



# Производство бетонных и железобетонных работ

---

1. Общие положения.
2. Устройство опалубки
3. Армирование конструкций.
4. Транспортирование и подача бетонной смеси
5. Бетонирование конструкций
6. Специальные способы бетонирования
7. Особенности производства работ в зимнее время
8. Контроль качества работ

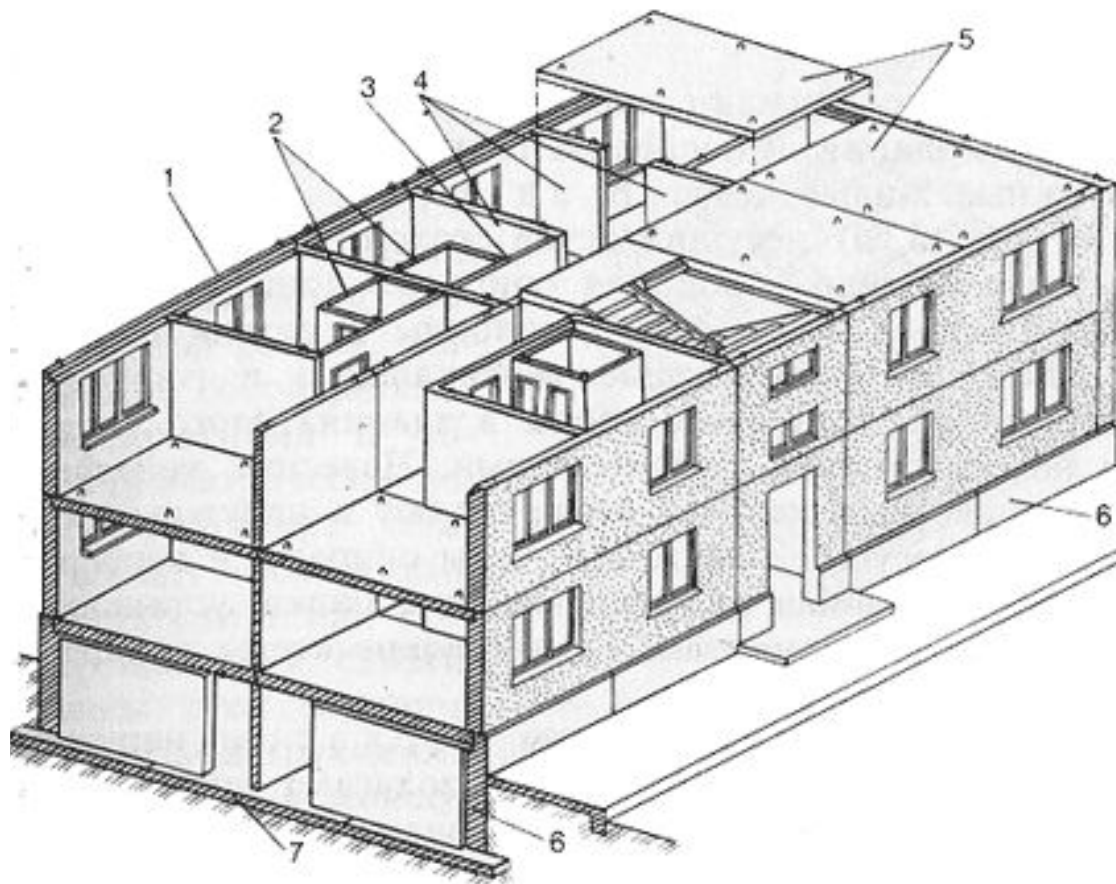


# 1. Общие положения.

---

- **По способу выполнения** *бетонные и железобетонные конструкции разделяют на:*
  - **Сборные конструкции**
  - **Монолитные конструкции**
  - **Сборно-монолитные конструкции**
  
- **Применение монолитного железобетона эффективно при возведении** массивных фундаментов, подземных частей зданий и сооружений, массивных стен, различных пространственных конструкций, стенок и ядер жесткости, дымовых труб, резервуаров, зданий повышенной этажности (особенно в сейсмических районах) и многих других конструкций и инженерных сооружений.

# Сборное здание (крупнопанельное)



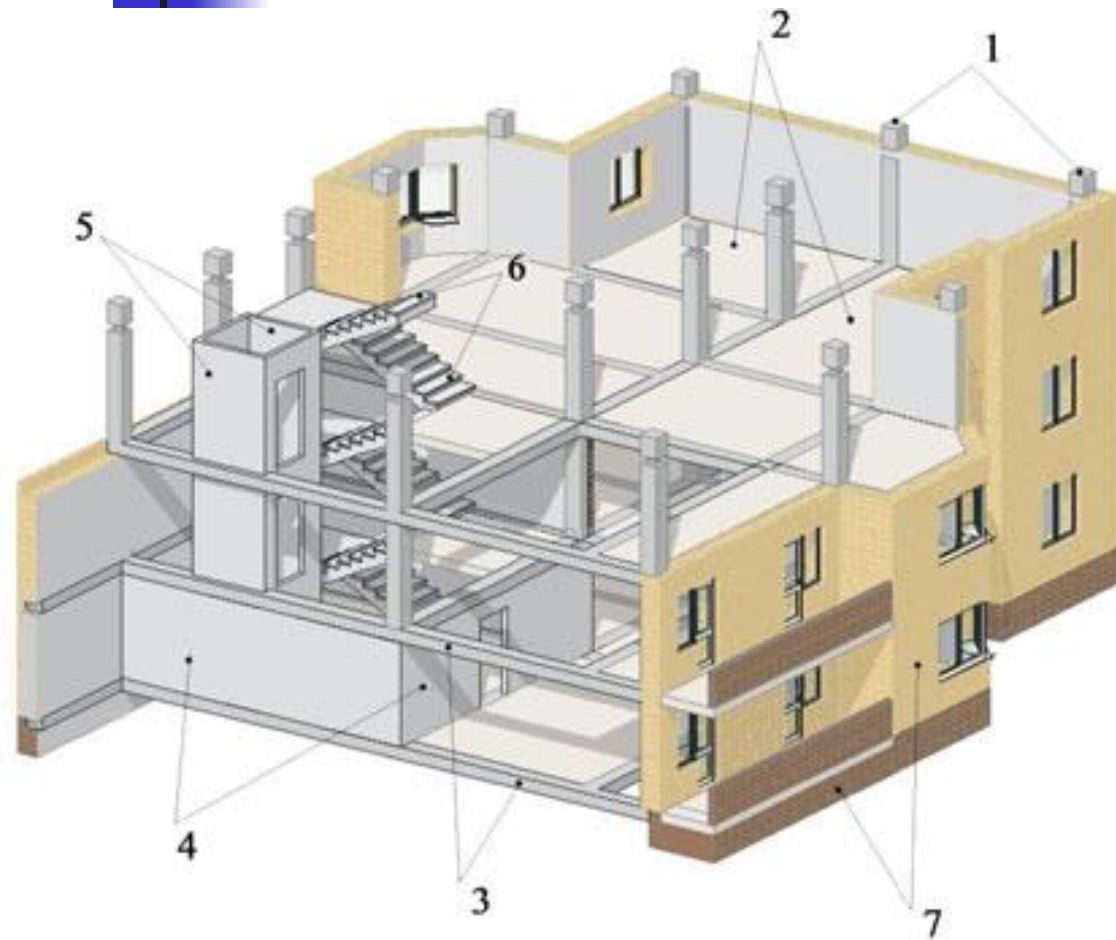
1. Наружная стеновая панель
2. Сантехкабины
3. Перегородка
4. Внутренняя стеновая панель
5. Плита перекрытия
6. Цокольная стеновая панель
7. Фундамент

# Монолитное здание



- Все конструкции здания выполнены из монолитного железобетона

# Сборно-монолитное здание



1. Колонна сборная ЖБ
2. Плиты ЖБ монолитные
3. Монолитные несущие и связевые ригели
4. Диафрагмы жесткости сборные
5. Шахта лифта сборная
6. Лестничные марши сборные
7. Облицовка стен камнем

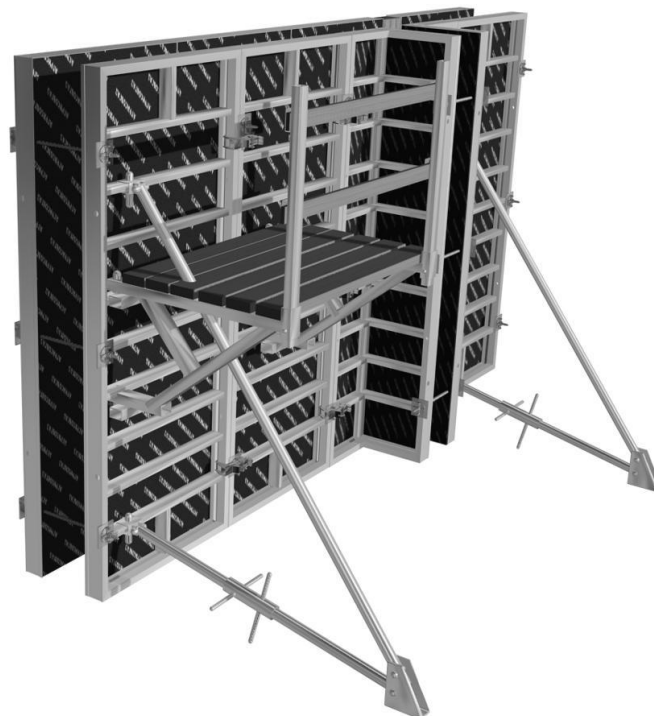
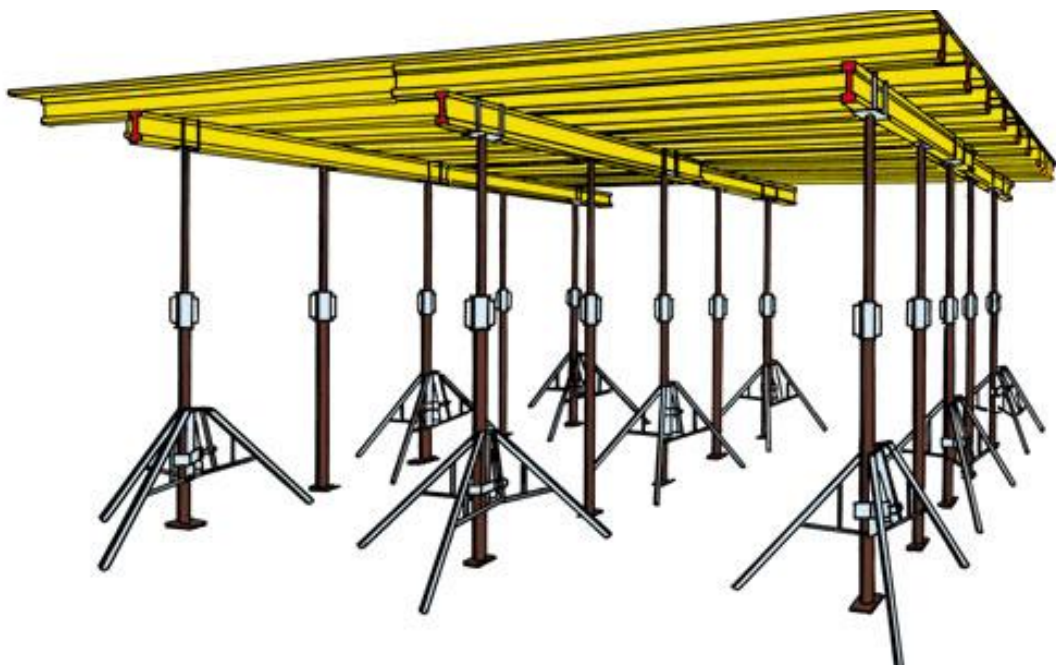
# Структура процесса бетонирования

<b>Заготовительные процессы</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ изготовление элементов опалубки, арматуры,</li><li>■ сборка арматурно-опалубочных блоков,</li><li>■ приготовление бетонной смеси</li></ul>
<b>Монтажно-укладочные (основных) процессы</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ установка опалубки и арматуры в проектное положение;</li><li>■ монтаж арматурных и арматурно-опалубочных блоков;</li><li>■ укладка и уплотнение бетонной смеси;</li><li>■ уход за бетоном в процессе твердения; натяжение арматуры;</li><li>■ демонтаж опалубки после достижения бетоном требуемой прочности</li></ul>
<b>Транспортные процессы</b>	связывают между собой заготовительные и монтажно-укладочные процессы

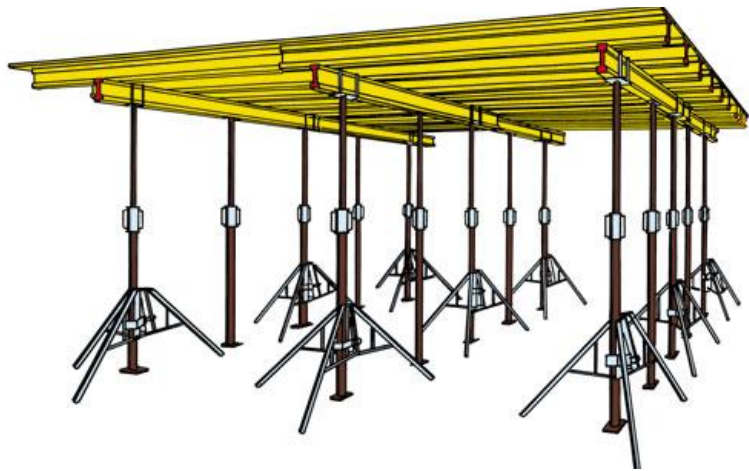


## 2. Устройство опалубки

- **Опалубка** — это временная вспомогательная конструкция, служащая для придания требуемых формы, геометрических размеров и положения в пространстве возводимой конструкции (или ее части).



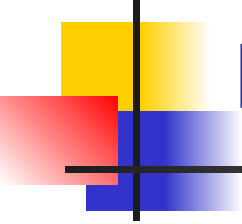
# Опалубка в общем случае СОСТОИТ ИЗ:



- **опалубочных щитов** (палуба), обеспечивающих форму, размеры и качество поверхности конструкции;
- **крепежных устройств**, обеспечивающих проектное и неизменное положение опалубочных щитов друг относительно друга;
- **опорных и поддерживающих устройств**, обеспечивающих проектное положение опалубочных щитов в пространстве.



# Требования предъявляемые к опалубке:

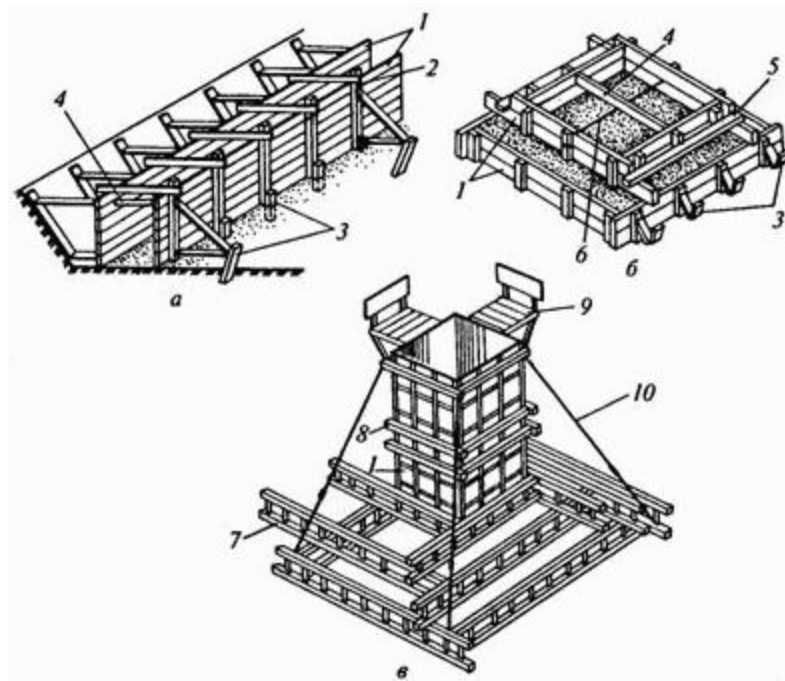
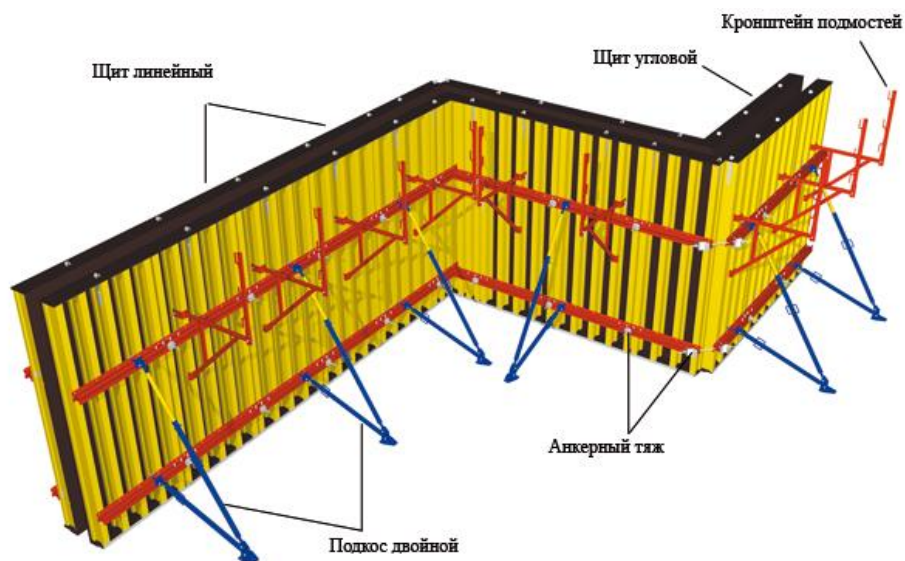


---

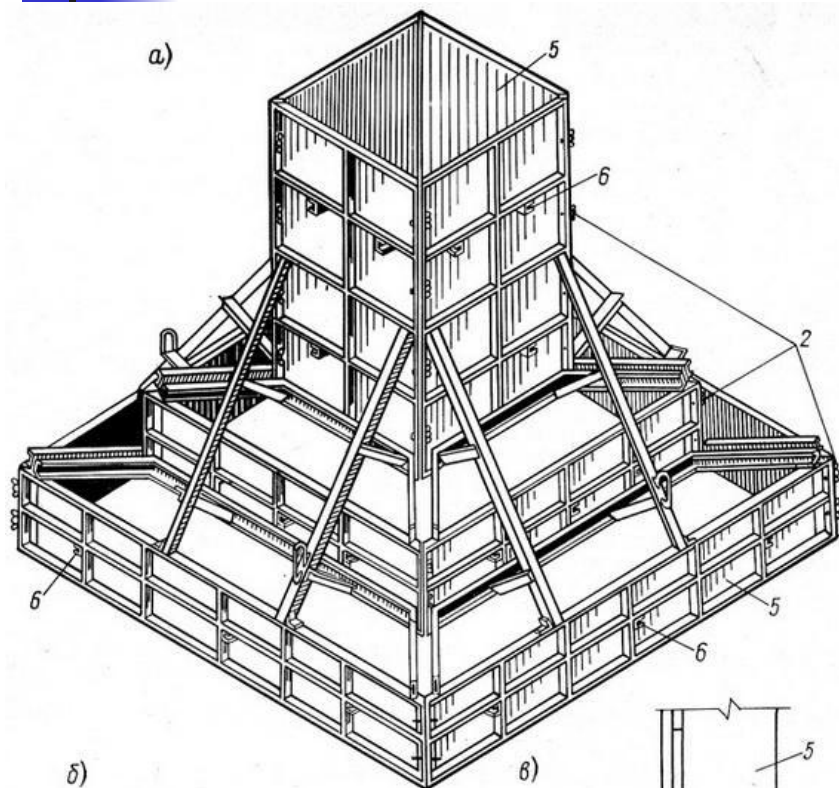
- **прочность, устойчивость, неизменяемость;**
- палуба (обшивка) опалубочного щита должна **быть достаточно плотной**, в ней не должно быть щелей, через которые может просочиться цементный раствор;
- обеспечивать **высокое качество поверхностей**, исключая появление наплывов, раковин, искривлений и т. п.;
- **быть технологичной**, т. е. должна устанавливаться и разбираться, не создавать затруднений при монтаже арматуры, а также при укладке и уплотнении бетонной смеси;
- **обладать оборачиваемостью**, т. е. многократно использоваться; чем выше оборачиваемость опалубки, тем ниже ее стоимость, отнесенная к единице объема готовой конструкции.

# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

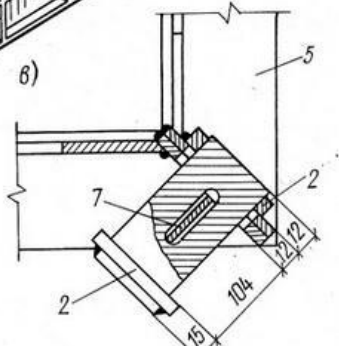
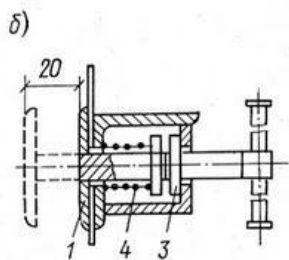
- **разборно-переставная** — при возведении массивов, фундаментов, стен, перегородок, колонн, балок, плит покрытий и перекрытий



# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

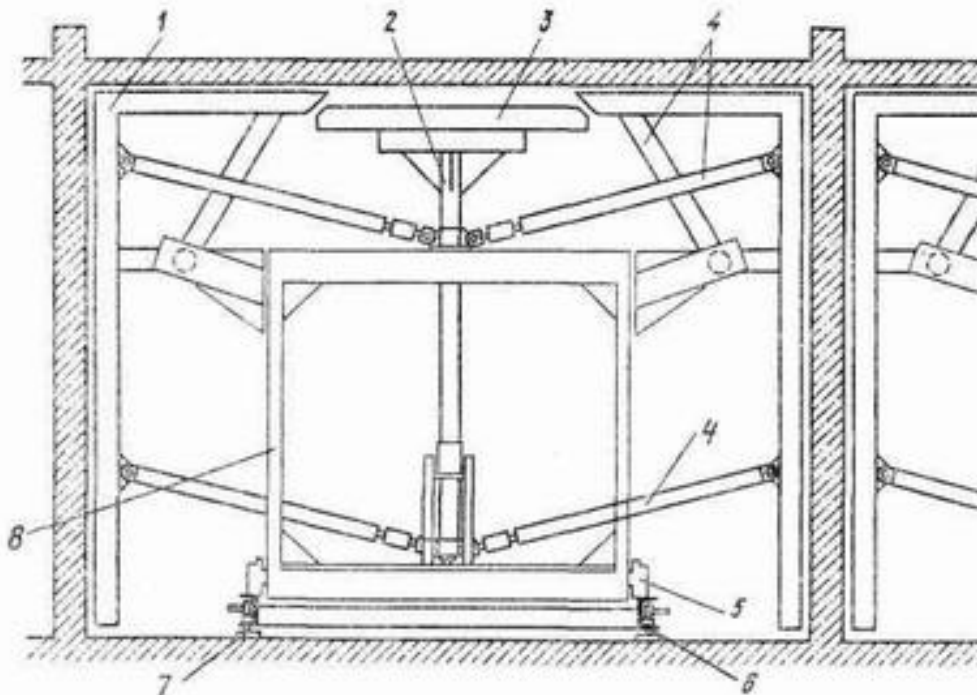


- **блочная** — при возведении отдельно стоящих фундаментов и фрагментов крупноразмерных конструкций



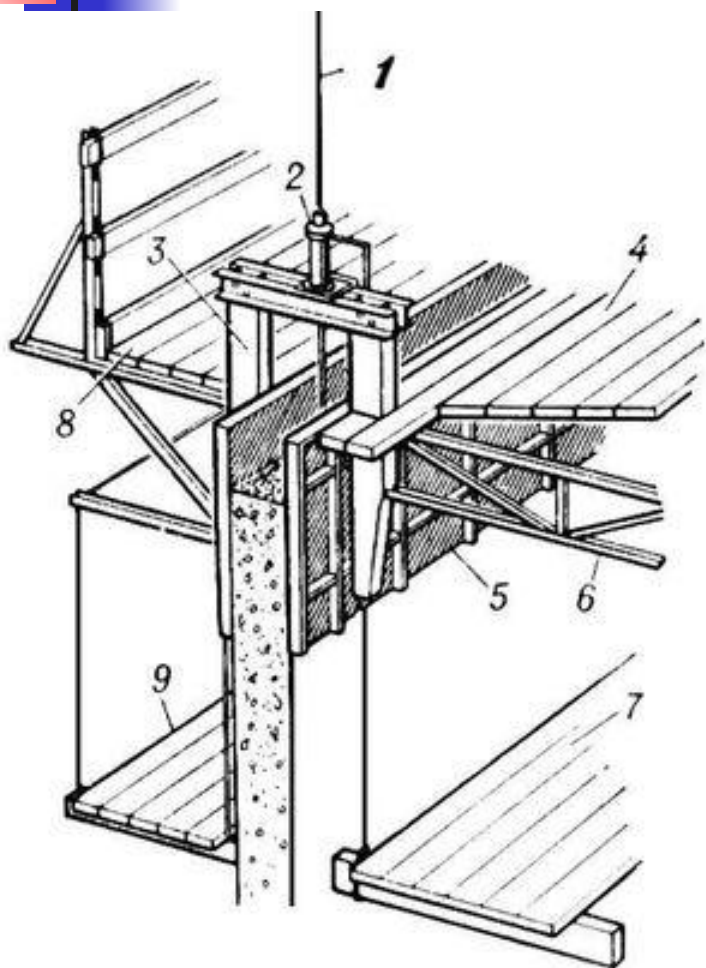
# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

- **объемно-переставная** — при возведении стен и перекрытий здания



# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

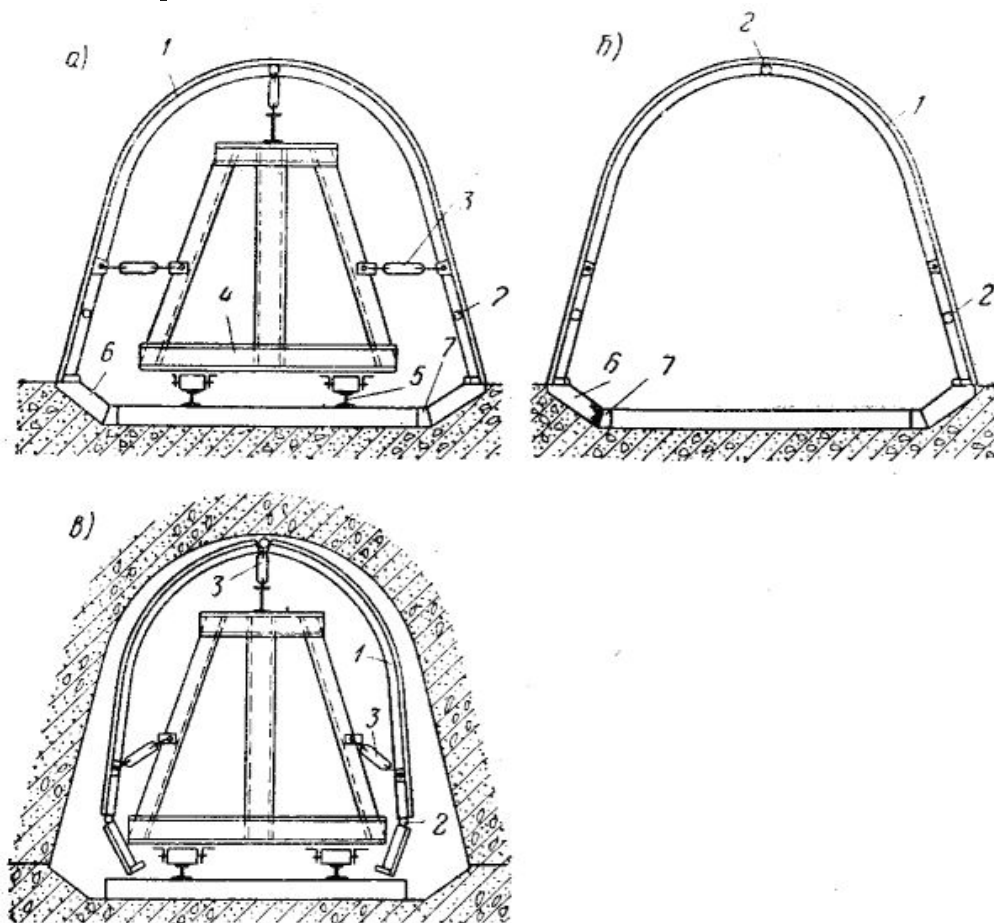
- **скользящая** — при возведении вертикальных конструкций зданий и сооружений большой высоты





# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

- **горизонтально-перемещаемая (катучая, туннельная)** — при возведении линейно протяженных конструкций





# Типы опалубок, получивших наибольшее распространение:

- **несъемная** — при возведении конструкций без распалубливания, с устройством гидроизоляции, облицовки, утепления и др.





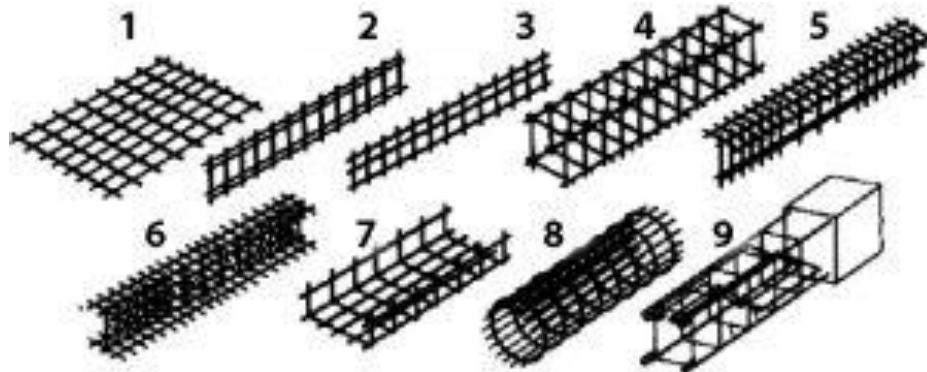
## **3. Армирование конструкций.**

---

- **Армирование конструкции производится**
  - без предварительного напряжения
  - с предварительным напряжением

# Монтаж ненапрягаемой арматуры

- **предварительное изготовление арматурных элементов**
- **установка их в проектное положение**
- Ручная укладка арматуры допускается при массе арматурных элементов не более 20 кг.





# Обеспечение защитного слоя бетона

---

**Защитный слой бетона** - расстояние между внешними поверхностями арматуры и бетона.

- Для этого в конструкциях арматурных элементов предусматривают **специальные упоры или поперечные стержни**, также с помощью бетонных, пластмассовых и металлических **фиксаторов**, которые привязывают или надевают на арматурные стержни.





# Напряженное армирование конструкций

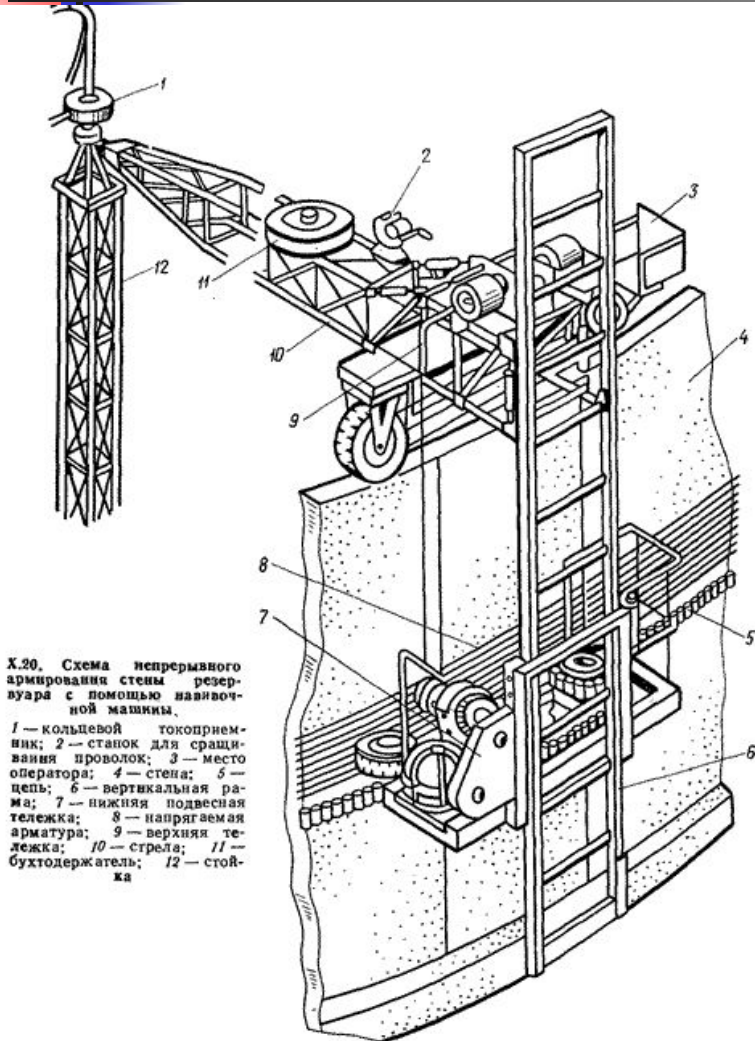
- **Линейный способ** При бетонировании конструкций оставляют каналы (открытые или закрытые). По приобретении бетоном заданной прочности в каналы укладывают арматурные элементы и производят их натяжение с передачей усилий на напрягаемую конструкцию.





# Напряженное армирование конструкций

- **Непрерывный способ** заключается в навивке с заданным натяжением бесконечной арматурной проволоки по контуру забетонированной конструкции.



# 4. Транспортирование и подача бетонной смеси

Варианты доставки бетона к месту укладки	Характеристики
<p data-bbox="28 571 695 635"><b>Авто-бетоновозами</b></p>  A technical line drawing of a concrete mixer truck. The truck is shown from a side profile, facing right. It has a cab on the left and a large, cylindrical rotating drum on the right. The drum is supported by a frame with two axles. The drawing includes various lines and numbers (1, 2, 3) indicating different parts of the vehicle.	<p data-bbox="743 549 1275 599">Открытые самосвалы</p> <p data-bbox="743 614 1120 685"><math>V_{\text{кузова}} = 3...5 \text{ м}^3</math></p> <p data-bbox="743 692 1845 806">(используют при транспортировке не более 10 мин)</p>
<p data-bbox="144 892 589 1049"><b>Автобетоно-смесителями</b></p>  A photograph of a concrete mixer truck. The truck is red and white, with a large rotating drum. The drum has the brand name 'TIGARBO' written on it. The truck is shown from a side profile, facing left. It has a cab on the left and a large, cylindrical rotating drum on the right. The drum is supported by a frame with two axles.	<p data-bbox="743 892 1729 1021">Бетонный смеситель установленный на автомобилях <math>V_{\text{кузова}} = 5...8 \text{ м}^3</math></p> <ul data-bbox="743 1035 1845 1335" style="list-style-type: none"><li data-bbox="743 1035 1845 1163">■ С принудительным перемешиванием бетонной смеси</li><li data-bbox="743 1192 1845 1335">■ С перемешиванием бетонной смеси только при движении автомобиля</li></ul>

Варианты подачи смеси	Виды бетона	Объем работ в смену
<p data-bbox="19 249 676 321">В крановых бадьях</p> <p data-bbox="19 342 367 421"><math>V=0,3-1\text{ м}^3</math></p> 	<p data-bbox="1130 249 1477 456">Мягкий и пластичный бетон</p>	<p data-bbox="1574 249 1835 314">До <math>50\text{ м}^3</math></p>
<p data-bbox="19 735 531 899">Конвейерными лентами</p> 	<p data-bbox="1130 735 1487 863">Пластичный бетон</p>	<p data-bbox="1574 735 1835 799">До <math>50\text{ м}^3</math></p>
<p data-bbox="19 1092 579 1156">Бетононасосами</p> 	<p data-bbox="1130 1092 1487 1220">Пластичный бетон</p>	<p data-bbox="1574 1092 1845 1220">Более <math>45\text{ м}^3</math></p>



# 5. Бетонирование конструкций



---

## *Требования:*

- Монолитность бетонной кладки
- Проектные физико-механические показатели
- Однородность бетона
- Сцепление бетона с арматурой
- Полное заполнение заопалубочного пространства



## *Методы укладки бетонной смеси:*

---

- С уплотнением
- Литьем (бетонные смеси с суперпластификаторами)
- Напорной укладкой

 *Основное правило* – новая порция

бетонной смеси должна быть уложена до начала схватывания цемента в ранее уложенном слое



# укладка бетонной смеси

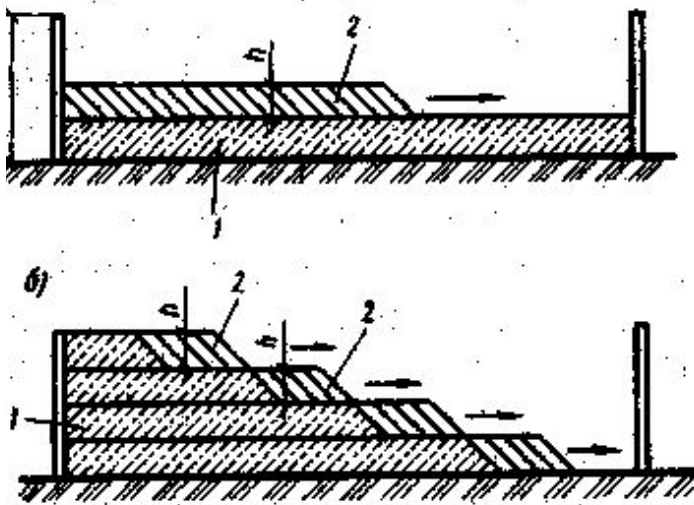
$$h \leq Q \cdot t / A,$$

где **h** – толщина укладываемого слоя, м,

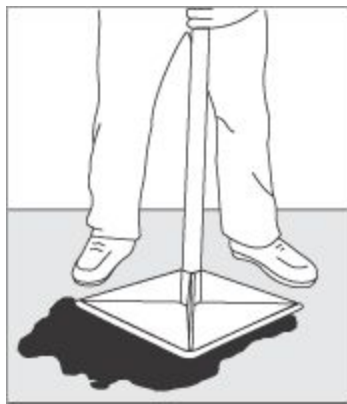
**Q** – интенсивность подачи бетонной смеси, м<sup>3</sup>/час,

**t** – максимально допустимый срок до перекрытия слоя ранее уложенного бетона, ч,

**A** – площадь бетонируемой конструкции, м<sup>2</sup>



# Уплотнение бетонной смеси



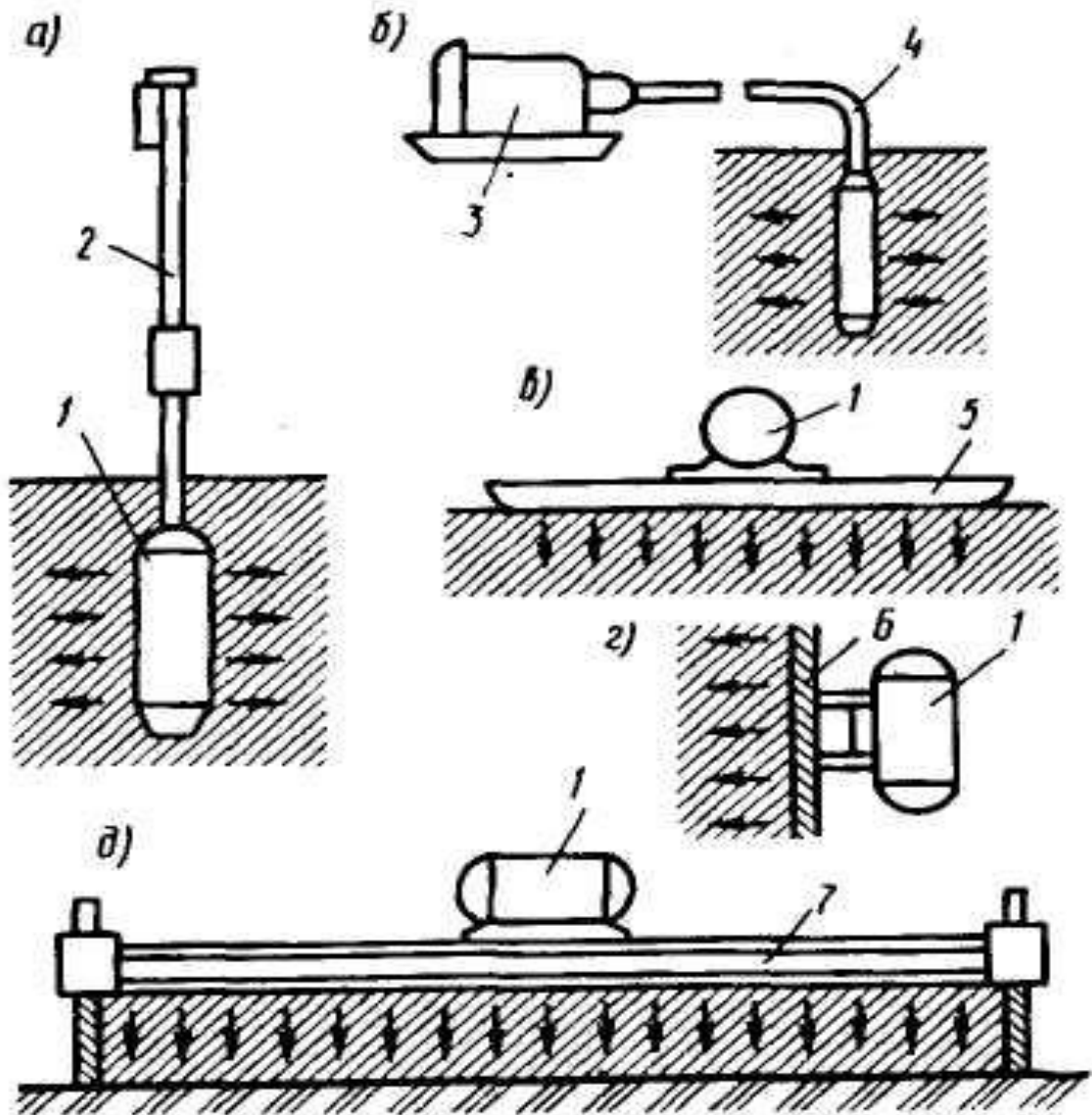
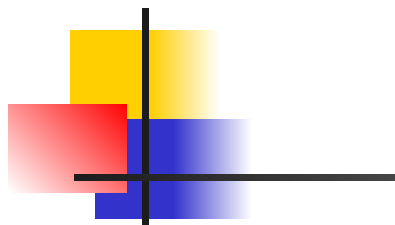
1. **Вибрированием**
2. **Штыкованием (шуровкой)**
3. **Трамбованием (ручными и пневматическими трамбовками)**



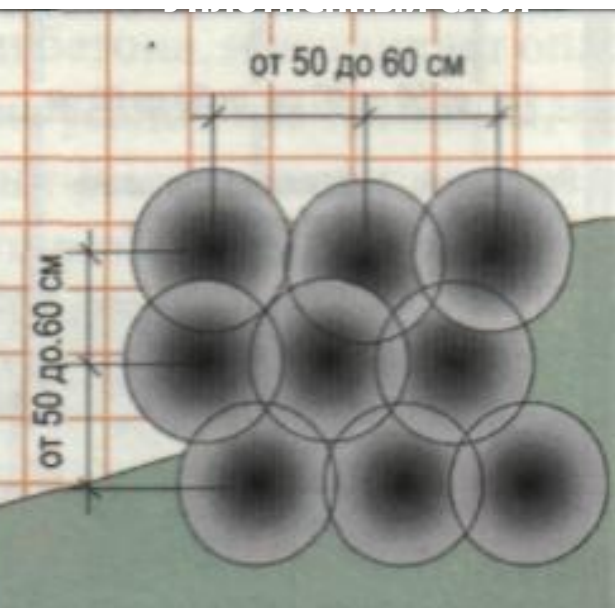
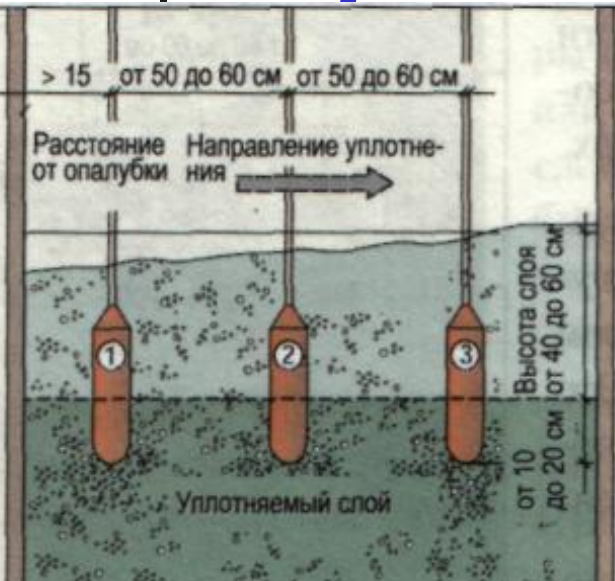


# Вибрирование

Виды вибраторов	Область применения	Радиус действия, см	Продолжительность вибрирования, с
<b>Внутренние</b> Типа булавы С гибким валом	Массивные конструкции с различной степенью армирования	15-60	20-40
	Густоармированные конструкции		
<b>Поверхностные</b> (виброрейка)	Тонкие плиты и полы	10-30	20-60
<b>Наружные</b> (устанавливаются на опалубку)	Густоармированные тонкостенные конструкции	20-40	50-90

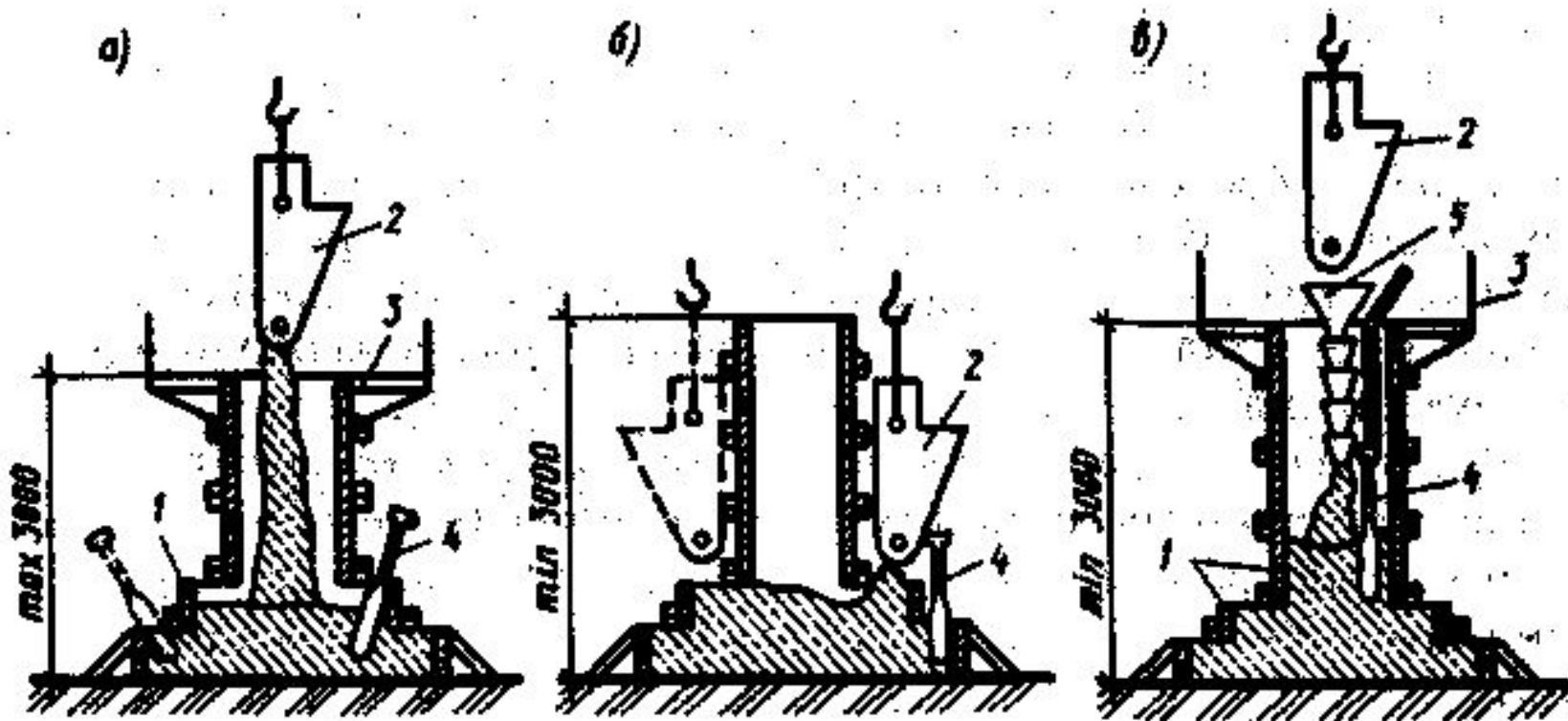


# Правила вибрирования



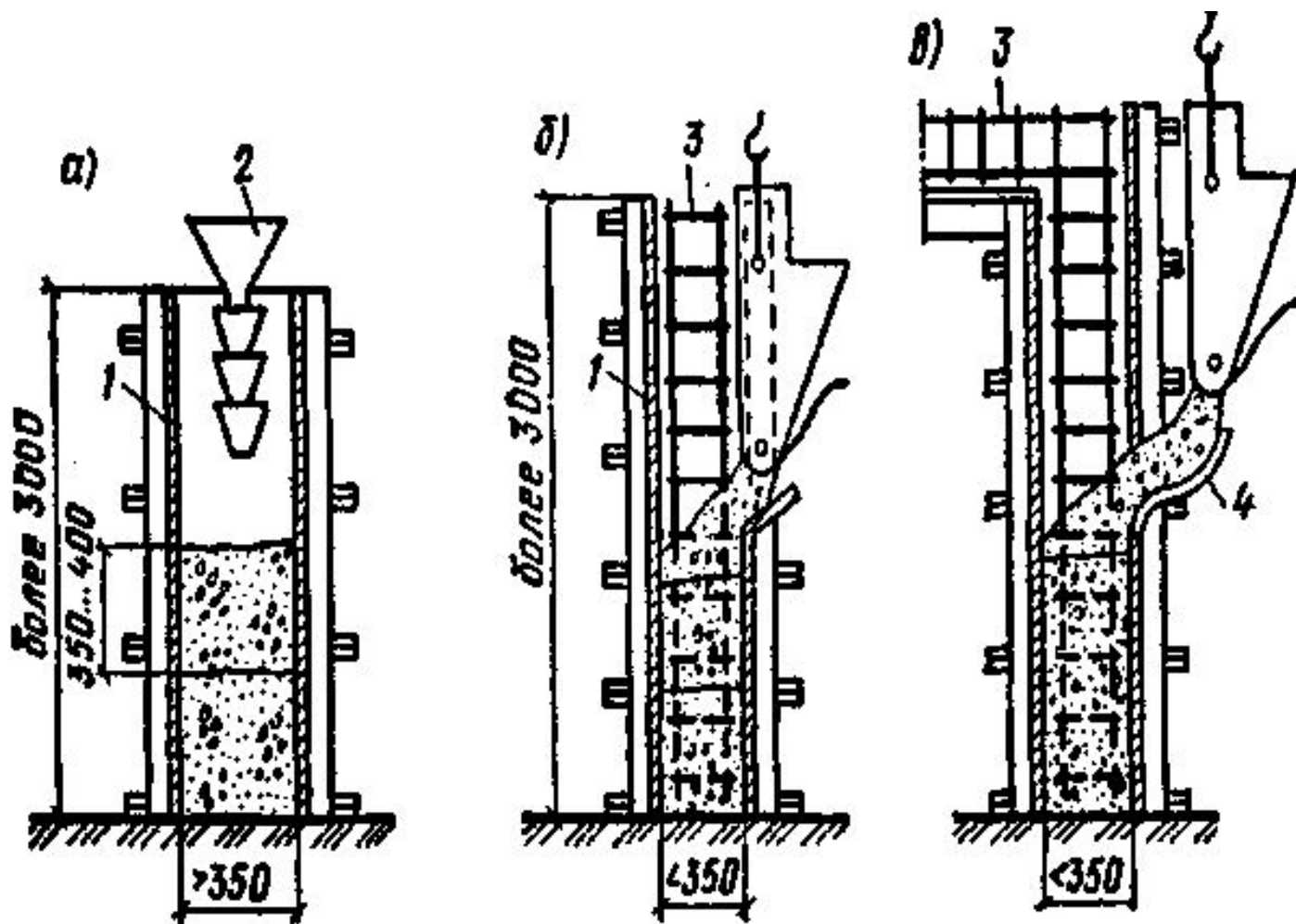
- Бетон сначала распределяют, а затем вибрируют
- Вибрирование до прекращения появления на поверхности пузырьков воздуха
- Вибратор не должен соприкасаться с арматурой

# А. Фундаменты и массивы

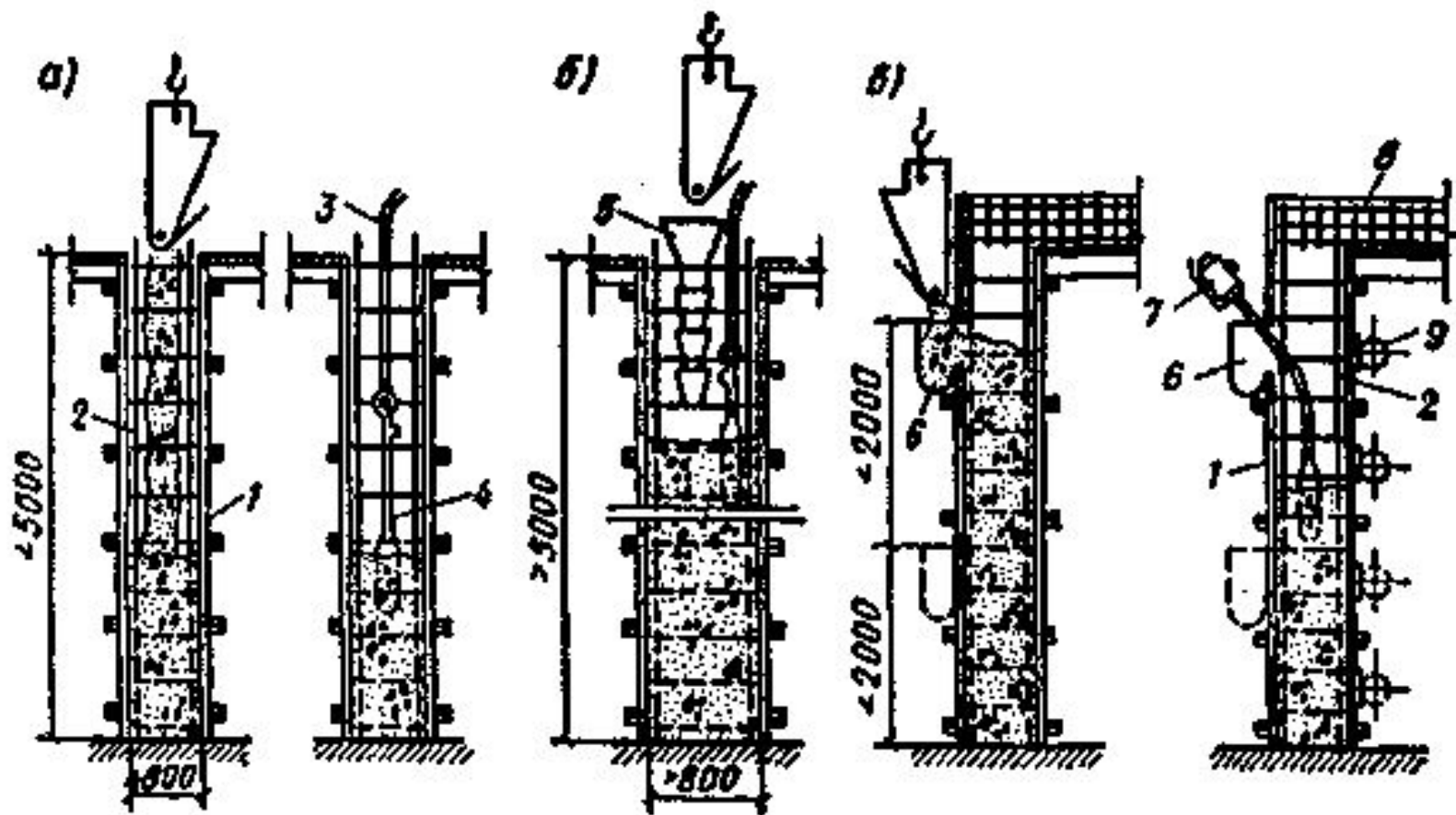




## Б. Стены и перегородки



# В. Колонны

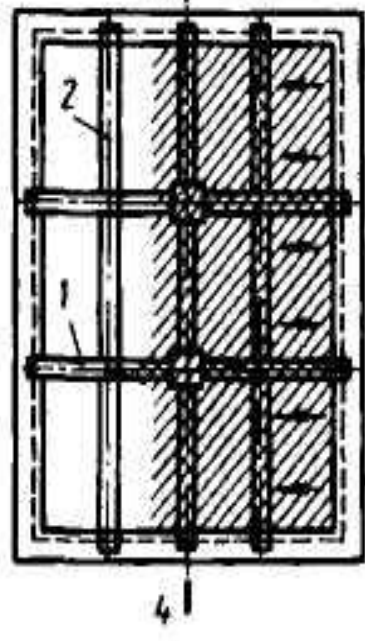
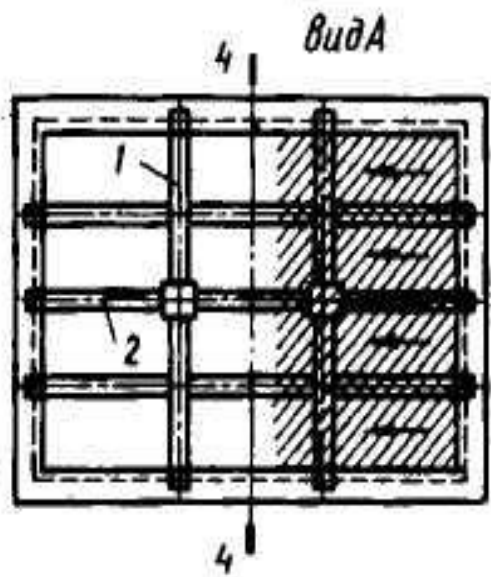
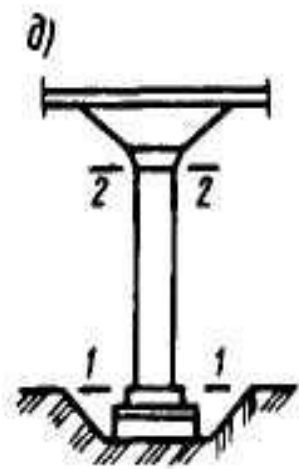
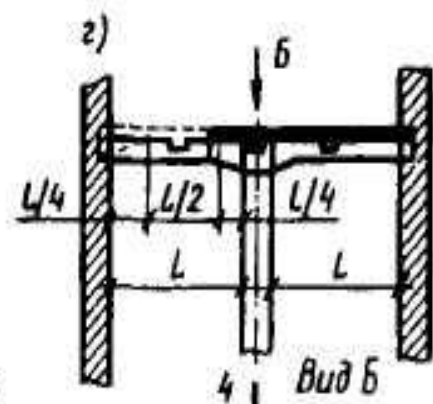
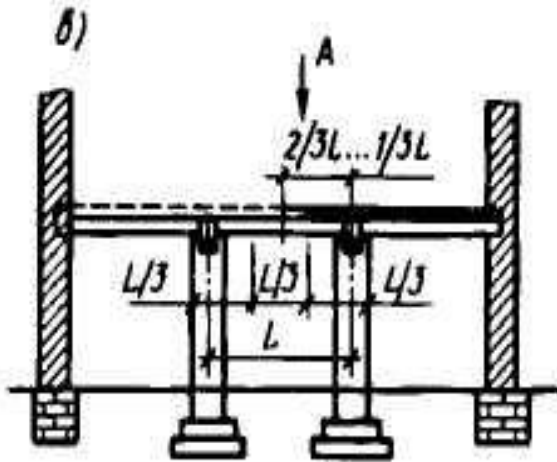
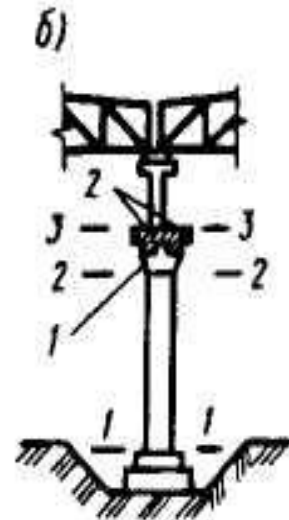
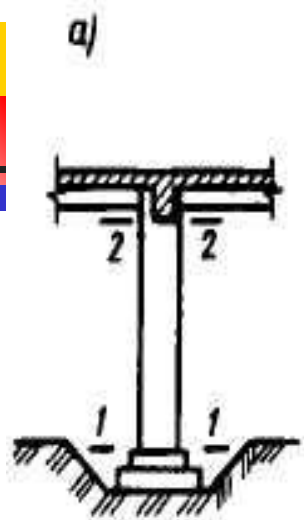


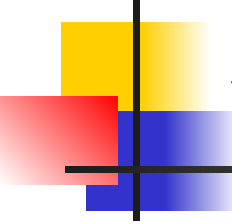


# Устройство рабочих швов

---

- **Рабочий шов** – это плоскость стыка между затвердевшим и новым (свежеуложенным) бетоном, образуется из-за перерыва в бетонировании (от 7 часов)



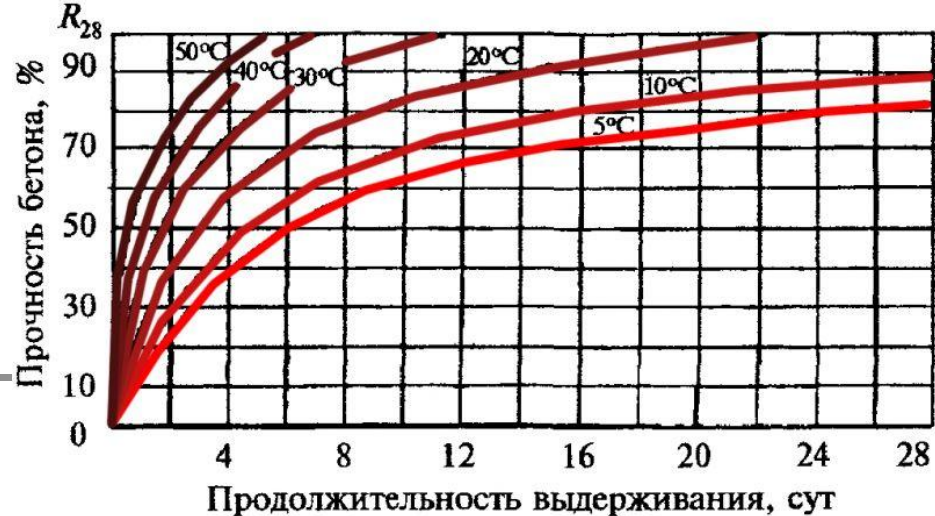


# Для надежного сцепления бетона в рабочем шве поверхность ранее уложенного бетона тщательно обрабатывают:

---

- Кромку очищают от цементной пленки
- Обнажают крупный заполнитель
- Подувают сжатым воздухом
- Промывают струей воды
- Арматурные стержни очищают от раствора

# Выдерживание бетона



Свежеуложенный бетон необходимо поддерживать во влажном состоянии путем:

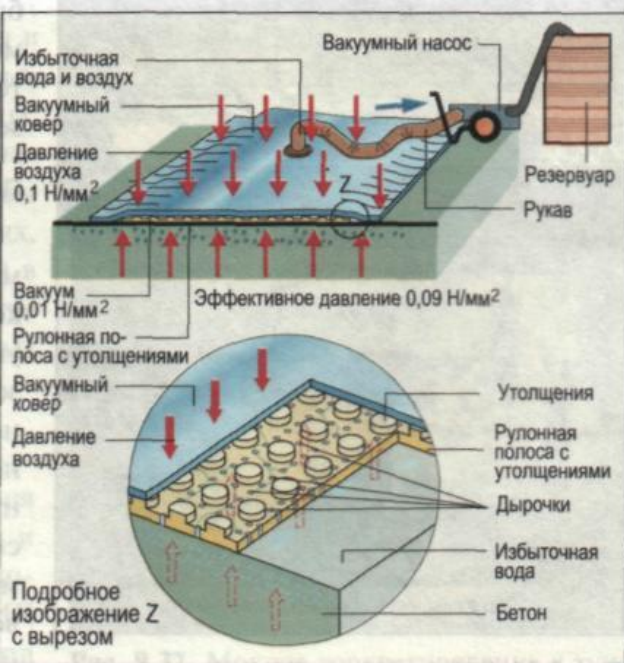
- Поливки (через 5...10 часов после укладки)
- Предохранения от солнечных лучей или мороза



# 6. Специальные способы бетонирования

<b>Методы бетонирования</b>	<b>Назначение</b>
Вакуумирование	Возможность применения жидких бетонов, улучшаются физико-механические характеристики бетона
Торкретирование (шприцбетон)	Исправление дефектов бетонирования, ремонт кородирующих поверхностей. Повышаются прочность, водонепроницаемость, морозостойкость
Подводное бетонирование	Укладка бетонной смеси под водой без производства водоотлива

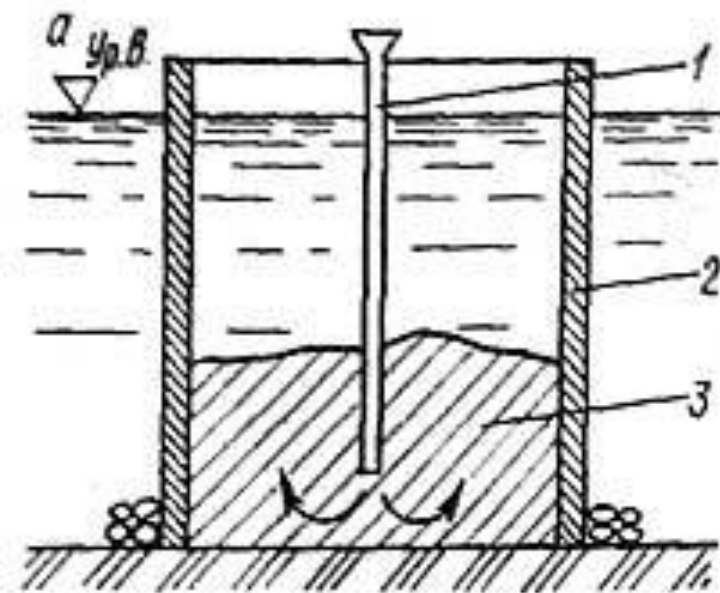
# Вакуумирование



# Торкретирование



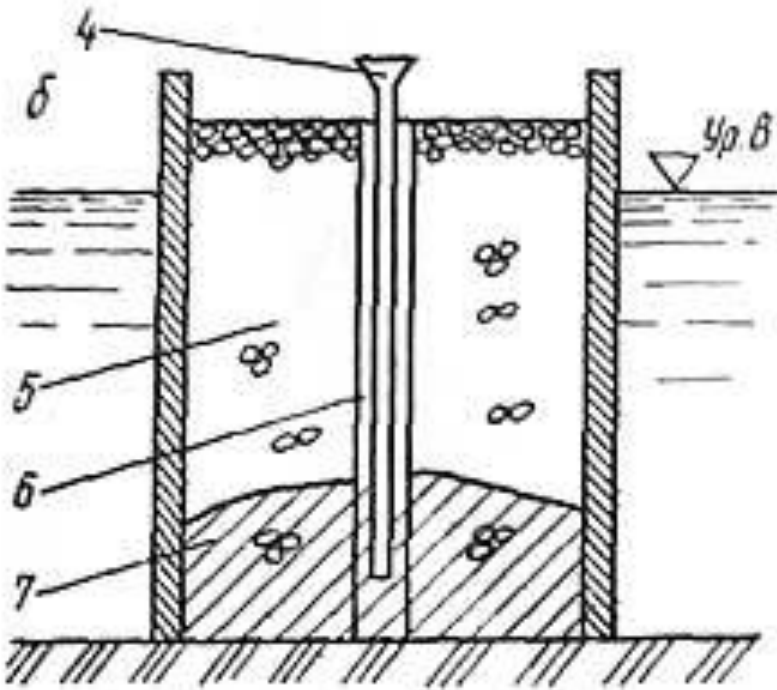
# Подводное бетонирование



- Метод вертикально перемещающейся трубы (**ВПТ**) применяется на глубинах от 1,5 до 50 м.
- Бетонируют таким методом в котловане, огражденном от проточной воды.
- Для подачи бетонной смеси в котлован устанавливают стальные бесшовные трубы.
- Опущенные до дна трубы с закрытыми нижними клапанами заполняют доверху бетонной смесью. Бетонная смесь, которую продолжают подавать, выходя из труб, выжимает кверху бетон, частично размытый водой.
- Трубы должны быть все время погружены в бетон: не менее чем на 0,8 м при глубине бетонирования до 10 м и не менее чем на 1,5 м при глубине до 20 м.

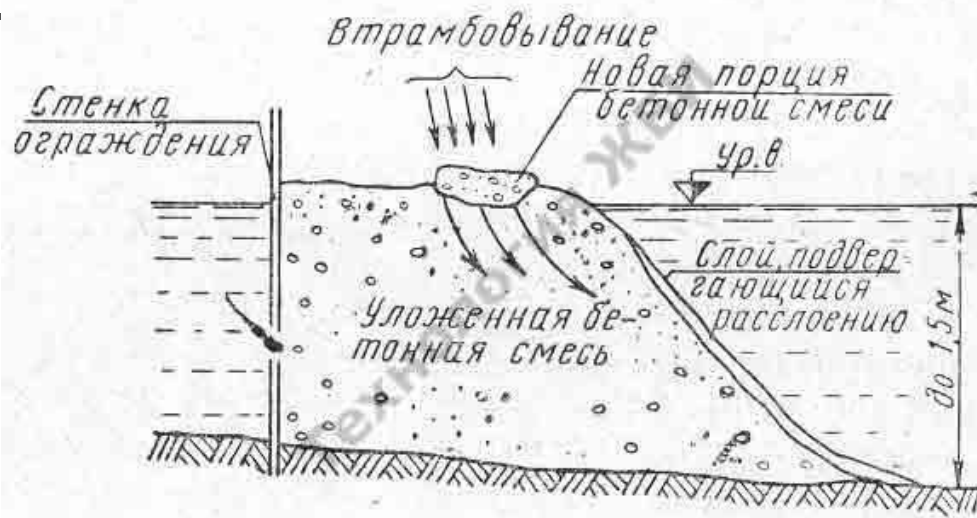


# Подводное бетонирование



- Метод восходящего раствора (**ВР**)
- Этот метод применяют на глубинах до 50 м, при ремонте сооружений в стесненных условиях, при бетонировании сооружений малого объема с густым армированием и сооружений, а также их частей из бутовой кладки.
- В каменную наброску или гравийно-щебеночную отсыпку через установленные трубы нагнетают под давлением цементный раствор или цементное тесто. Раствор, поднимаясь снизу вверх, вытесняет из пустот в наброске воду и создает монолит.

# Подводное бетонирование



- Метод втрамбовывания бетонной смеси
- Из бетонной смеси создают островок с последующим распространением бетонной смеси в блоке втрамбовыванием или вибрацией. Применяют этот метод при глубине воды до 1,5 м для конструкций, которые бетонируют до отметки, расположенной выше уровня воды, причем один из размеров блока в плане должен быть больше двойной глубины бетонирования.
- Новые порции бетонной смеси втрамбовывают в островок равномерно, не ближе 20-30 см от уреза воды. Этим приемом обеспечивается защита от соприкосновения с водой новых порций бетонной смеси.

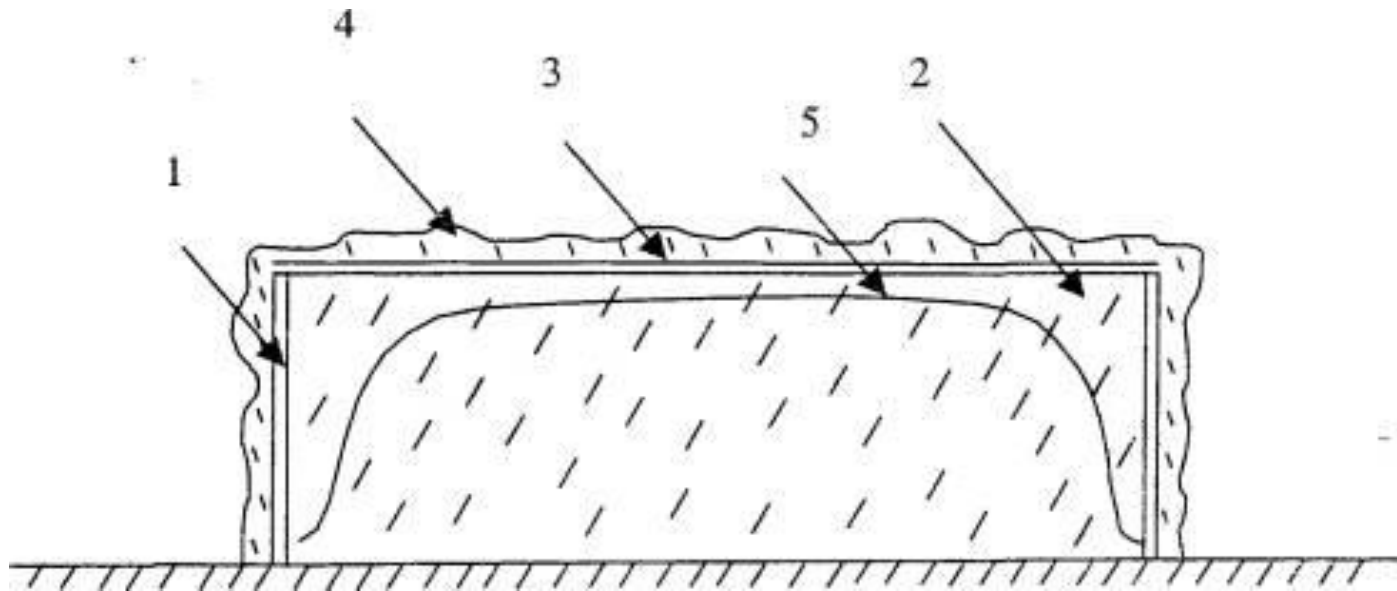




## 7. Особенности производства работ в зимнее время

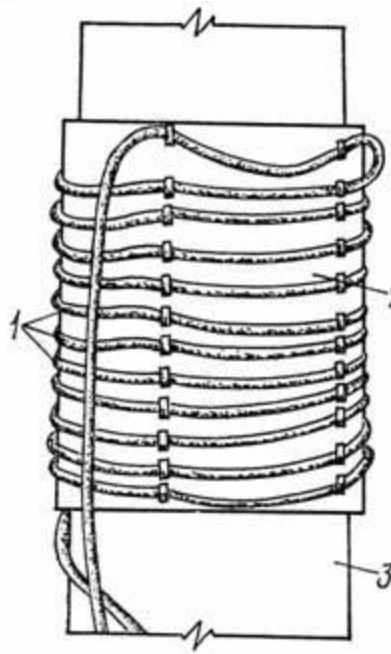
Методы	Суть метода
<b>Метод «Термоса»</b>	Бетонную смесь $t=15...30^{\circ}\text{C}$ укладывают в утепленную опалубку. Метод эффективен для массивных конструкций
<b>Искусственный прогрев бетона</b> (электропрогрев, индукционный, инфракрасный нагрев и др.)	Температуру уложенного бетона повышают до допустимой $60-80^{\circ}\text{C}$
<b>Использование бетонов с противоморозильными добавками</b>	В бетон вводятся добавки от 5 до 15% от веса цемента

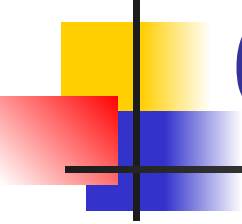
# Схема выдерживания бетона методом термоса



- 1 - опалубка; 2 - бетон; 3 - пароизоляция; 4 - теплоизоляция; 5 - температурная кривая разогрева бетона.

# Искусственный прогрев бетона





# Критическая прочность бетона до замерзания:

---

- Для конструкций с **ненапрягаемой арматурой** – **30-50%** проектной прочности
- Для конструкций с **напрягаемой арматурой** – **70%** проектной прочности
- Для конструкций к которым предъявляются **особые требования** - **100%** проектной прочности



# Самостоятельная работа:

---

- изучить вопрос «**Организация процесса поточного бетонирования**»
- **Соколов, Г.К.** Технология и организация строительства [Текст] -М.: Издательский Центр "Академия", 2002. **стр. 157-195**
- Технология и организация строительного производства: Учеб. для техникумов/ **Н.Н. Данилов**, С.Н. Булгаков, М.П. Зимин; Под ред. Н.Н.Данилова. - М.: Стройиздат, 1988.