различных конфигураций,**
- **опалубка для бетонирования горизонтальных и горизонтально-наклонных конструкций,**
- **опалубка для бетонирования куполов (сфер, оболочек, сводов),**
- **опалубка для бетонирования пролетных строений мостов, эстакад и других подобных сооружений.**

ТИПЫ ОПАЛУБКИ ПО ЕЁ КОНСТРУКЦИИ:

- **мелкощитовая опалубка** (массой до 50 кг, допускающая монтаж опалубки вручную);
- **крупнощитовая опалубка** (массой более 50 кг);
- **блочная опалубка** (состоящая из пространственных блоков):
 - **опалубка внешнего контура** (блок-форма) для бетонирования замкнутых и отдельно стоящих конструкций типа колонн, ступенчатых фундаментов, ростверков и др.,
 - **опалубка внутреннего контура** для бетонирования внутренней поверхности замкнутых ячеек (например, квартир, комнат, лифтовых шахт),
 - опалубка внутреннего (внешнего) контура **разъемная или неразъемная;**

ТИПЫ ОПАЛУБКИ ПО ЕЁ КОНСТРУКЦИИ:

- **объемно-переставная опалубка**, состоящая из секций П-образной формы или Г-образных полусекций, которые при установке в рабочее положение позволяют одновременно бетонировать стены и перекрытия;
- **скользящая опалубка**, перемещаемая вертикально домкратами по мере бетонирования конструкции и состоящая из щитов, домкратных рам, домкратных стержней, подъемных механизмов (домкратов, насосных или других подъемных станций) и технологических элементов (рабочий пол, подмости);
- **горизонтально-перемещаемая опалубка**, перемещаемая горизонтально по мере бетонирования конструкции, и состоящая из щитов, несущих, поддерживающих, соединительных элементов и механизмов для перемещения;

ТИПЫ ОПАЛУБКИ ПО ЕЁ КОНСТРУКЦИИ:

- **подъемно-переставная опалубка**, состоящая из щитов, отделяемых от бетонированной поверхности при подъеме, а также поддерживающих, крепежных, технологических элементов и приспособлений для подъема;
- **пневматическая опалубка**, состоящая из формообразующей гибкой воздухоопорной оболочки или пневматических поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой, поддерживаемых в рабочем положении избыточным давлением воздуха;
- **несъемная опалубка**, состоящая из щитов (панелей, блоков, пластин), остающихся после бетонирования в конструкции, и инвентарных поддерживающих элементов.

ТИПЫ ОПАЛУБКИ ПО МАТЕРИАЛАМ ПРЕОБЛАДАЮЩИХ НЕСУЩИХ И ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ:

- **стальная;**
- **алюминиевая;**
- **пластиковая;**
- **деревянная;**
- **комбинированная.**

ТИПЫ ОПАЛУБКИ ПО ОБОРАЧИВАЕМОСТИ:

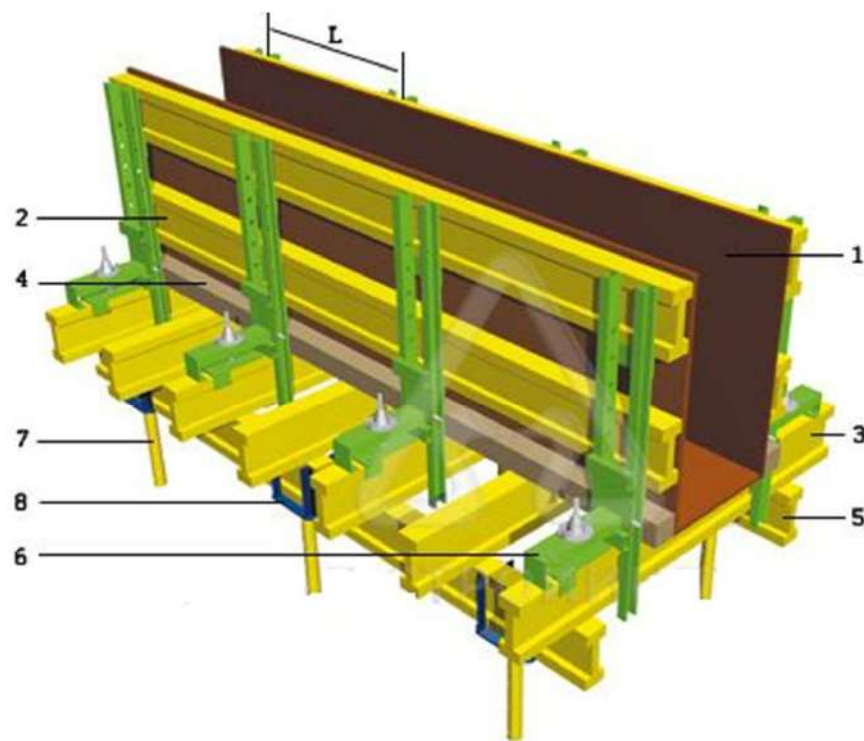
- **опалубка разового применения**, применение которой осуществляется один раз, например несъемная, или для уникальных, неповторяемых конструкций;
- **инвентарная опалубка** – для многократного применения.

ТИПЫ ОПАЛУБКИ по применяемости при различной температуре наружного воздуха и характеру воздействия опалубки на бетон:

- **неутепленная опалубка**, предназначенная для бетонирования при положительных температурах наружного воздуха;
- **утепленная опалубка**, предназначенная для предохранения бетона от замерзания и охлаждения в зимних условиях, от перегрева в условиях жаркого климата;
- **греющая опалубка**, предназначенная для бетонирования конструкций в условиях низких температур окружающего воздуха (от +5 °С), а также для ускорения твердения бетона как в летних, так и в зимних условиях;
- **специальная опалубка**, применяемая для придания бетону или поверхности бетона специальных свойств, в том числе создание рельефа, поверхности с повышенной плотностью, а также с переменным термическим сопротивлением и др.

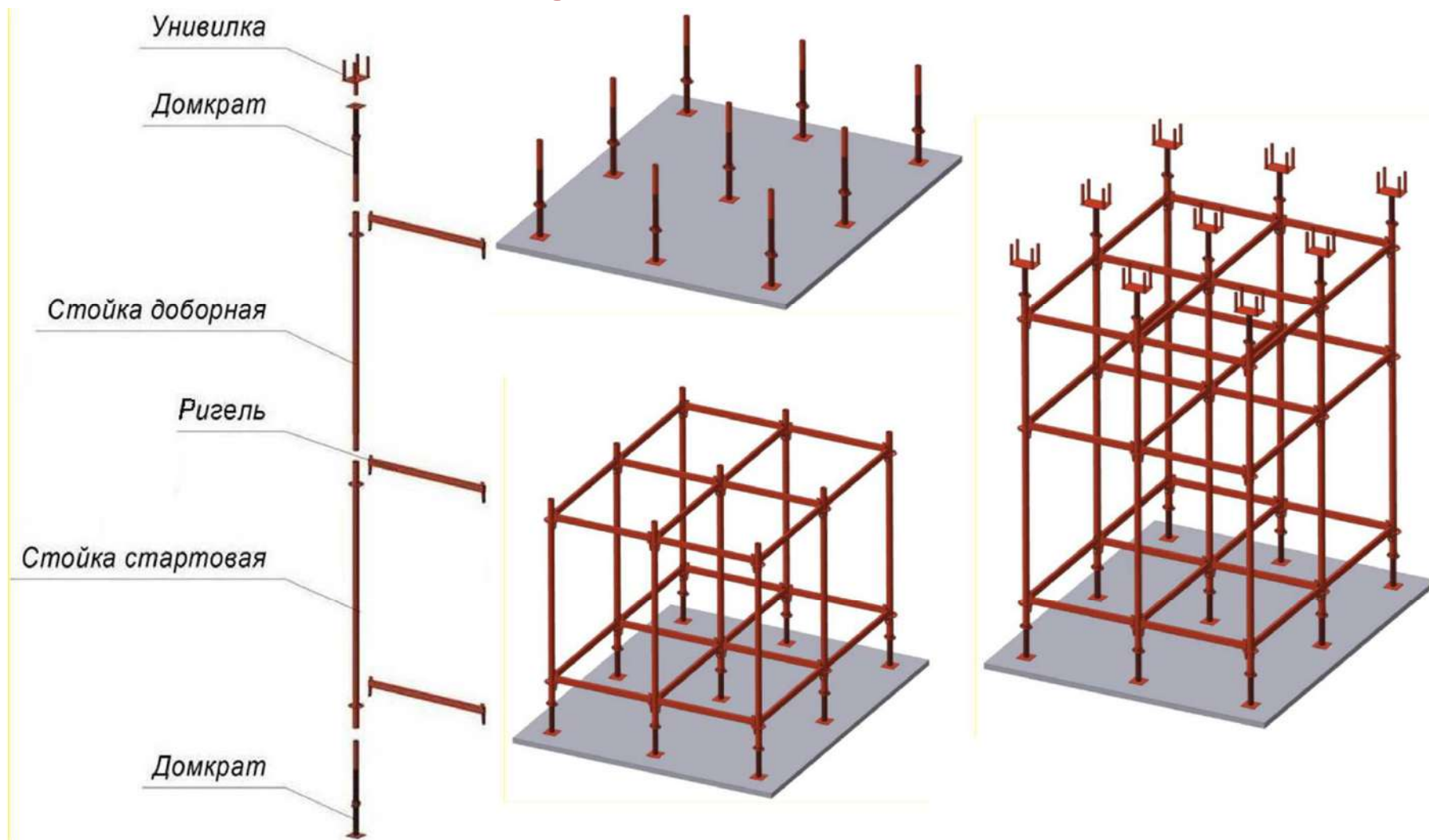
ТИПЫ ОПАЛУБКИ

Опалубка балок и ригелей



- 1 - палуба (фанера ламинированная);**
- 2 - балка продольная;**
- 3 - поперечная опорная балка;**
- 4 - брус деревянный;**
- 5 - продольная опорная балка;**
- 6 - кронштейн опалубки ригеля;**
- 7 - стойка опорная телескопическая;**
- 8 - вилка универсальная**

Опалубочные работы. Схема сборки элементов опалубки перекрытия

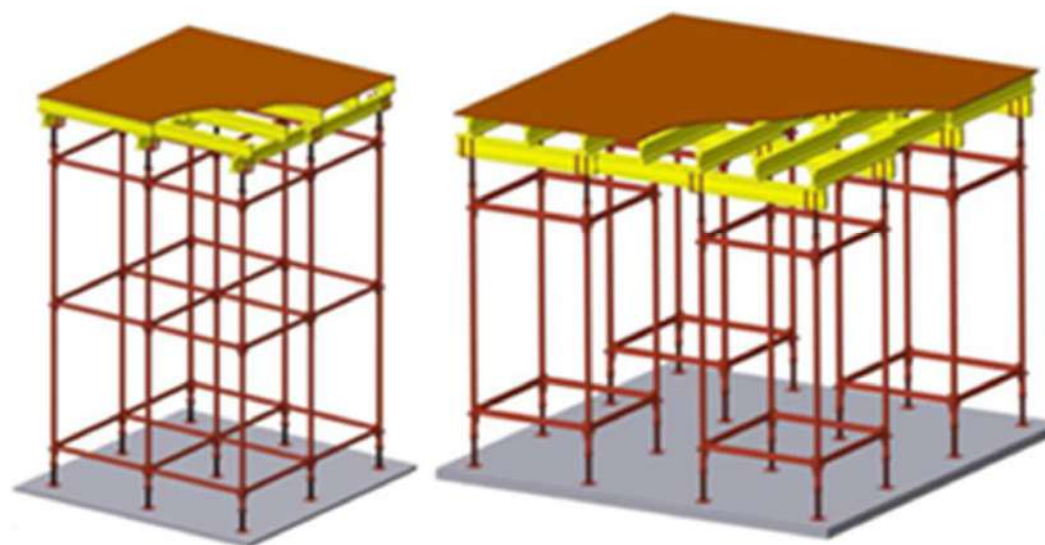


Опалубка перекрытий

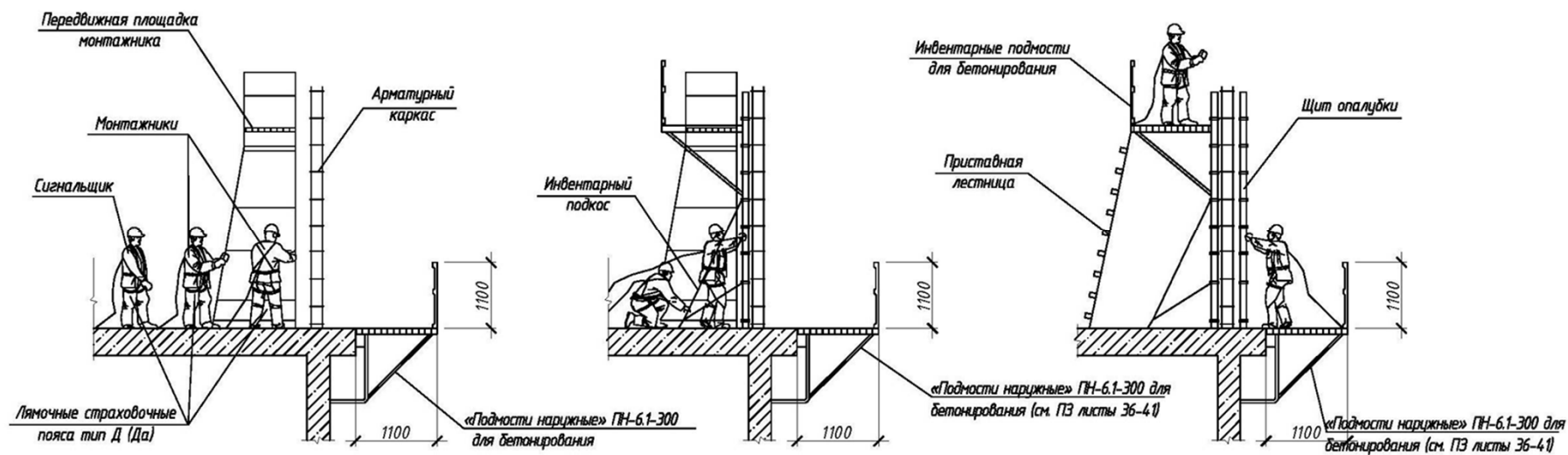
на телескопических стойках



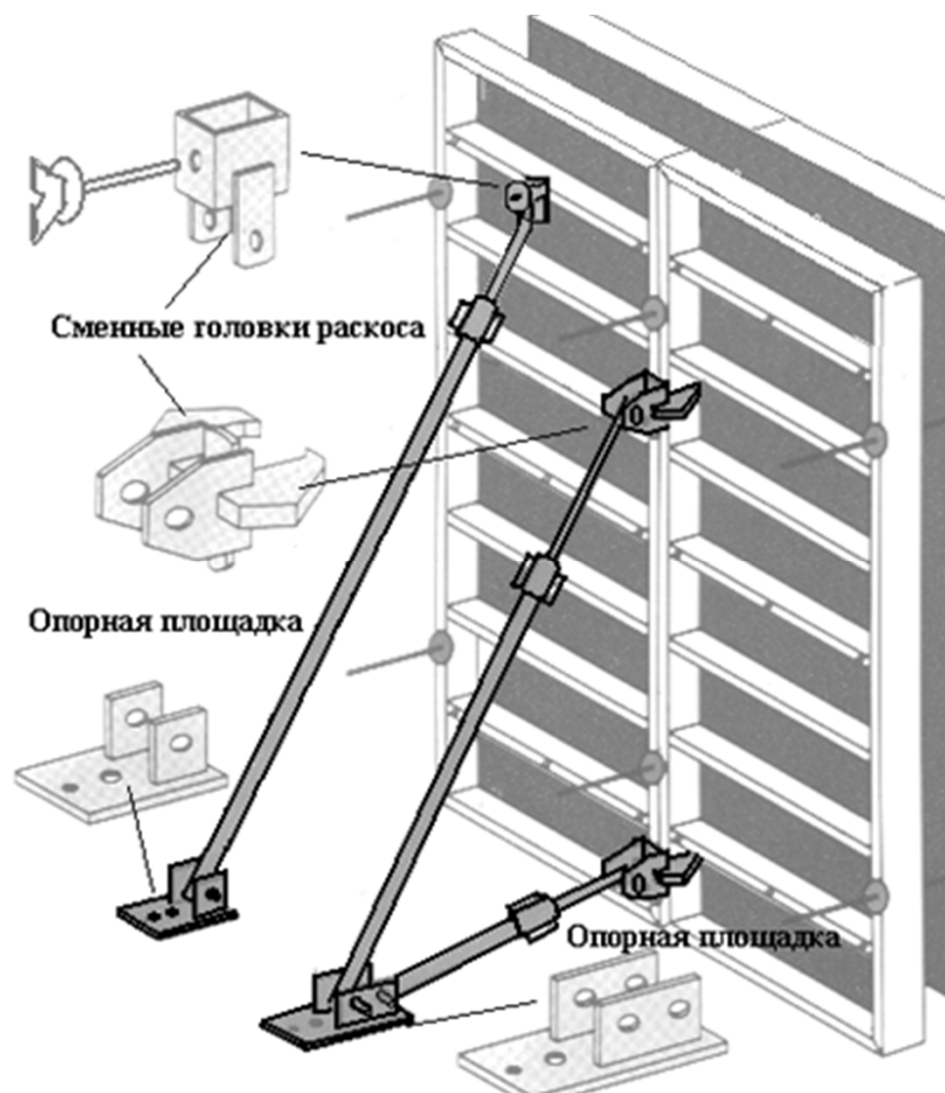
на объемных стойках



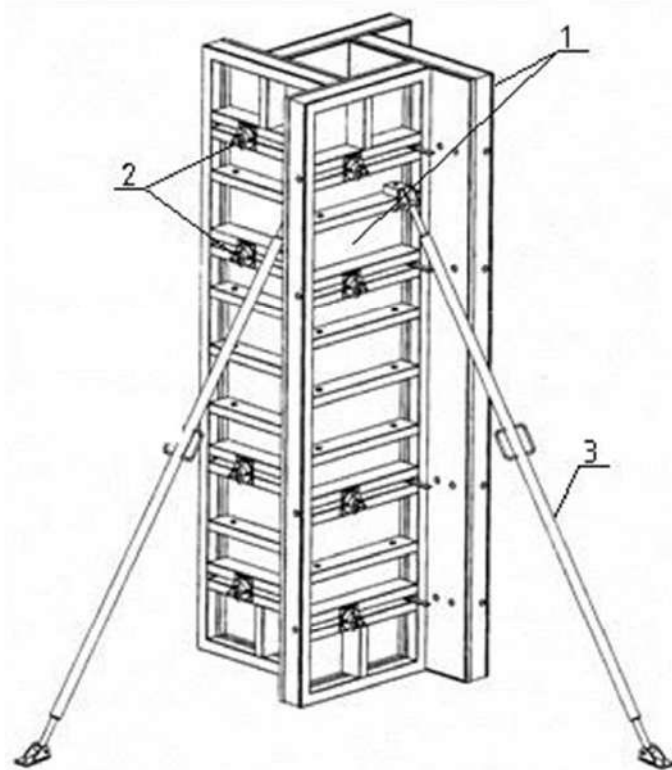
Схемы установки опалубки стен и колонн



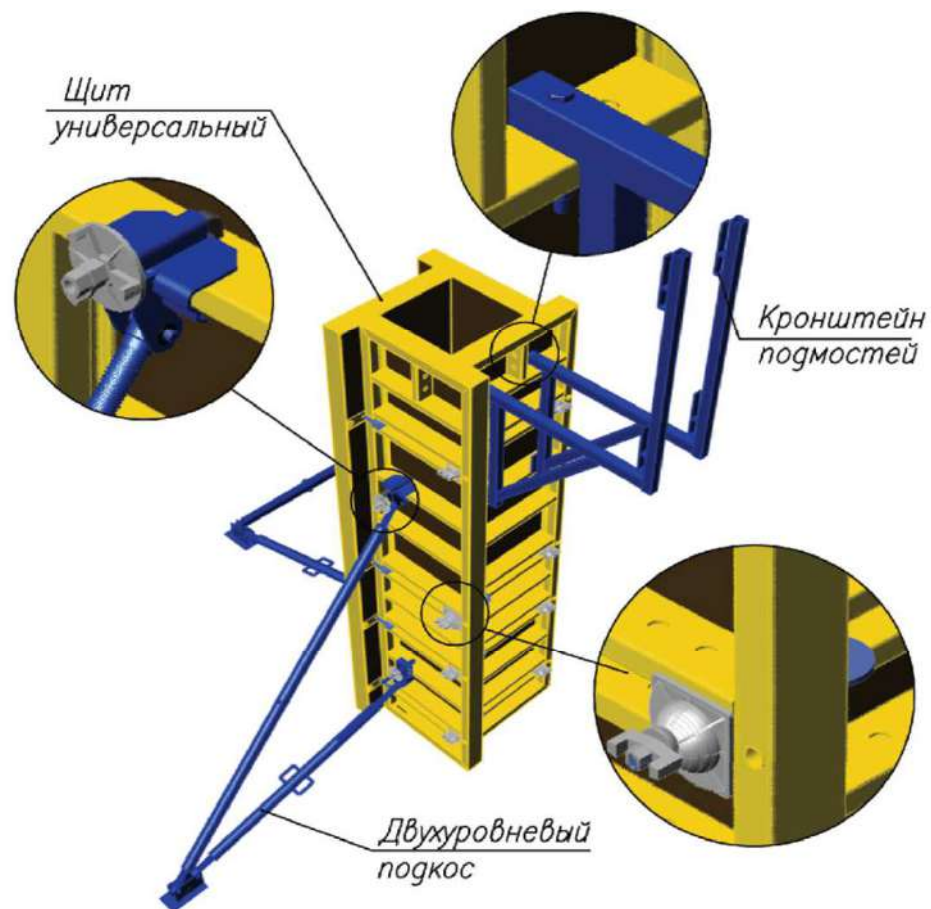
Основные элементы опалубки стен



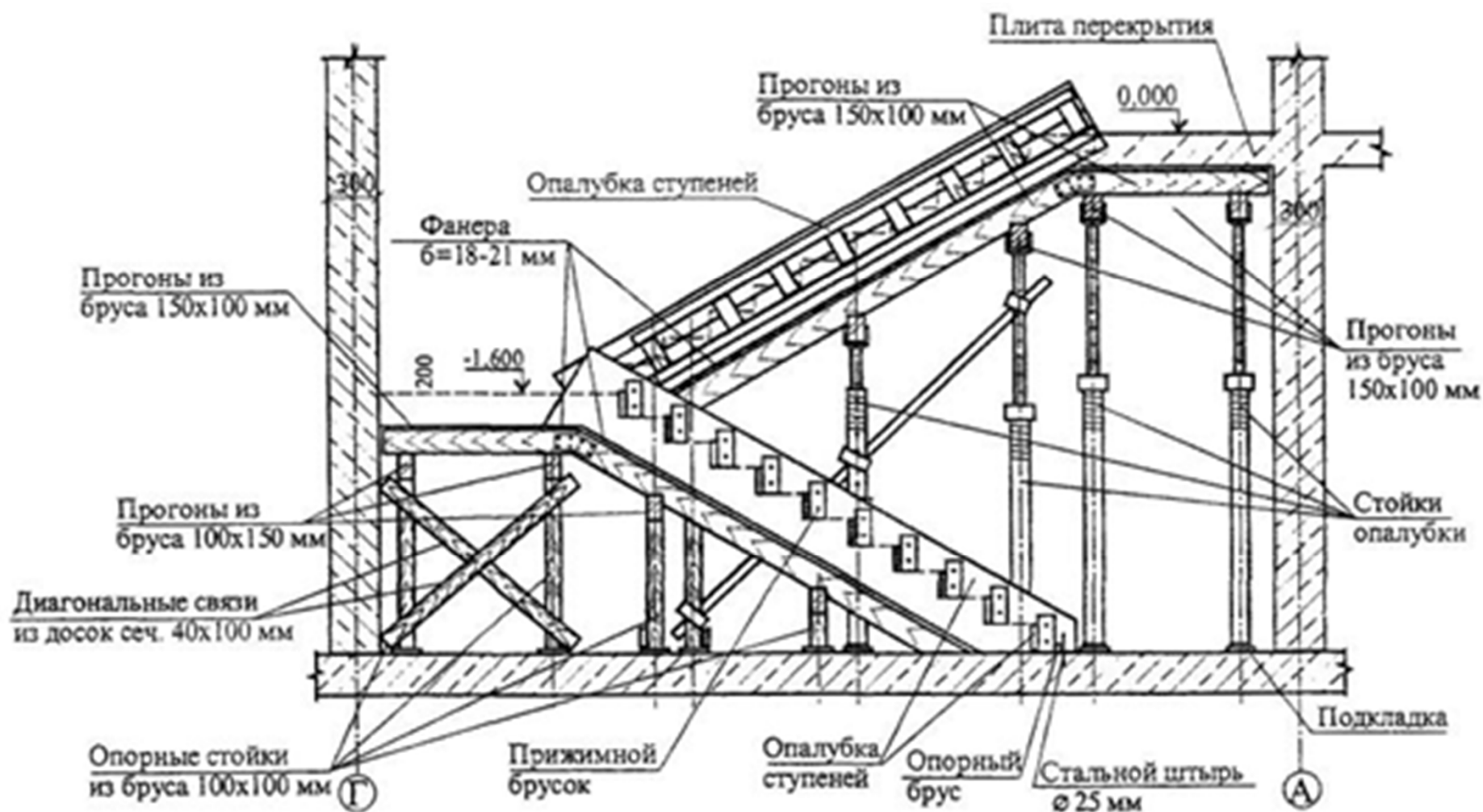
Основные элементы опалубки колонн



1– щит универсальный;
2– анкер с гайкой; 3 – подкос



Основные элементы опалубки лестничного марша



СМАЗКА ОПАЛУБКИ

Поверхность опалубки, соприкасающуюся с бетоном, перед укладкой бетонной смеси необходимо покрыть смазкой.

Смазку следует наносить тонким слоем на тщательно очищенную поверхность.

Не допускается попадание смазки на арматуру и закладные детали.

Поверхность опалубки после нанесения на нее смазки следует защищать от загрязнения, дождя и солнечных лучей.

ВИДЫ СМАЗОК ДЛЯ ОПАЛУБКИ

Виды смазок в зависимости от назначения:

- смазки для летнего периода работ;
- смазки для зимнего периода работ.

Виды смазок по физическому состоянию:

- жидкости;
- эмульсии;
- дисперсии;
- пасты.

Виды смазок по виду основного функционального материала:

- на основе эмульсолов;
- на основе минеральных и синтетических масел;
- на основе прочих продуктов (отработка масел, жиры, полимеры, парафины и прочее).

ЛЕКЦИЯ 5: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

В качестве смазки для опалубки применяются:

- **ЭМУЛЬСОЛ** — смазывающая эмульсия прозрачно-желтого или светло-коричневого цвета, состоящая из минеральных масел, эмульгаторов, антикоррозионных и различных активных веществ.

ЭМУЛЬСОЛ ЭКС-А, ЭМУЛЬСОЛ ЭКС-ИМ: температура применения: $-15^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$, расход: 1 л/15 кв. м.

- **АНГРОЛ** — производится путем смешивания синтетических органических соединений с неорганическими (эмульгаторы, антикоррозионные добавки, пеногасители),

температура применения: $-32^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$, расход: 1 л/15 кв. м.

- **ПЕТРАМИН 7-05** — смазка для опалубки на основе минерального масла от светло-желтого до светло-коричневого цвета,

температура применения: $-30^{\circ}\text{C} \dots +90^{\circ}\text{C}$, расход: 1 л/50 кв. м.

Может наноситься на различные виды опалубки (металлические формы, деревянная опалубка, ламинированная фанера, пластиковые формы и др.) при изготовлении бетонных изделий, поверхность которых должна быть чистой и гладкой и для защиты металлических форм от коррозии.

ЛЕКЦИЯ 6

ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Содержание

- 1 Классификация арматурного проката**
- 2 Арматурные работы**
- 3 Защита арматуры от коррозии**

Нормативная база

ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ Р 52544-2006. Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой стали холодноотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия.

Для изготовления арматурных изделий используются:

- прокат арматурный диаметром от 4 до 40 мм **гладкого профиля класса A240** и **периодического профиля классов A400, A500 и A600**, предназначенный для применения при возведении монолитного железобетона,
- прокат арматурный периодического профиля классов **Ap600, A800 и A1000**, предназначенный для применения при армировании предварительно напряженных железобетонных конструкций по ГОСТ 34028-2016 (взамен ГОСТ 5781 и ГОСТ 10884);
- прокат арматурный свариваемый периодического профиля диаметром от 4 до 12 мм **класса B500C** по ГОСТ Р 52544-2006; (В – холоднодеформированный, С – свариваемый);
- проволока холодноотянутая из низкоуглеродистой стали диаметром 3,0, 4,0 и 5,0 мм **класса Bp-1** по ГОСТ 6727.

Для армирования монолитных железобетонных конструкций используются **арматурные изделия:**

- отдельные стержни,**
- плоские сетки,**
- плоские каркасы,**
- пространственные каркасы,**
- закладные детали.**

Для вязки арматурных изделий используется стальная низкоуглеродистая проволока общего назначения по ГОСТ 3282-74.

Классификация арматурного проката по ГОСТ 34028-2016

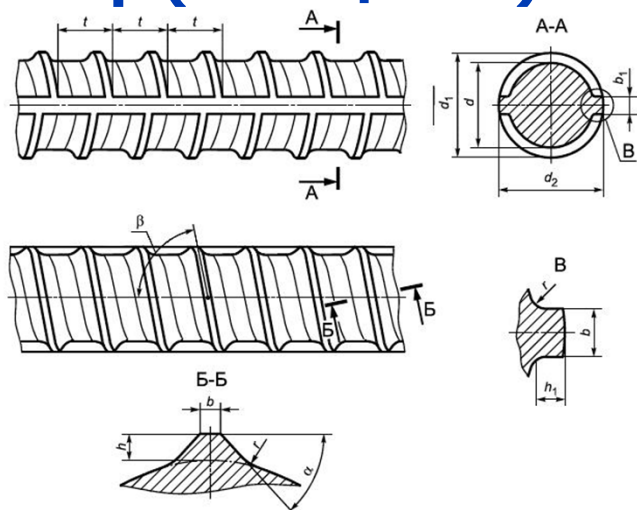
1 По назначению:

- для армирования ЖБК в зависимости от уровня предела текучести $\sigma_T (\sigma_{0,2})$, Н/мм², по классам: **A240, A400, A500, A600;**
- для армирования предварительно-напряженных ЖБК в зависимости от уровня предела текучести $\sigma_T (\sigma_{0,2})$, Н/мм², по классам: **Ап600, А800, А1000.**

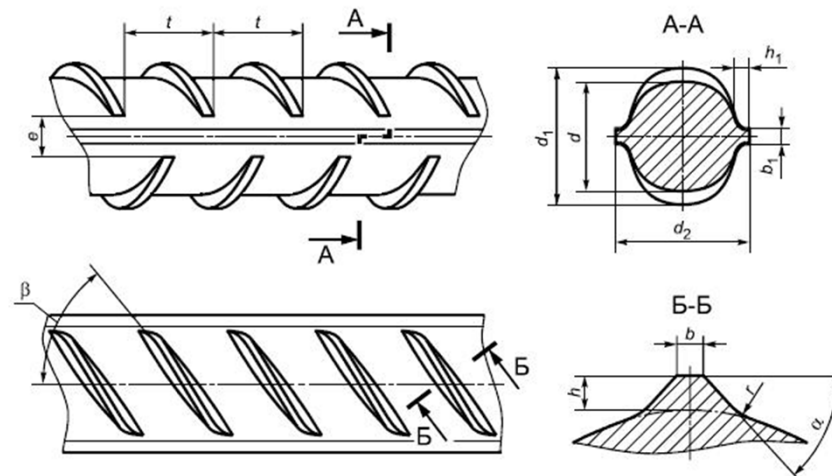
2 По конфигурации периодического профиля - на формы: 1ф, 2ф, 3ф, 4ф.

Формы периодического профиля:

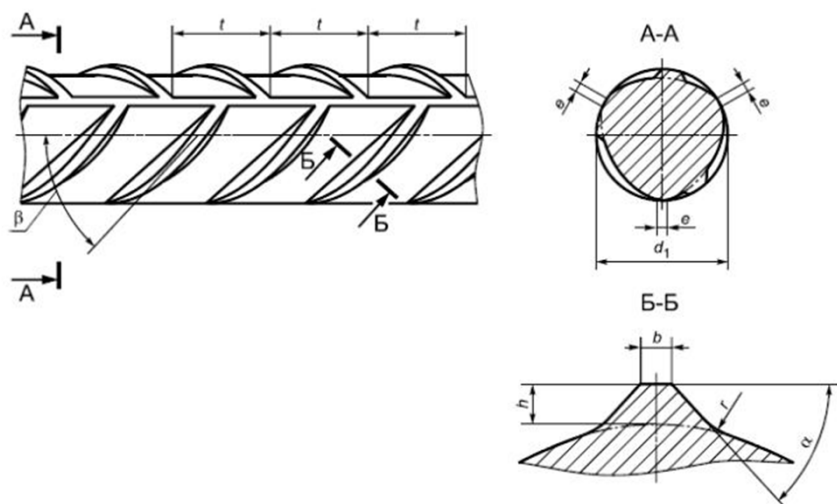
1ф (кольцевой)



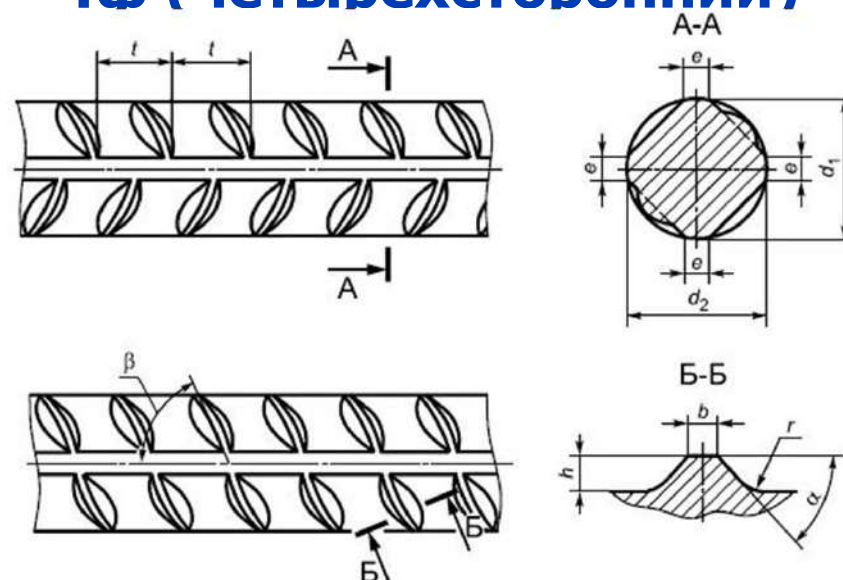
2ф (серповидный)



3ф (трехсторонний)



4ф (четырёхсторонний)



3 По состоянию поставки:

- в прутках мерной длины (МД);
- в прутках мерной длины с немерной (МД1);
- в прутках немерной длины (НД);
- в мотках.



4 По геометрическим параметрам:

- гладкого профиля - класса A240;
- периодического профиля: A400, A500, A600, Aп600, A800 и A1000.

5 По группам предельных отклонений массы 1 м длины проката периодического профиля - OM1 и OM2.

6 По набору технических требований:

а) свариваемый всеми способами сварки - С;

б) категорий пластичности:

- повышенной - Н;
- высокой (для сейсмически стойкого проката) - Е;

в) с требованиями к стойкости против коррозионного растрескивания - К;

г) с требованиями к выносливости при многократно повторяющихся циклических нагрузках - У;

д) с требованиями по релаксации напряжений – Р;

е) по овальности профиля:

- повышенной точности - OB1;
- обычной точности - OB2.

ЛЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

ПРИМЕРЫ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПРОКАТА ПО ГОСТ 34028-2016

при поставке в прутках:

Прокат гладкий, в прутках, мерной (МД) длины 9000 мм, диаметром 12 мм, класса А240:

Пруток МД-12х9000-А240 ГОСТ 34028-2016

Прокат периодического профиля формы 1ф, в прутках, немерной (НД) длины, диаметром 10 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ1, обычной точности по овальности ОВ2, класса А500, со стандартными требованиями:

Пруток 1ф-НД-10-ОМ1-ОВ2-А500 ГОСТ 34028-2016

Прокат периодического профиля формы 2ф, для армирования предварительно-напряженных железобетонных конструкций, в прутках, мерной 9000 мм с немерной длины (МД1), диаметром 15 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ1, класса Ап600, с требованием к стойкости против коррозионного растрескивания (К):

Пруток 2ф-МД1-15х9000-ОМ1-Ап600К ГОСТ 34028-2016

ЛЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ БЕТОНА

при поставке в прутках:

Прокат периодического профиля формы 2ф, для армирования предварительно-напряженных железобетонных конструкций, в прутках, мерной 9000 мм с немерной длины (МД1), диаметром 15 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ1, класса А600, свариваемый (С), высокой категории пластичности (Е), с требованиями к выносливости при многократно повторяющихся циклических нагрузках (У), с требованием к стойкости против коррозионного растрескивания (К):

Пруток 2ф-МД1-15х9000-ОМ1-А600СЕУК ГОСТ 34028-2016

при поставке в мотках:

Прокат периодического профиля формы 3ф, в мотках, диаметром 10 мм, с предел. отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ2, класса А500, свариваемый (С), повышен. категории пластичности (Н):

Моток 3ф-10-ОМ2-А500СН ГОСТ 34028-2016

Прокат периодического профиля формы 2ф, в мотках, диаметром 12 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ2, класса А500, с гарантированной прочностью крестообразных соединений контактно-точечной сваркой:

Моток 2ф-12-ОМ2-А500 ГОСТ 34028-2016 с учетом 6.1.4.2

АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

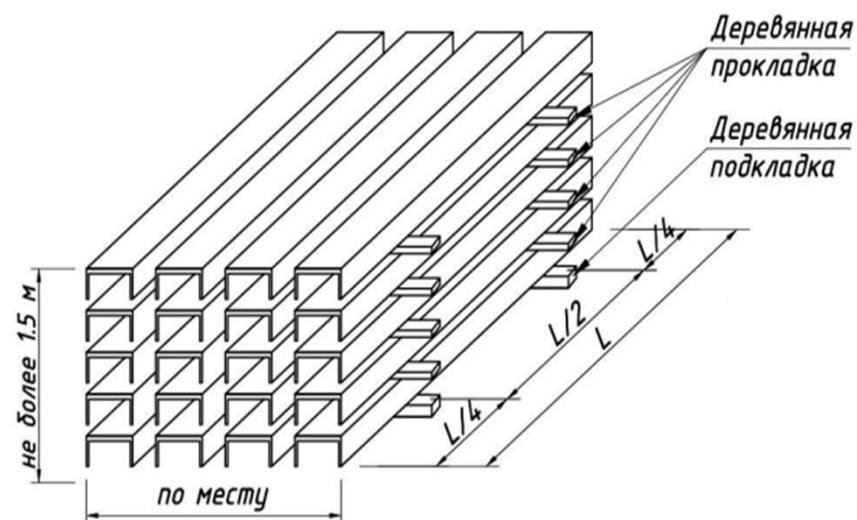
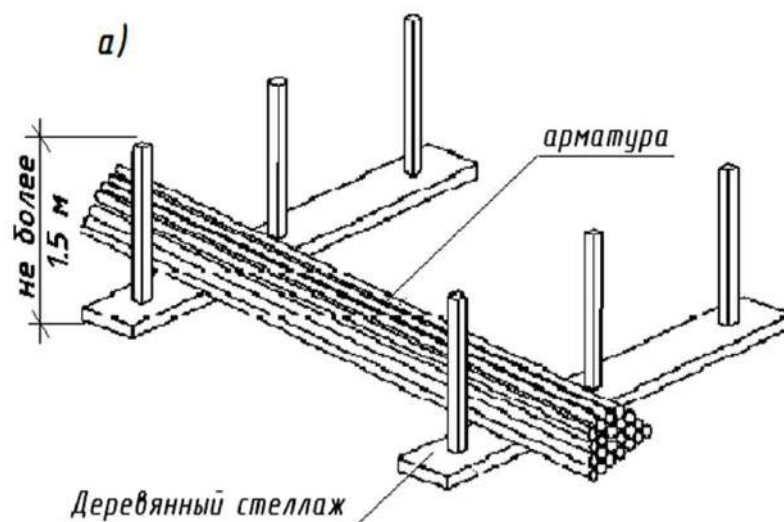
Арматурные изделия, изготовленные в заводских условиях, должны доставляться на стройплощадку комплектно и складироваться в соответствии с ППР.

Отдельные стержни, плоские каркасы и сетки следует перевозить пакетами в горизонтальном положении.

Масса пакета не должна превышать 3 т.

Пространственные каркасы необходимо грузить, перевозить и разгружать таким образом, чтобы они не деформировались под действием собственной массы.

Схема складирования отдельных стержней и металлопроката

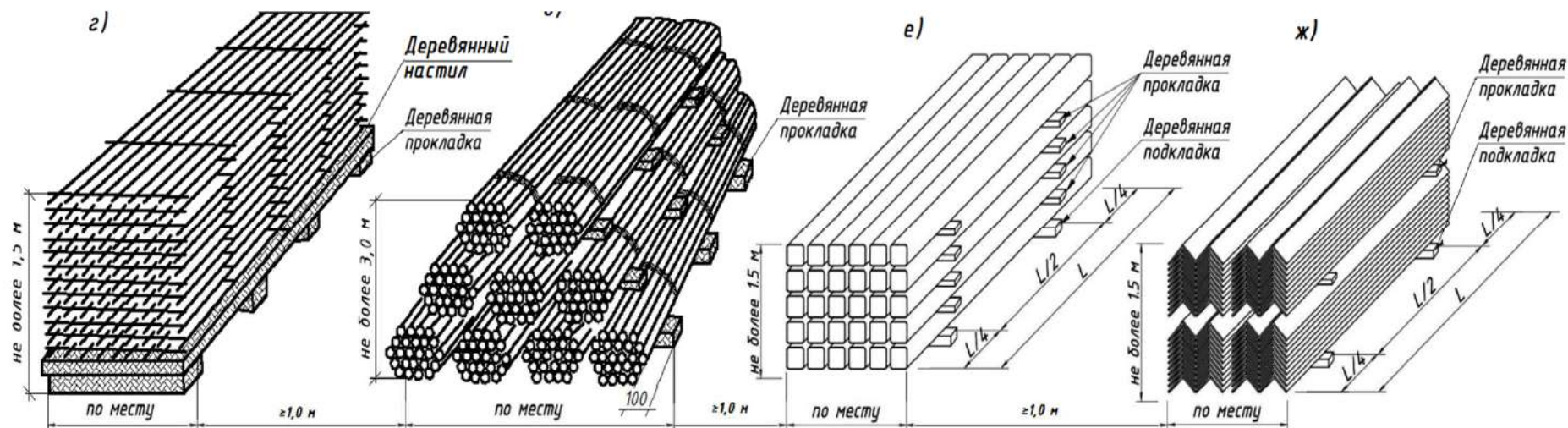


Схемы складирования арматурных изделий в пакетах

Арматурные сетки

Арматурные стержни в пакетах

Металлопрокат



Погрузочно-разгрузочные работы арматурных изделий массой более 30 кг и их подъем на высоту более 1,5 м должны производиться с использованием средств механизации.

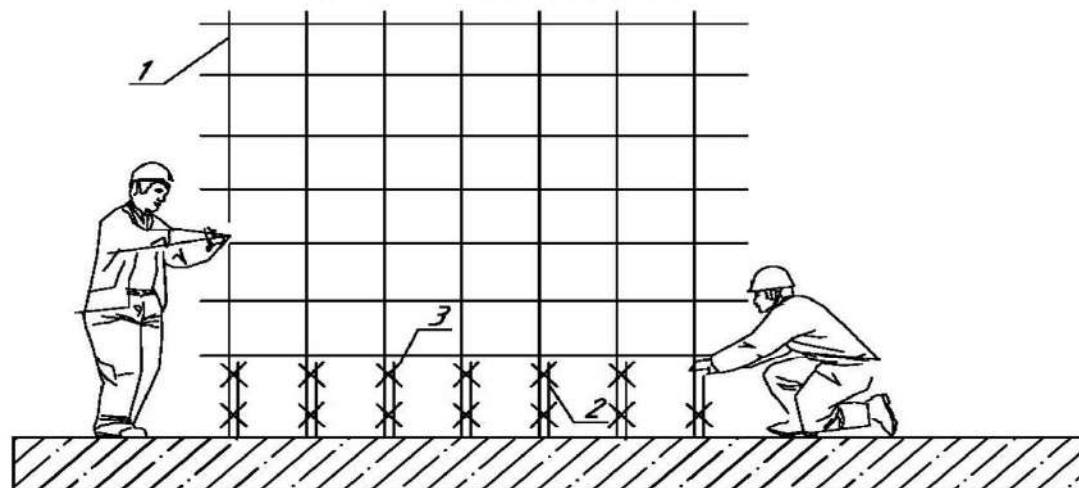
Пакеты отдельных стержней и сеток следует хранить отдельно по маркам в штабелях высотой не более 2 м.

Рулоны сеток складировются не более чем в три яруса. При складировании между штабелями сеток должен быть свободный проход шириной не менее 0,5 м.

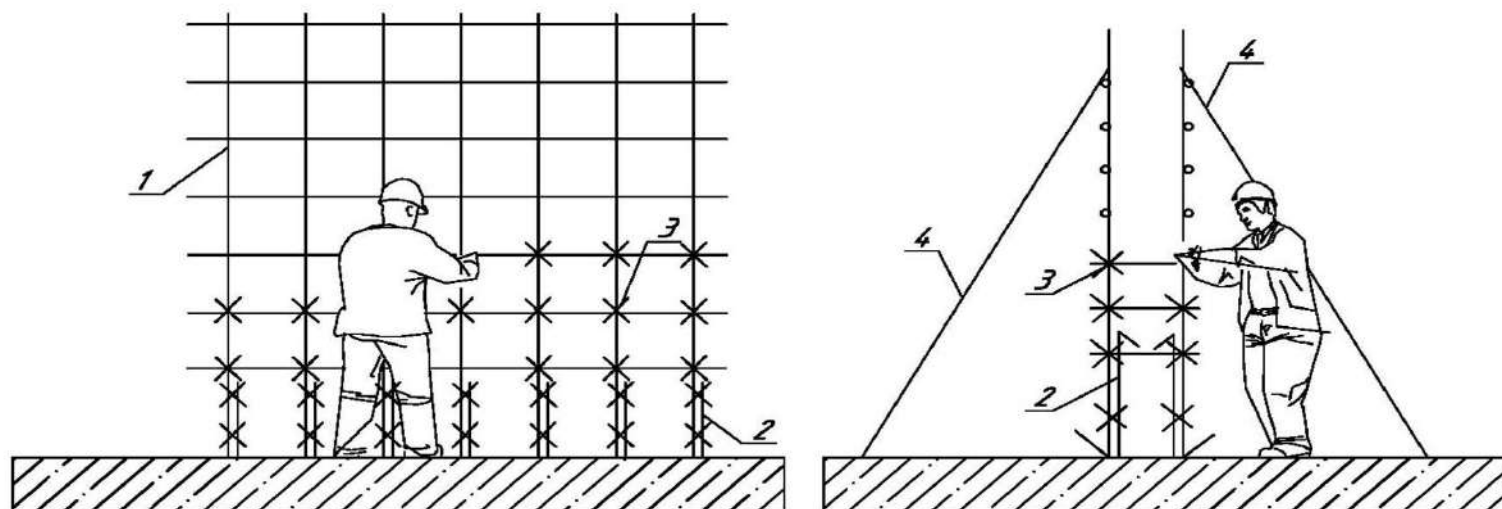
Проходы между складировуемой арматурой и стеной или колонной должны быть не менее 1 м, между перекрытием здания и складировуемой арматурой – не менее 1 м, между светильником и складировуемой арматурой – не менее 0,5 м.

Схема армирования стен плоскими сетками

Установка плоских сеток

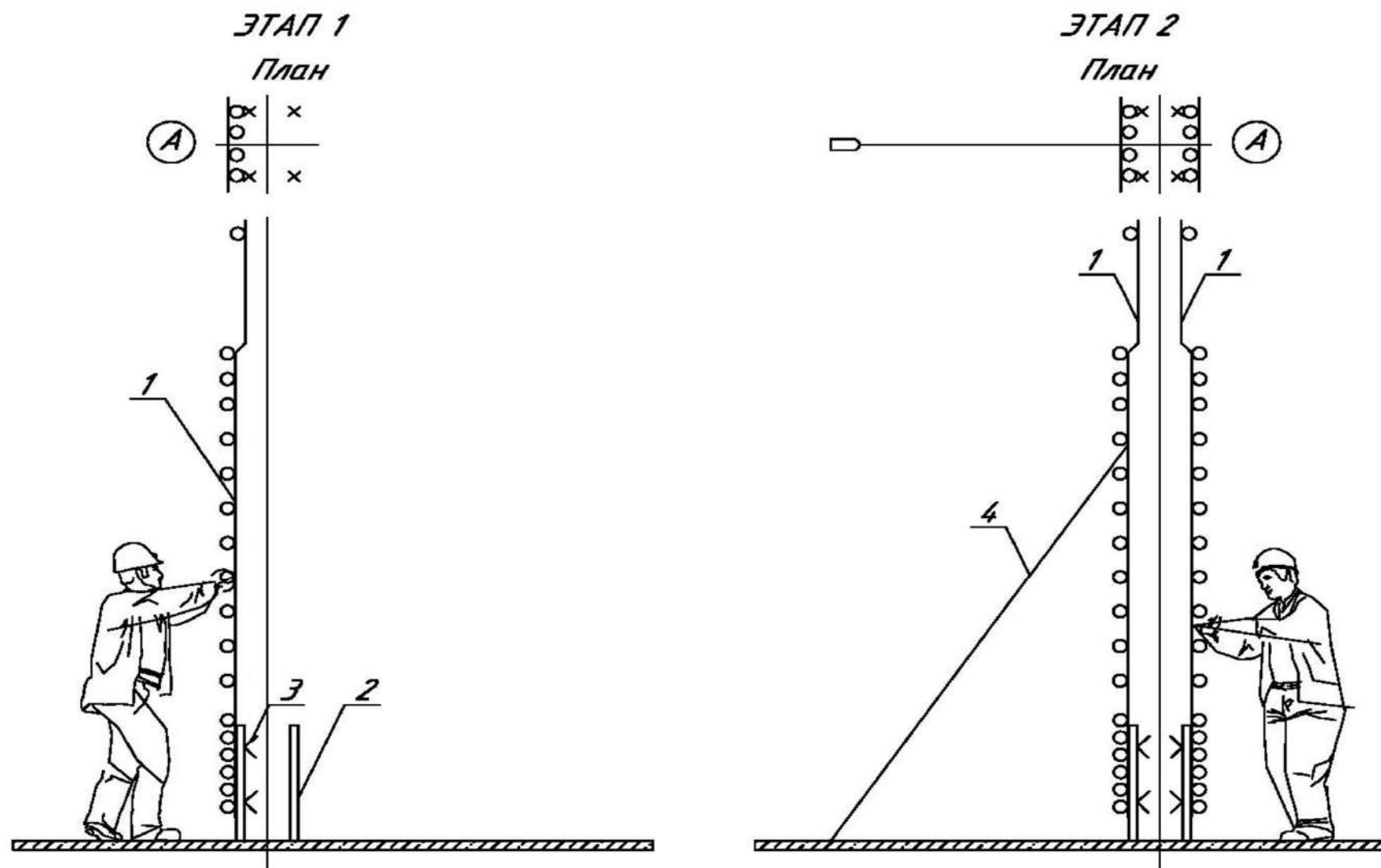


Установка поперечных арматурных стержней на высоте до 1,5 м



ЛЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

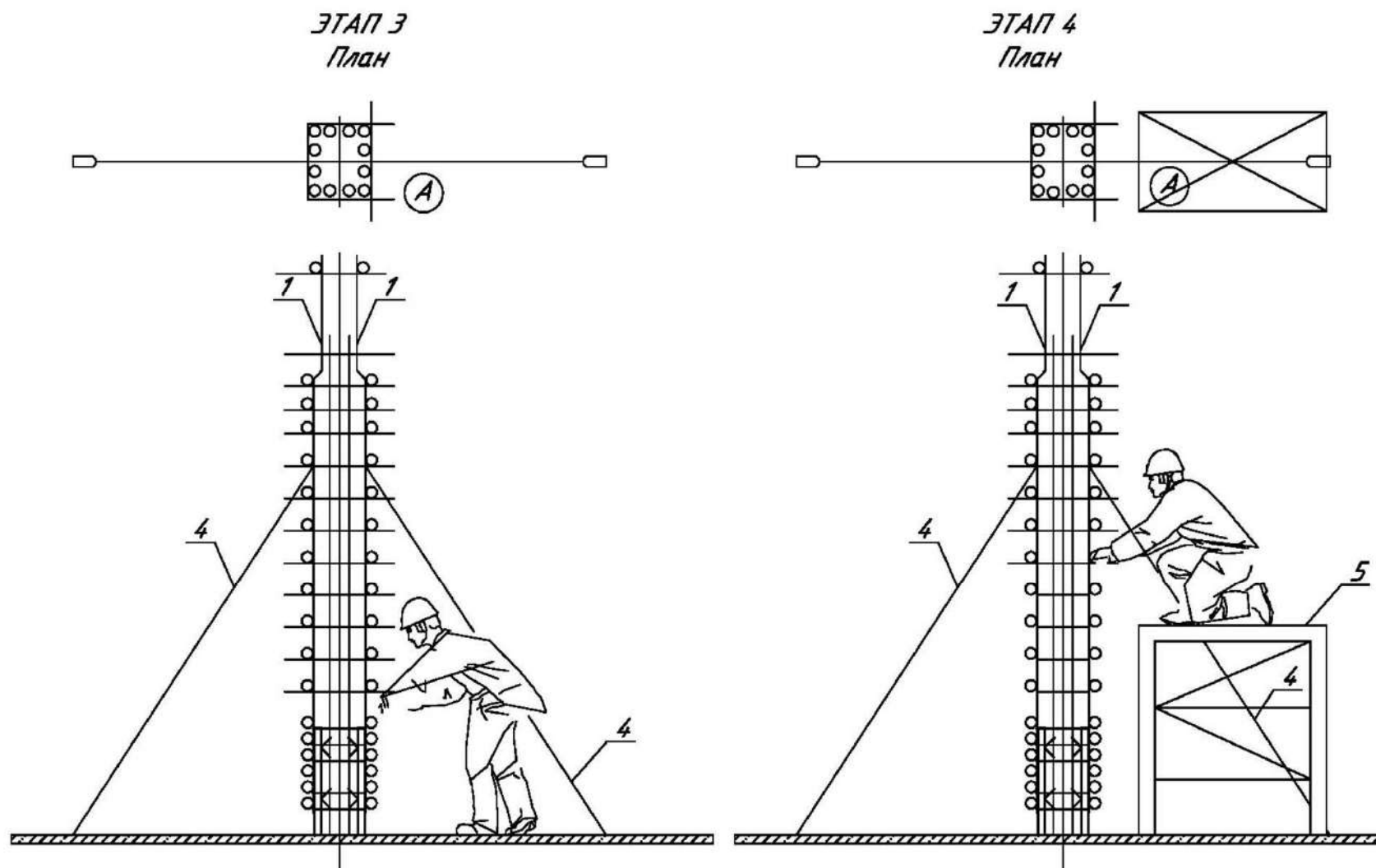
Схема армирования стен плоскими сетками



1 - плоская сетка; 2 - арматурные выпуски из плиты перекрытия; 3 - вязальная проволока; 4 - оттяжка;
А - арматурщик

ЛЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Схема армирования стен плоскими сетками



1 - плоская сетка; 4 - оттяжка;
5 - инвентарные подмости; А - арматурщик

Минимальные расстояния в свету между стержнями арматуры должны обеспечить совместную работу арматуры с бетоном и качественное изготовление конструкций и составлять не менее:

- наибольшего диаметра стержня;
- 25 мм – при горизонтальном или наклонном положении стержней при бетонировании для нижней арматуры, расположенной в один или два ряда;
- 30 мм – то же, для верхней арматуры;
- 50 мм – то же, при расположении нижней арматуры более чем в два ряда (кроме стержней двух нижних рядов), а также при вертикальном положении стержней при бетонировании.

Наибольшие расстояния между осями стержней продольной арматуры должны быть:

а) в изгибаемых элементах — не более 400 мм;

б) в линейных внецентренно сжатых элементах:

- не более 500 мм в плоскости изгиба,**
- не более 400 мм в плоскости, перпендикулярной к плоскости изгиба.**

Защита арматуры от коррозии

Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона в зависимости от среды эксплуатации монолитной конструкции по ГОСТ 31384-2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования.

Требование	Классы сред эксплуатации																	
	Неагрессивная среда	Карбонизация				Хлоридная коррозия				Замораживание-оттаивание				Химическая коррозия				
						Морская вода		Прочие хлоридные воздействия										
	Индексы сред эксплуатации																	
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Минимальная толщина защитного слоя бетона, мм	20	30	35			50			50			50				35	40	50

Фиксаторы толщины защитного слоя бетона

ФС стойка на грунт



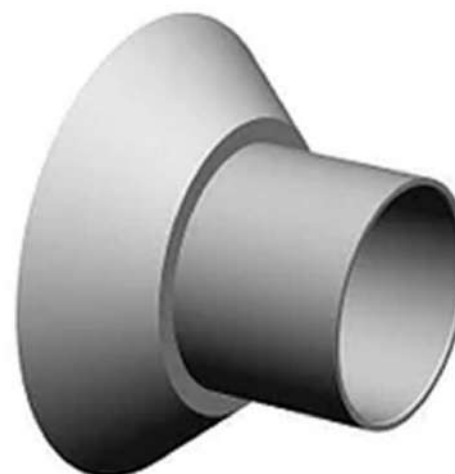
«Круглый» / «Колечко»



«Звездочка»



«Конус»



ЛЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Контроль толщины защитного слоя бетона



ЛЕКЦИЯ 7

БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Содержание

- 1 Бетонные работы. Способы подачи, укладки и уплотнения бетонной смеси**
- 2 Уход за уложенным бетоном**
- 3 Технология зимнего бетонирования**

Бетонные работы

При разработке проекта производства работ (ППР) для выполнения бетонных работ должны быть предусмотрены:

- выбор типа и расчет комплекта опалубки;**
- обоснование способа подачи и укладки бетонной смеси;**
- выбор бетоноукладочного комплекса;**
- разработка технологического регламента бетонирования.**

Способ подачи бетонной смеси выбирают по расчетному значению интенсивности бетонирования.

Способ укладки бетонной смеси осуществляется с учетом геометрии и степени армирования конструкции, свойств бетонной смеси.

Выбор бетоноукладочного комплекса зависит от вида бетонируемой конструкции, климатических условий, ситуационных условий строительной площадки, сроков производства работ, темпа бетонирования.

При выборе способа подачи бетонной смеси необходимо учитывать требования по обеспечению:

- минимизации перегрузок бетонной смеси;**
- допустимой высоты сбрасывания бетонной смеси;**
- защиты бетонной смеси от атмосферных осадков;**
- требуемой температуры при укладке в опалубку в зимних условиях.**

ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Схема подачи бетонной смеси	Способы укладки бетонной смеси
«Автобетоносмеситель – лоток – опалубка»: при высоте сброса смеси до 2 м; «Автобетоносмеситель – лоток – хобот – опалубка»: при высоте сброса более 2 м	Гравитационный: - автобетоносмесители с лотками (желобами) с непосредственной подачей смеси в опалубку
«Автобетоносмеситель – транспортёр – хобот – опалубка»	Механизированный: - автобетоносмесители с транспортной лентой; - бетоноукладчики ленточные самоход.
«Автобетоносмеситель – бункер – кран – опалубка»	- поворотные или неповоротные бады емкостью от 0,5 до 2 м ³ , перемещаемые при помощи кранов
«Автобетоносмеситель – бетононасос – манипулятор (бетонораспределительная стрела) – опалубка»	- бетононасосы с бетонораспределительной стрелой (автобетононасосы - до 50 м по горизонтали и вертикали; стационарные бетононасосы – до 350 м по вертикали, до 1000 м по горизонтали)
«Автобетоносмеситель – бункер – кран – вибропитатель – виброконвейер – опалубка»	- виброконвейер (виброжелоба с вибропитателем)

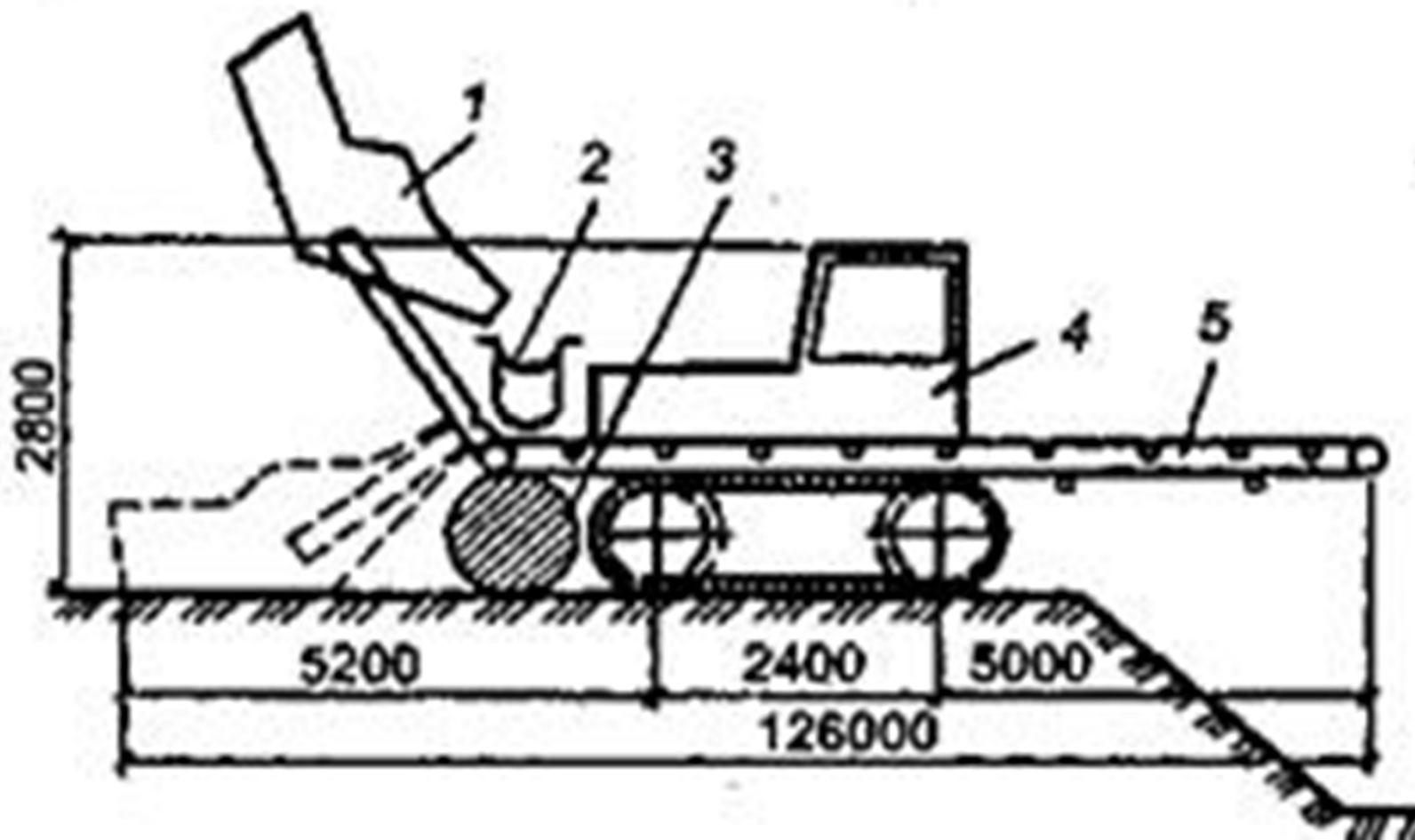
Автобетоносмеситель (емкость барабана от 6 до 12 м³)



Автобетоносмеситель с транспортной лентой К-12



Бетоноукладчик Б-1



- 1 - скиповый подъемник; 2 - виброжелоб;
3 - противовес; 4 - трактор; 5 - ленточный конвейер**

Неповоротные бадьи емкостью до 2 м³



Поворотные бадьи емкостью от 0,5 до 2 м³



Автобетононасос с бетонораспределительной стрелой

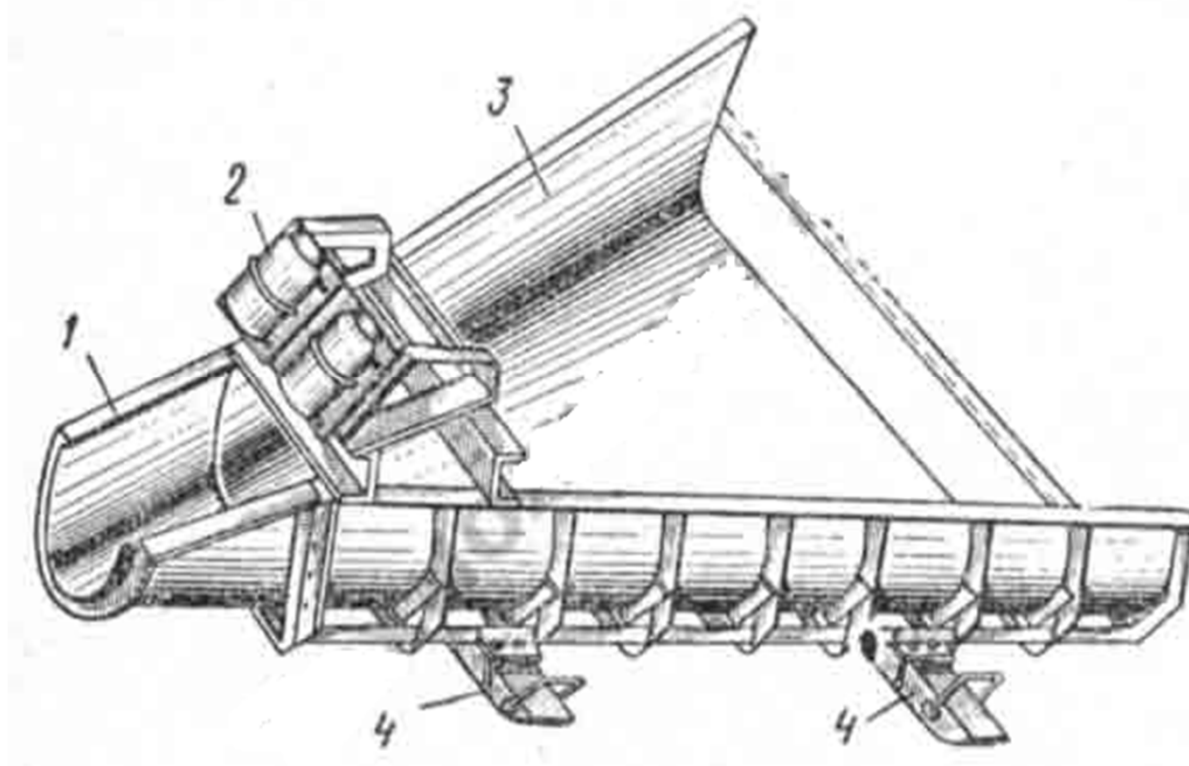


Стационарный бетононасос



ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Вибропитатель применяют для перемещения бетонной смеси на ограниченные расстояния. Он имеет широкую приемную часть корпуса для загрузки бетонной смесью из автобетоносмесителя и узкую разгрузочную, выдающую смесь в конструкцию.



1 - переходной лоток, 2 - вибраторы, 3 - корпус, 4 - полозья

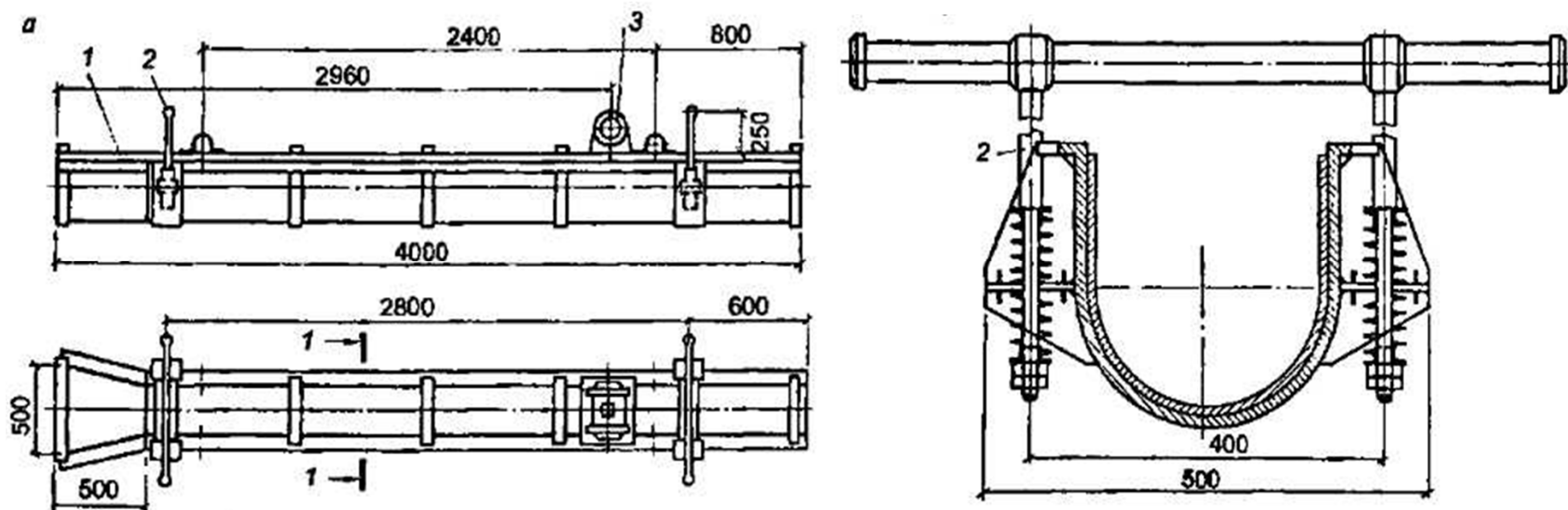
ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Виброжелоба (вибролотки) используют для распределения бетонной смеси по блоку бетонирования, а также для загрузки приемной воронки хобота при бетонировании фундаментов в глубоких котлованах.

Виброжелоб представляет собой лоток полукруглого сечения диаметром 300—400 мм и высотой 200—350 мм, который изготовлен по типу поворотного распределительного лотка из листовой стали, усиленной ребрами. Устанавливая ряд секций виброжелобов, можно подавать бетонную смесь на расстояние до 30 м.

Бетонная смесь движется в результате круговой или направленной вибрации, возникающей при работе одного вибратора, установленного на желобе.

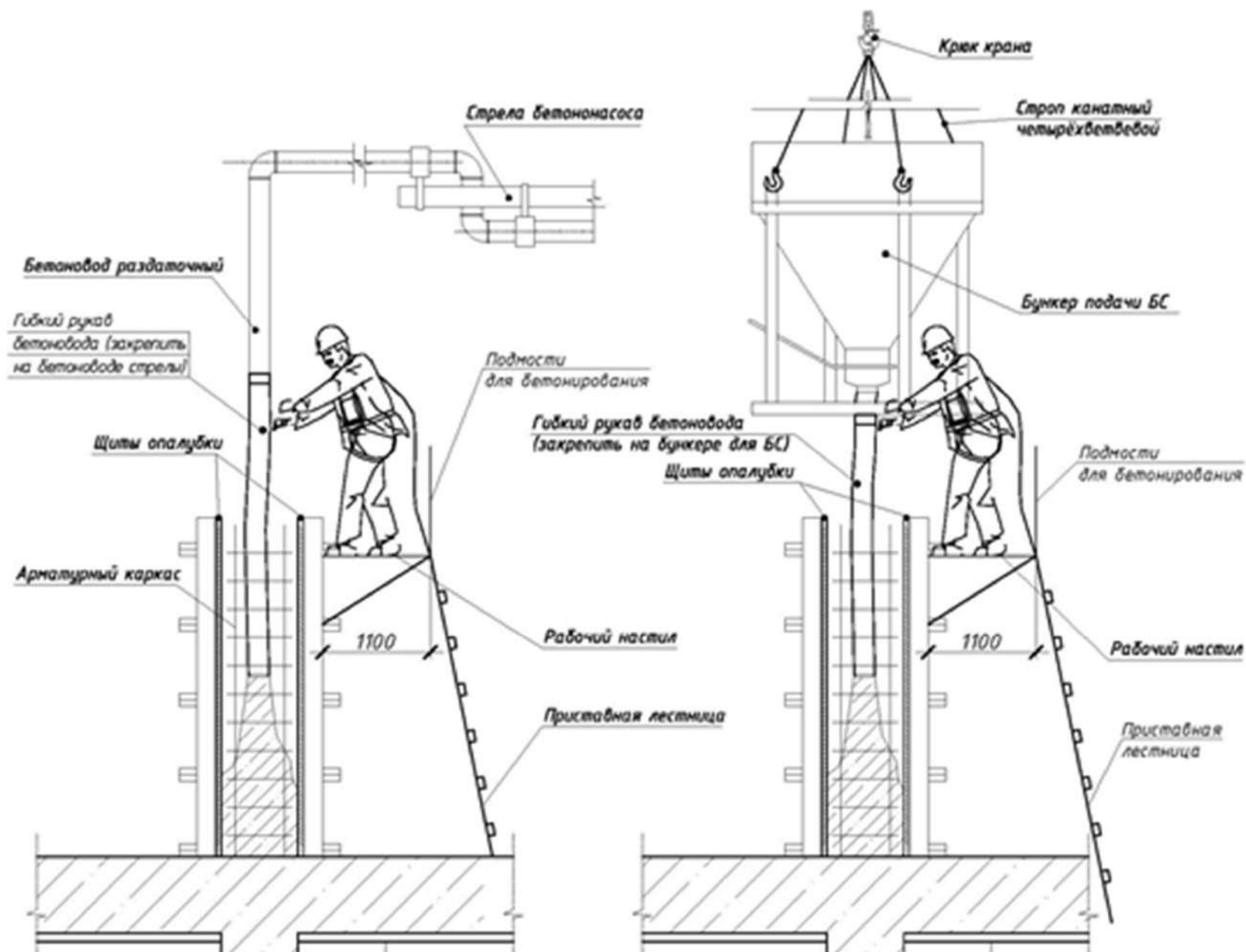
Виброжелоб (виброток)



- 1 - основание желоба; 2 - упругая подвеска;**
3 - вибратор кругового колебания

ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Схема укладки бетонной смеси в опалубку



Способы уплотнения бетонной смеси

По характеру передачи колебаний на бетонную смесь способы вибрирования подразделяются на:

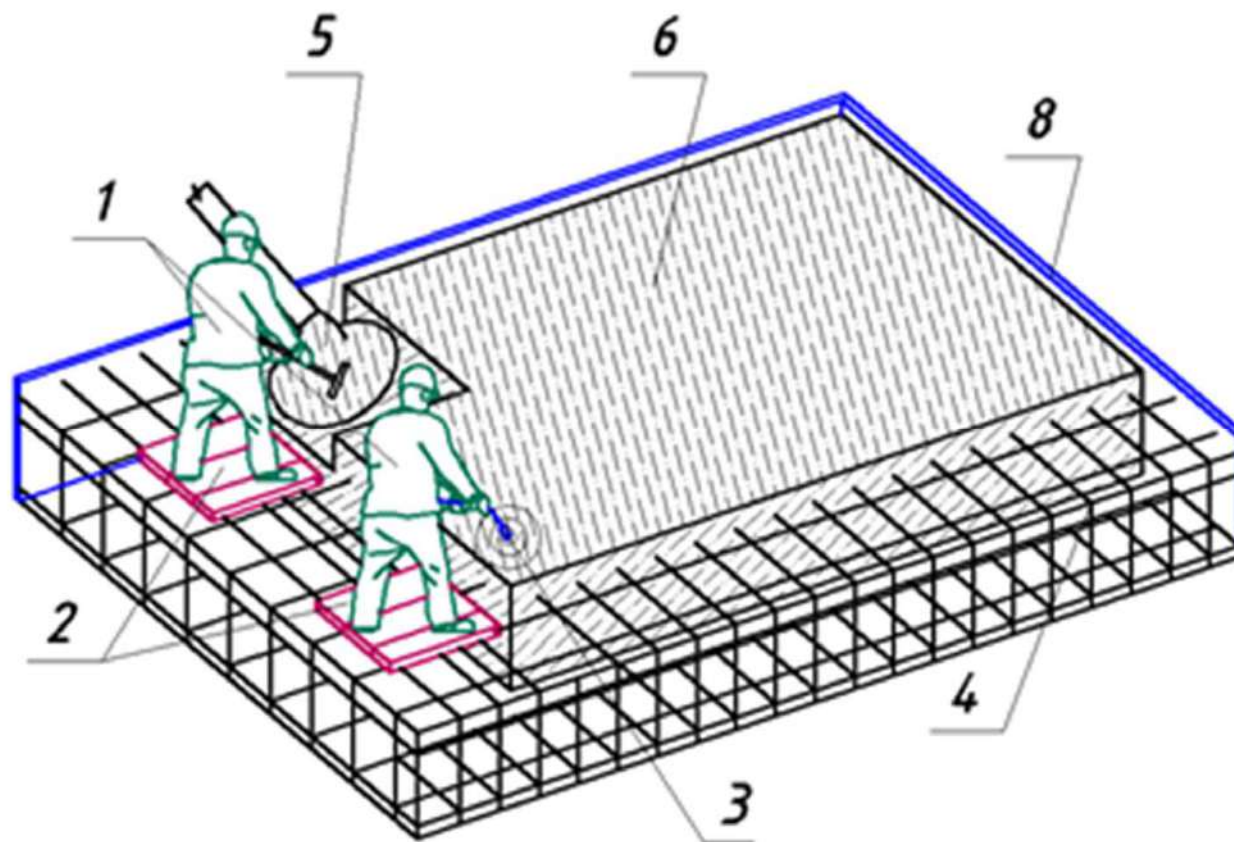
- глубинное,**
- поверхностное,**
- контактное.**

Глубинное вибрирование характеризуется тем, что вибровозбудитель размещается внутри бетонной смеси и извлекается из нее в процессе или после завершения процесса уплотнения. Осуществляется с помощью глубинных вибраторов.

Поверхностное вибрирование характеризуется передачей колебаний на бетонную смесь со стороны открытой поверхности бетонируемой конструкции.

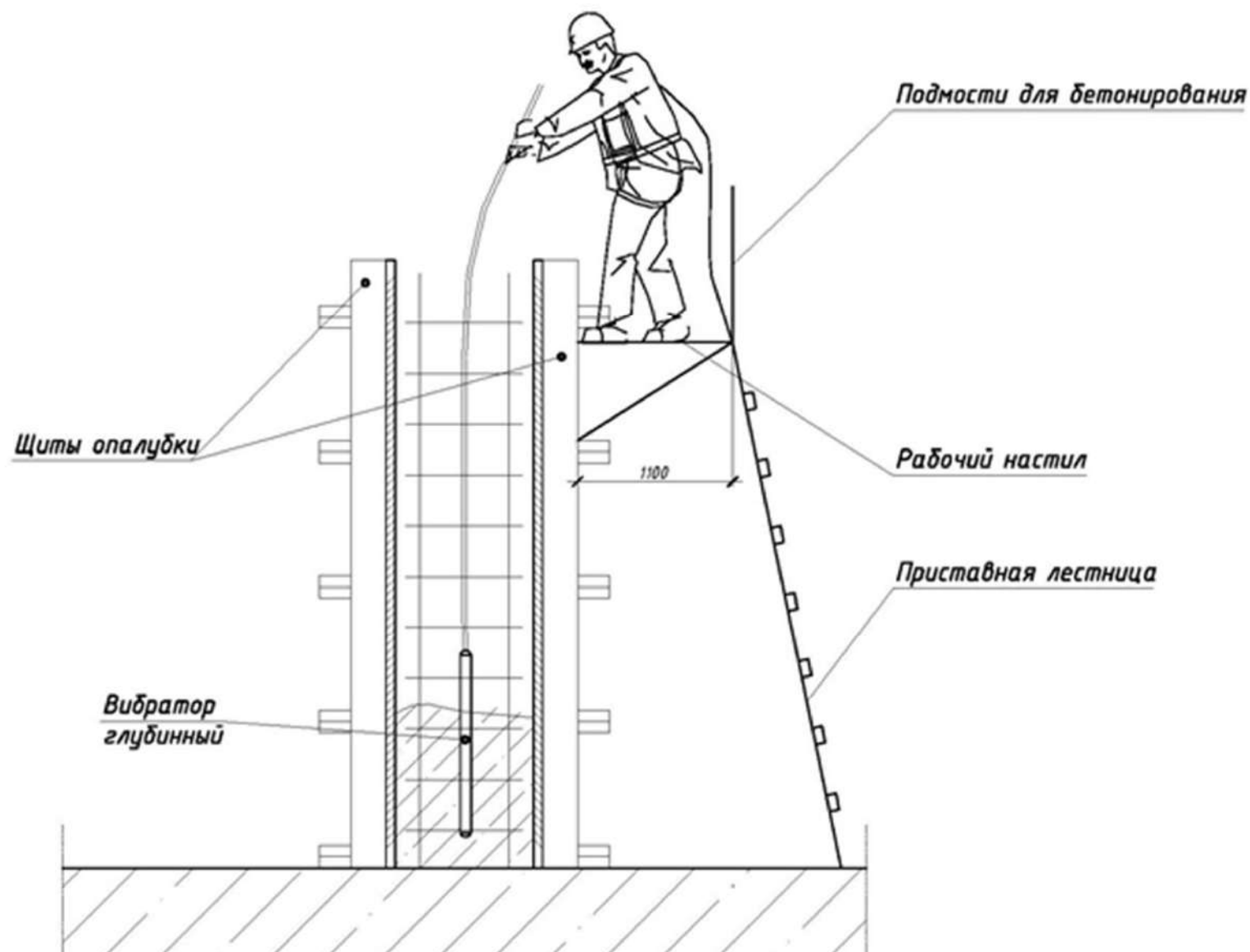
Контактное вибрирование осуществляется за счет изгибных колебаний опалубки за счет применения прикрепляемых (навесных) вибраторов.

Схема бетонирования горизонтальных конструкций



1 – бетонщик; 2 – рабочий настил; 3 – глубинный вибратор; 4 – арматурный каркас; 5 – бетонная смесь; 6 – уложенный бетон

Схема бетонирования вертикальных конструкций



ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Процесс уплотнения бетонной смеси условно разделяется на две стадии:

первая - образование сплошной среды из рыхлонасыпной бетонной смеси (3 – 5 с). При этом осуществляется взаимная перекомпоновка крупных и мелких частиц заполнителя с образованием макроструктуры бетона - его структурного каркаса,

вторая - дальнейшее сближение частиц заполнителя между собой и удаление некоторой части оставшегося воздуха.

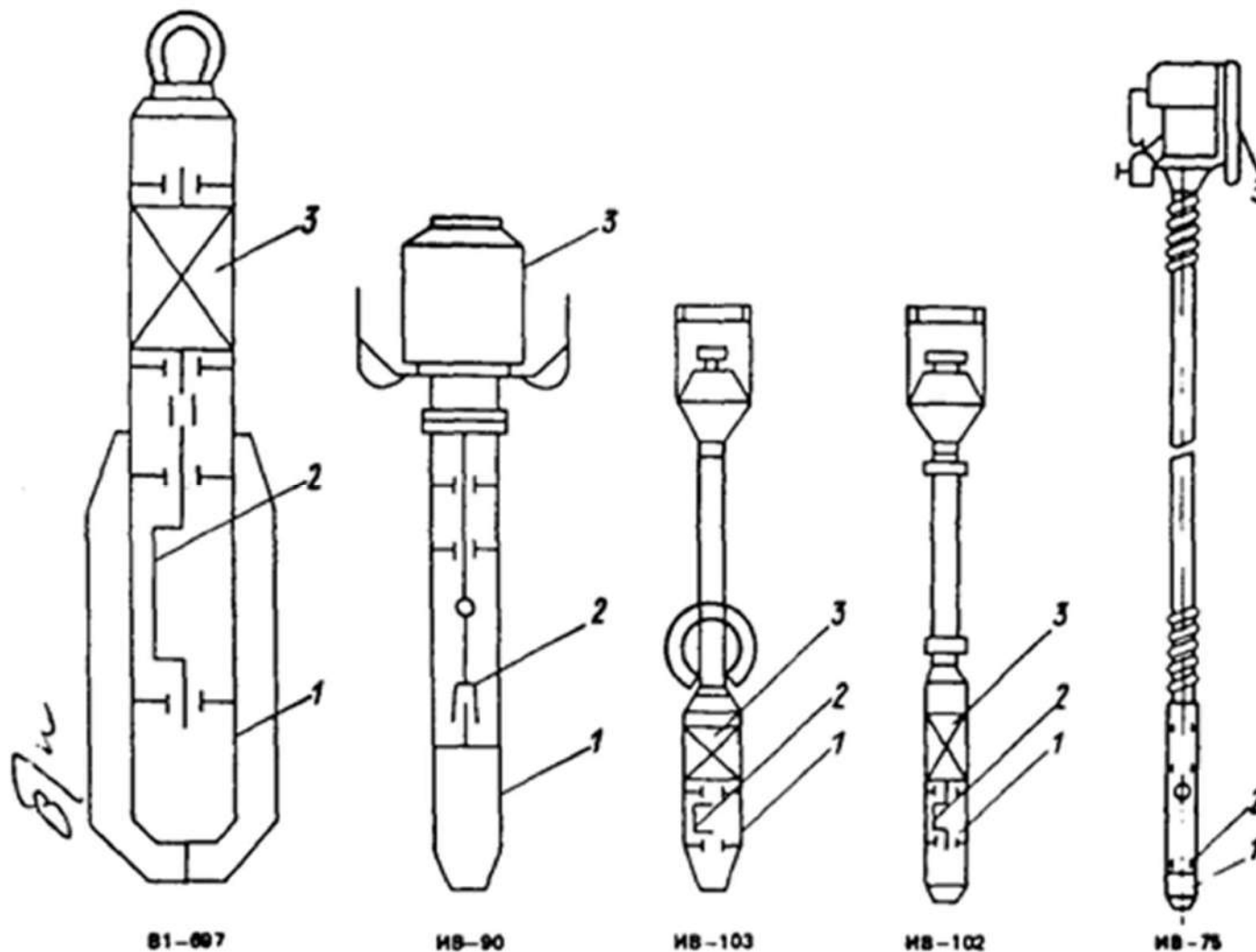
Оборудование для уплотнения бетонных смесей выбирается с учетом:

- марки бетонной смеси по удобоукладываемости,
- геометрии конструкции,
- степени армирования.

Уплотнение бетонной смеси должно обеспечивать требуемую плотность и однородность бетона.

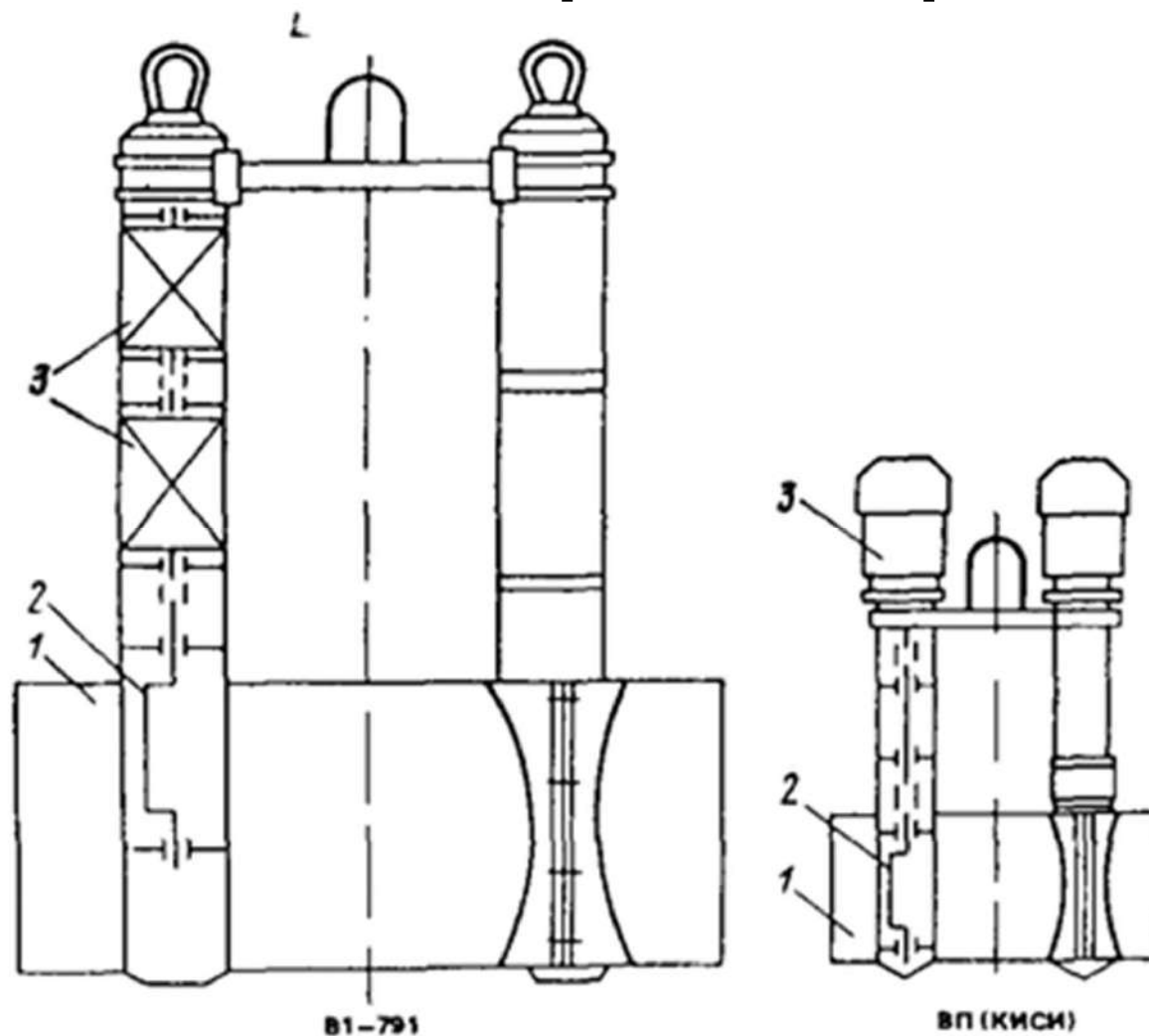
ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Ручные глубинные вибромашины
со встроенным и вынесенным двигателем**



1 - корпус; 2 - дебаланс; 3 - электродвигатель

Плоскостные глубинные вибромашины с вынесенным и встроенным приводом



1 - корпус; 2 - дебаланс; 3 - электродвигатель

Поверхностное виброуплотнение с помощью виброреек

Виброрейка ручная

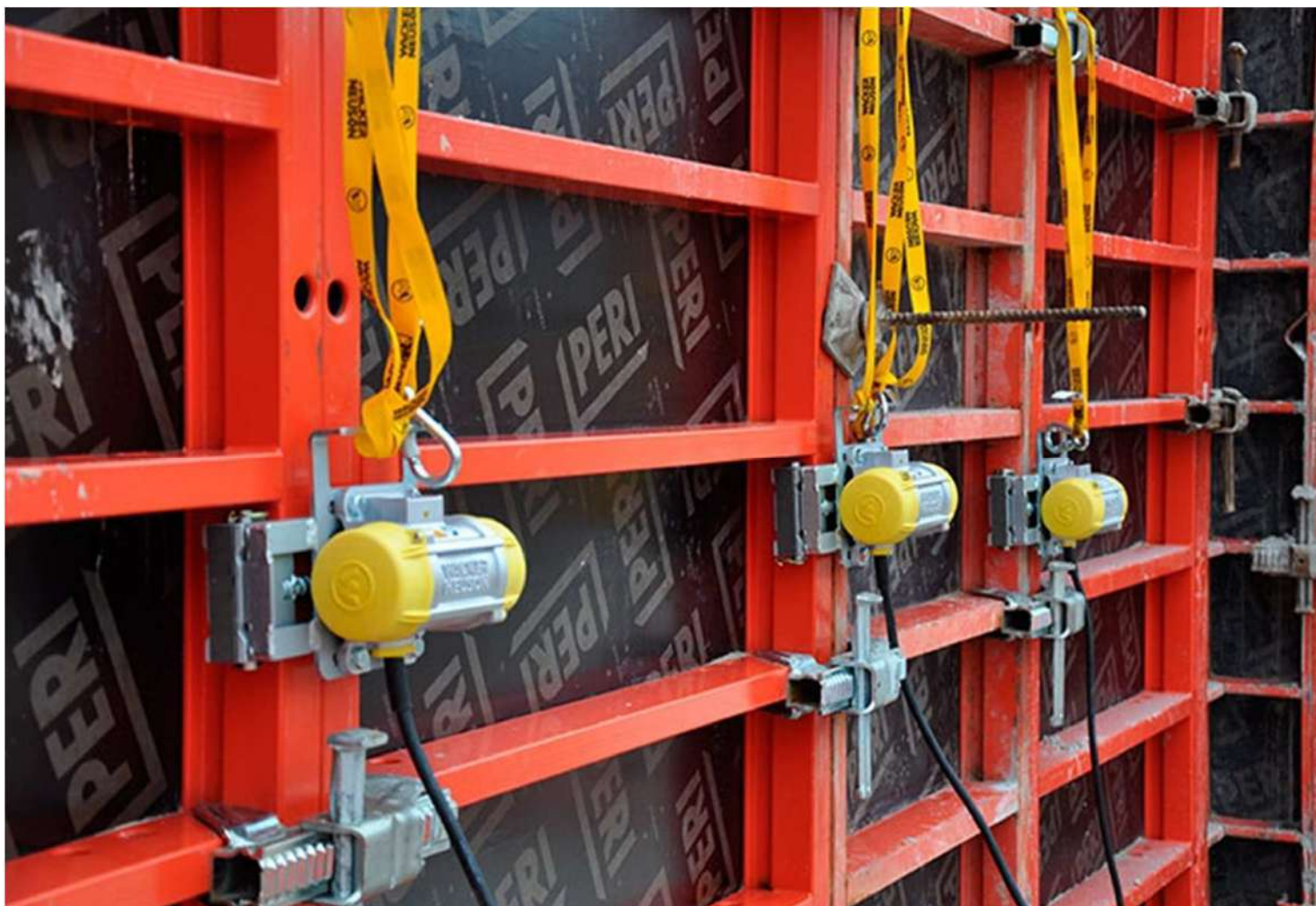


Плавающая ручная виброрейка



ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Контактное виброуплотнение
с помощью навесных вибраторов**



ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УХОД ЗА УЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ

Уход за твердеющим бетоном должен обеспечить достижение бетоном требуемых показателей качества в проектном возрасте.

Уход разделяют на **первичный и последующий**.

Первичный уход в жаркую сухую погоду:

Первичный уход должен обеспечивать предотвращение испарения воды из твердеющего бетона.

Первичный уход осуществляется посредством укрытия бетонных поверхностей влагонепроницаемыми материалами, либо нанесением на поверхность свежеложенного бетона пленкообразующих покрытий.

Температура бетонной смеси при бетонировании конструкций с модулем поверхности более трех не должна превышать $+ 35^{\circ}\text{C}$.
Температура бетонной смеси для массивных конструкций с модулем поверхности менее трех не должна превышать $+ 20^{\circ}\text{C}$.
Для снижения температуры бетонной смеси следует использовать ледяную воду затворения, заменять часть воды затворения льдом.

Последующий уход должен обеспечить благоприятные температурно-влажностные условия для формирования структуры и свойств твердеющего бетона. Вид и продолжительность последующего ухода должны определяться при разработке ППР.

УХОД ЗА УЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ

Первичный уход в зимних условиях - предотвращение замерзания бетонной смеси в период транспортирования, укладки и уплотнения, а также предотвращение замерзания свежеложенного бетона до достижения **критической прочности**.

(**Критической** считается **прочность**, по достижении которой бетон при последующем твердении может подвергаться замораживанию без снижения показателей его назначения).

Применяемые методы зимнего бетонирования должны обеспечивать достижение бетоном критической прочности к требуемому сроку. При отсутствии данных о значении критической прочности в проектной документации значение критической прочности бетона несущих конструкций следует принимать **не менее 70 % от проектной прочности**.

МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА ПРИ МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Экономически эффективные темпы строительства в зимний период (2 - 3 этажа в месяц) достигаются, если сроки выдерживания бетона в опалубке до достижения прочности, равной 60 – 80 % от проектной, составляют 2 - 5 суток.

Такая скорость набора прочности бетона возможна при твердении его в условиях "расширенного" термоса с подогревом бетона до плюс 20 - 30 °С.

Технология зимнего бетонирования базируется на применении различных методов прогрева бетона с его последующим выдерживанием до достижения нормативных значений критической и распалубочной прочности.

- При этом достигается возможность:**
- сократить сроки строительства в 5 - 10 раз;**
 - эффективно использовать трудовые ресурсы и оборудование, в частности, опалубку;**
 - исключить замерзание бетона в раннем возрасте и гарантировать требуемое качество возводимых конструкций в проектном возрасте.**

Выбор метода прогрева бетона
монолитных конструкций осуществляется с
учетом:

- вида конструкций,**
- масштабов строительного объекта,**
- энергоемкости и надежности метода,**
- трудовых затрат,**
- капитальных вложений.**

Методы прогрева монолитных ЖБК

1 Стен, колонн, фундаментных плит	
1.1	Электрообогрев конвективный
1.2	Электрообогрев греющим проводом
1.3	Электрообогрев в греющей опалубке
1.4	Электроразогрев бетонной смеси
1.5	Пароразогрев бетонной смеси
2 Методы прогрева перекрытий	
2.1	Прогрев с применением дизельных теплогенераторов
2.2	Электропрогрев греющим проводом
2.3	Электропрогрев электродный

Методы конвективного обогрева с внешним подводом тепла в искусственно созданном тепляке, являются универсальными, т. е. применимыми для любых ЖБК независимо от метода бетонирования, способа армирования и вида опалубки.



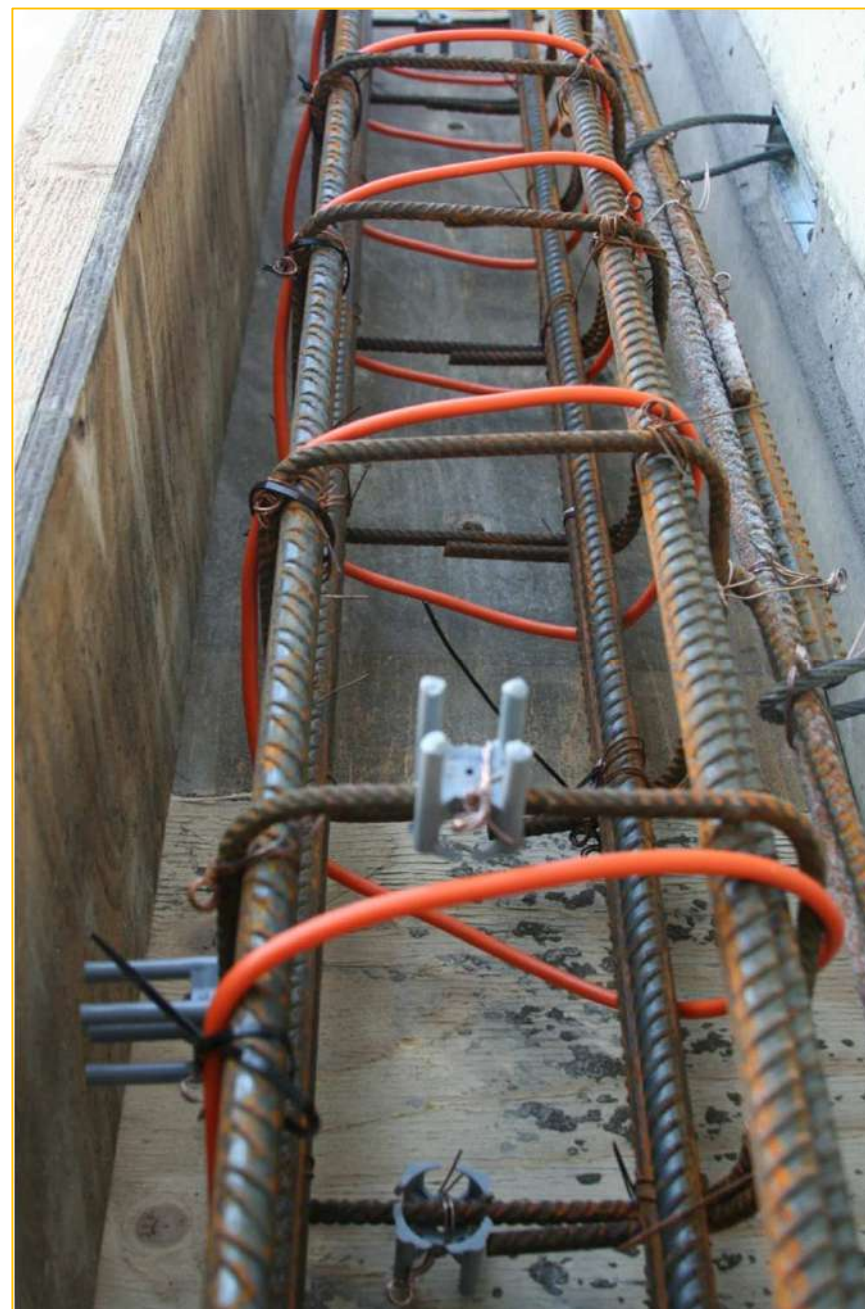
ЛЕКЦИЯ 7: БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Электропрогрев бетона греющим проводом осуществляется специальным проводом со стальной жилой, укладываемым в конструкцию до ее бетонирования.

Тип провода - ПНСВ 1,2 или ПНСВ 1,4.

Длительность выдержки ЖБК: 2 - 3 суток.

**Дополнительное оборудование:
трансформатор,
магистральные кабели,
средства тепловой защиты.**



Прогрев конструкций в греющей опалубке наиболее эффективный, так как реализуется с помощью опалубки, являющейся одновременно генератором тепла и тепловой защитой





строй-своим