

5. УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ.
УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ.
СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ УКЛАДКИ.
УХОД ЗА БЕТОНОМ И РАСПАЛУБКА.

Уплотнение бетонной смеси

Технологические приемы уплотнения бетонной смеси

- 1. Штыкование.**
- 2. Трамбовование.**
- 3. Адсорбирование.**
- 4. Вакуумирование.**
- 5. Вибрирование.**

Уплотнение бетонной смеси

- **Штыкование** - проталкивание кусков щебня, зависающих между стержнями арматуры, шуровкой.
- **Трамбование** – уплотнение бетонной смеси с помощью ручных, пневматических или электрических трамбовок.
- **Адсорбирование** бетона – удаление излишнего воздуха и воды из бетонной смеси достигается путем изготовления опалубки с водопоглощающим внутренним слоем. (ДСП, пористые синтетические материалы и т. п.)
- **Вакуумирование** – механическое удаление при помощи разряженного воздуха излишней несвязанной воды и воздуха из бетонной смеси высокой подвижности.

Вакуумирование бетона

Заключается в уплотнении бетонной смеси за счет отсоса из нее свободной воды и воздуха.

Вакуумирование бетона производят с опалубленными и неопалубленными поверхностями конструкций.

Вакуумирование обеспечивает возможность достижения сразу после его завершения высокой начальной прочности бетона 0,3-0,5 МПа, что позволяет осуществлять немедленную распалубку, а при устройстве плоских конструкций приступать к заглаживанию верхней поверхности без всякого разрыва во времени после снятия с нее вакуум-оснастки.

Вакуумирование увеличивает химическую стойкость, водонепроницаемость, морозостойкость бетона.

Вакуумирование наиболее эффективно для тонкостенных конструкций (не более 25-30 см) с большой площадью поверхности.

Вакуумирование бетона

Для поверхностного вакуумирования бетона применяют жесткие вакуум-щиты или гибкие вакуумные маты. Они прилегают к поверхности бетона и герметизируются по периметру. Между поверхностью бетона и вакуум-покрытием образуется замкнутая полость, из которой отсасывается воздух.

Устройство жестких и гибких вакуум-покрытий аналогично.

Непосредственно к бетону прилегает фильтрующая ткань, предотвращающая вынос вместе с отсасываемой водой частиц цемента и мелких фракций песка. Поверх этой ткани расположена гибкая распределительная сетка, назначение которой – обеспечить зазор между фильтром и верхним накрывочным слоем, из под которого производится откачка воздуха. Этот зазор необходим для равномерного распределения разрежения по обрабатываемой площади.

Вакуумирование бетона

Жесткий вакуум-щит состоит из короба с герметизирующей прокладкой по контуру. Нижняя часть вакуум-щита состоит из основы в виде двух металлических сеток и натянутой по ним фильтрующей основы. При включении насоса в полости щита образуется вакуум, из бетона отсасывается воздух и свободная вода, которая направляется в водосборник.

Для вакуумирования неопалубливаемых поверхностей (полы, дороги) вместо вакуум-щитов рационально применять гибкие вакуум-маты. Важнейшим достоинством последних является возможность их использования на площадях с любыми линейными размерами, в то время как размеры щитов должны строго соответствовать обрабатываемым участкам. Гибкое верхнее герметизирующее покрытие может быть шире обрабатываемой поверхности и раскатываться из рулона на расстояние меньшее, чем вся его длина.

Для внутреннего вакуумирования преимущественно массивных конструкций применяют вакуум-трубки.

Технология выполнения работ при вакуумировании

- Укладка подвижной смеси;
- укладка вакуум-матов или щитов, включенных через всасывающие шланги в магистральную линию с вакуум-насосом;
- создание разряжения над поверхностью бетонной смеси с помощью вакуум – насоса;
- отвод излишней воды в водосборник через фильтры.

Вакуумирование бетона

а—конструктивная схема вакуум-шита; **б**—схема устройства вакуум-полости; **в**—конструктивная схема вакуум-мата; **г** — схема вакуум-установки и вакуумирования бетона плит и стен; **1**—щит-опалубка; **2**—штуцер; **3**—резиновый фартук; **4**— вакуум-полость; **5** — герметизирующий замок; **6**—плетеная сетка; **7**—тканая сетка; **8**—фильтровальная ткань; **9** — верхний элемент; **10**—отсасывающий шланг; **11**— нижний элемент; **12**— вакуум-насос; **13** — ресивер; **14** — водосборник; **15** — гибкий всасывающий шланг; **16** — коллектор; **17**—вакуум-опалубка; **18** — вакуум-щит.

Средства виброуплотнения

1. Глубинные вибраторы :

- со встроенным двигателем П. (вибробулава) Ø76,114,133;
- с вынесенным двигателем (виброигла) Ø25-75 мм;
- пакеты (несколько вибробулав подвешенных на крюке «крана»;
- «торпеды» (глубинные вибраторы повышенной мощности жестко закреплены на тракторе).

2. Поверхностные вибраторы:

- площадочный.;
- виброрейка ;

3. Наружные вибраторы, крепятся болтами.

Вибраторы для уплотнения бетонной смеси:

а — шуровка; *б* — вибратор глубинный (внутренний); *в* — вибратор наружный; *г* — пакетный глубинный вибратор; *д* — глубинный (внутренний) вибратор с двигателем, встроенным в наконечник; *е* — то же, с двигателем, вынесенным к ручке; *ж* — то же, с гибким валом; *и* — поверхностный вибратор; *к* — передвижка поверхностного вибратора; *л* — установка глубинного вибратора; *1* — корпус вибратора; *2, 10* — штанги; *3* — металлическая площадка; *4* — опалубка; *5* — двигатель; *6* — штанга с жестким валом; *7* — гибкий вал; *8* — серьга; *9* — зажим; *//* — непровибрированные участки бетона

Правила уплотнения

- **Уплотнять бетонную смесь послойно**, каждый укладываемый слой ($h_{\text{сл}} = (0,5 \div 1,25)L$ рабочей части вибр.
- **Радиус действия вибрирования $R_d \approx 4d$** . Необходимо это учитывать.
- **Время виброуплотнения** (обычно 1- 2 минуты).

Технология укладки бетонной смеси в конструкции

Рабочие швы

Для обеспечения монолитности железобетонных конструкций рекомендуется там, где это возможно, осуществлять непрерывную укладку бетонной смеси. Однако в большинстве случаев перерывы неизбежны, поэтому устраиваются рабочие швы.

Места сопряжения ранее уложенного и свежего бетона рекомендуется устраивать в нулевых точках расчетных эпюр моментов.

Рабочие швы в вертикальных элементах (колоннах, пилонах) должны быть горизонтальны и перпендикулярны граням элемента.

В балках, прогонах и плитах рабочие швы располагают вертикально, так как наклонный шов (в плоскости действия скалывающих напряжений) ослабляют конструкцию.

Бетонирование массивных конструкций

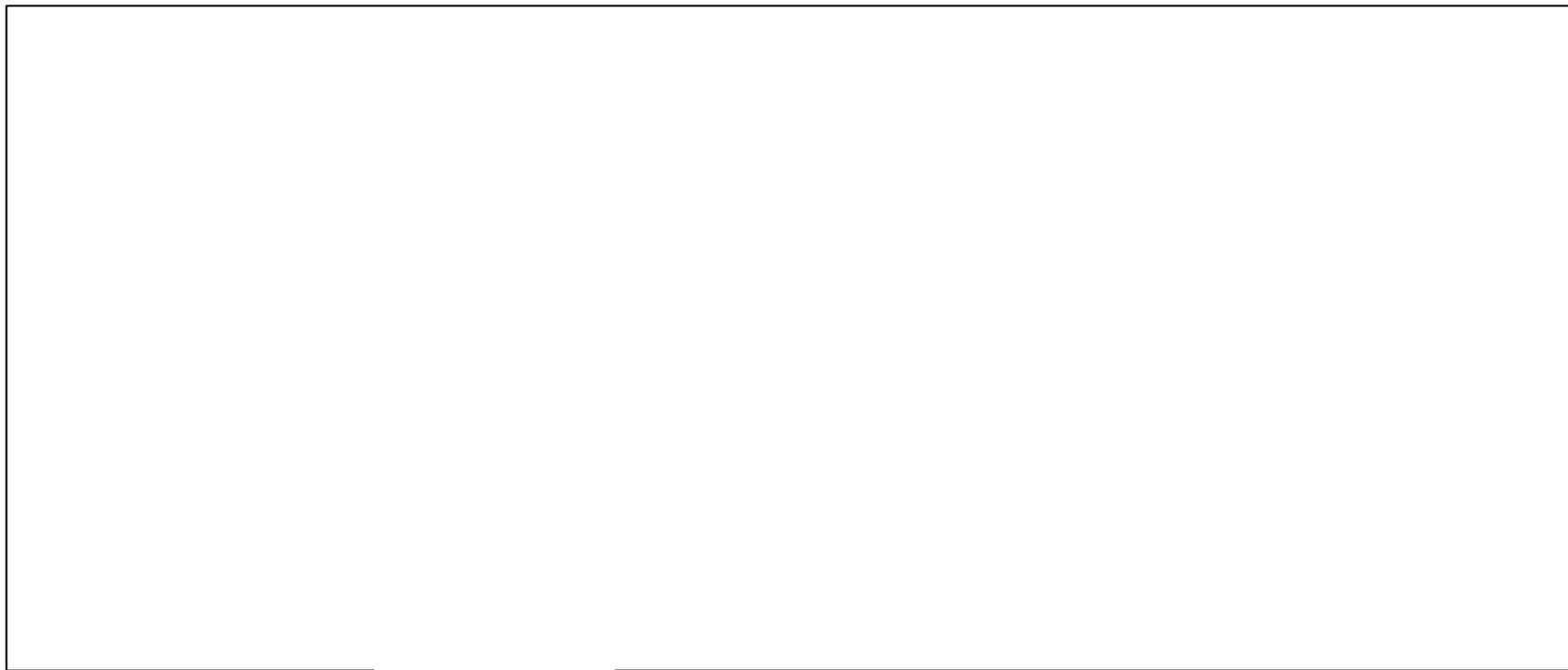
1. Установка маяков на всю высоту.
2. Бетонирование первого яруса четных блоков.
3. Технологический перерыв.
4. Бетонирование первого яруса нечетных блоков.
5. Бетонирование второго яруса четных блоков.
6. Технологический перерыв.
7. Бетонирование второго яруса нечетных блоков и т.д.

Уплотнение бетонной смеси в массивных бетонных конструкциях

Для уплотнения массивных бетонных конструкций используются:

1. Пакеты глубинных вибраторов, подвешиваемых на крюке крана.
2. Системы глубинных вибраторов, подвешиваемых на тракторе.
3. Отдельные мощные глубинные вибраторы.

Схемы бетонирования колонн



а — колонны высотой до 5 м; б — то же, высотой более 5 м; в — то же, при густой арматуре; г — установка разделительного щита в опалубку балок;
/ — опалубка; 2 — бадья; 3 — веревка; 4 — глубинный вибратор;
5 — воронка хобота; 6 — вибратор с гибким валом; 7 — карман;
8 — разделительный щит.

Схемы бетонирования стен

д — толстой стены; е — густоармированной тонкой стены; ж — подпорной стены; / — опалубка; 2 — бадья; 3 — веревка; 4 — глубинный вибратор; 5 — воронка хобота; 8 — разделительный щит; 9 — хобот; 10 — автобетоновоз.

Схемы бетонирования фундаментов

и — ступенчатого фундамента высотой до 3 м; к — то же, высотой более 3 м; / — опалубка; 2 — бадья; 3 — веревка; 4 — глубинный вибратор; 5 — воронка хобота; 9 — хобот.

Технология бетонирования фундаментов

Порядок выполнения работ:

- Бетонирование подушки основания.
- Установка арматурного каркаса.
- Устройство опалубки.
- Бетонирование ступени до подколонника.
- Бетонирование подколонника (швы не допускаются).

Схемы бетонирования фундаментных плит, полов

л — плиты по грунту (**/** — горизонтальными, **//** — наклонными слоями; **///** — ступенями); **м** — плиты по подготовке; **2** — бадья; **12** — вибробрус; **13** — тачка; **14** — бетонная смесь; **15** — арматура; **16** — катальный ход; **17** — уложенный слой бетона; **18** — укладываемый слой бетонной смеси.

Технология бетонирования горизонтальных поверхностей

1. Разбивка площади бетонирования на полосы шириной 3-4 м.
2. Устройство маяков (маячных направляющих досок).
3. Укладка бетона на 1-2 см выше маяков.
4. Уплотнение поверхности виброрейкой или площадочным вибратором (на глубину до 20 см).
5. Железнение.

Полосы бетонируют через одну, причем промежуточные – после затвердения бетона в смежных полосах.

Перед бетонированием промежуточных полос маячные доски снимают. По граням досок образуются рабочие швы.

Специальные способы укладки бетона

Подводное бетонирование

Применяют при строительстве опор мостов и других сооружений, возводимых в водоемах или в условиях высокого стояния грунтовых вод.

1. Способ вертикально перемещаемой трубы (ВПТ).
2. Способ восходящего раствора (ВР) /раздельное бетонирование/.

Бетонирование методом ВПТ

а —комбинированное размещение оборудования; *б* —с размещением оборудования на железобетонной вертикальной опалубке и подачей бетонной смеси бетононасосом; *в* — с размещением оборудования на шпунтовом ограждении; *г* — железобетонное ограждение; *2* — бетонлируемый блок;
3 — лебедка; *4* — рабочая площадка; *5* — заливочные трубы с воронками; *6* — башенный подъемник;
7 — загрузочный ковш подъемника; *8* — плавучий бетонный завод; *9* — бетоновод; *10* — плавучий кран;
// — мешки с цементным раствором; *12* — трос.

Метод восходящего раствора (ВР).

Область применения: Бетонирование конструкций в труднодоступных местах, например под водой, густоармированные конструкции, крупные фундаменты, стены резервуаров, гидротехнические сооружения.

Суть метода:

- Установка опалубки блока, фундаментов или стены резервуара.
- Установка арматуры.
- Установка труб для подачи раствора с шагом 3-6 м.
- Заполнение опалубки щебнем
- Заполнение пустот в щебне цементно-песчаным раствором через трубы с воронками.

Бетонирование методом ВР /раздельное бетонирование/

а — с шахтами; б — без шахт; в — втрамбовывание бетонной смеси; 3 — лебедка; 4 — рабочая площадка; 5 — заливочные трубы с воронками; 6 — башенный подъемник; 7 — загрузочный ковш подъемника; 8 — плавучий бетонный завод; 9 — бетоновод; 10 — плавучий кран; // — мешки с цементным раствором; 12 — трос; 13 — каменно-щебеночная отсыпка; 14 — раствор; 15 - шахта; 16 - шланг; 17 — растворонасос.

Раздельное бетонирование заключается в подаче цементно-песчаного раствора в пустоты между крупным заполнителем, предварительно уложенным в опалубку бетонируемой конструкции. Он применяется при возведении железобетонных резервуаров, где требуется повышенная водонепроницаемость бетона; при бетонировании густоармированных конструкций или выполнении бетонных работ в труднодоступных местах, при бетонировании в условиях интенсивного притока грунтовых вод и т.д.

Различают два способа раздельного бетонирования – гравитационный и инъекционный. В первом случае раствор проникает в пустоты между крупным заполнителем под действием сил тяжести. Во втором – под давлением, образуемым нагнетанием. Метод нагнетания более эффективен и применяется при бетонировании тонкостенных конструкций.

Торкретирование бетона

Слово «торкрет» в переводе с латыни - уплотненная штукатурка.

Торкретирование заключается в нанесении под давлением в струе сжатого воздуха жестких сухих или готовых бетонных смесей и растворов на бетонную поверхность, деревянную, сетчатую или пневматическую опалубку.

При торкретировании сухими смесями сухую цементно-песчаную смесь загружают в цемент-пушку и под давлением сжатого воздуха 0,2-0,4 МПа по рукаву подают к насадке. В насадке сухая смесь смешивается с подаваемой по второму рукаву водой и наносится слоями на обрабатываемую поверхность.

Торкретирование готовой смесью выполняется без подачи в насадку воды.

Торкретирование обеспечивает по сравнению с обычным бетоном более высокие плотность, водонепроницаемость, морозостойкость, адгезию к ранее уложенным бетонам.

Разновидностью торкретирования является шприц-бетон или набрызг-бетон. Суть его в том, что с помощью набрызг-установки по шлангу под давлением подают отдозированную бетонную смесь с крупностью фракций до 20-25 мм. В насадку по второму рукаву подают воду с напором не менее 0,6 МПа. Перемешанную в смесительной камере увлажненную смесь наносят на торкретируемую поверхность.

Этот метод используют как для обычного торкретирования, так и для бетонирования самых различных конструкций, например, тонкостенных конструкций сложной конфигурации; заглубленных в грунт сельскохозяйственных хранилищ и т.д.

Технология работ при торкретировании

1. Подготовка поверхности к торкретированию (очистка и увлажнение).
2. Нанесение одного слоя цементно-песчаного раствора до 25 мм. Общая толщина 50-70 мм.
3. Отделка (при необходимости) нанесенного слоя.
4. Водоудерживающие мероприятия (накрывают брезентом или пленочным покрытием).

Уход за бетоном и распалубка конструкций

Уход за бетоном

Мероприятия по уходу за бетоном в условиях сухого и жаркого климата:

- опалубку, обращенную на южную сторону покрывать белой краской.
- Устанавливать тенты для защиты от прямых солнечных лучей, ветра, дождя.
- Поверхность свежеложенного бетона покрывать лаком «Этиноль», битумными эмульсиями, полиэтиленовыми пленками и т. п.
- Поверхность бетона увлажняют.

Распалубливание забетонированных конструкций

- 1. Время распалубливания должно быть минимальным**, иначе оборачиваемость опалубки будет не высокой, могут возникнуть сложности с отделением и очисткой опалубки.
 - **Вертикальные щиты** фундаментов, колонн, стен, ригелей и балок распалубливают через 8-72 часа (1 смена – 3 суток).
 - **Несущие щиты** опалубки плит покрытия, плит перекрытия, нижней части ригелей с вылетом до 6 м – распалубливают тогда, когда бетон достигнет 70 % прочности (\approx 1 неделя).
 - **Предварительно-напряженные конструкции** - когда бетон достигнет 80 % прочности (2 недели).
 - **Элементы большепролетных конструкций** - когда бетон достигнет 100 % прочности (1 месяц).
 - **Элементы с жесткой арматурой** (колонны с двутавровыми балками) - когда бетон достигнет 100 % прочности (1 месяц).
- 2. Последовательность разборки:** вначале снимают боковые элементы, затем – несущие элементы (нижние). Пространственные конструкции - от середины к краям.
- 3. Уход за опалубкой.**
- 4. Уход за распалубленной поверхностью.**