

Тема 5. Оборудование и технология выполнения работ по профессии

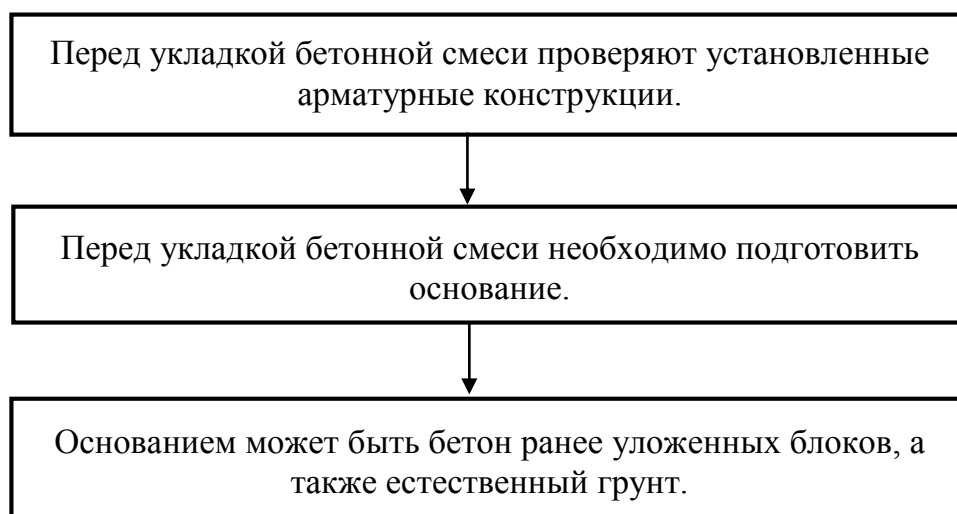
5.2. Способы укладки бетонной смеси. Уход за бетоном

После приготовления бетонную смесь необходимо уложить в блоки бетонирования. Укладку производят после подготовительных работ, которые включают:

1. **По опалубке** – проверку основных отметок, геометрических размеров, вертикальности, отсутствие щелей, наличия фиксирующих подкладок и закладных деталей;
2. **По арматуре** – качество сварных швов, правильность установки, надежность закрепления, обеспечение защитного слоя бетона.

Для надежного сцепления со свежеложенной бетонной смесью арматуру очищают от грязи, отслаивающейся ржавчины и налипших кусков раствора пескоструйным аппаратом и проволочными щетками.

Перед бетонированием опалубку очищают от грязи и мусора, и на внутреннюю поверхность наносят смазывающие материалы для снижения сцепления бетона с опалубкой. Деревянную опалубку перед укладкой бетонной смеси обильно смачивают водой, а имеющиеся щели законопачивают. Поверхность металлической опалубки покрывают маслом, а бетонные, железобетонные и армоцементные опалубки смачивают водой.



Готовность основания под укладку бетоном оформляют актом.

Методы укладки бетонной смеси выбирают с учетом типа конструкции, ее расположения, климатических условий и т.д.

Укладка бетонной смеси должна быть осуществлена такими способами, чтобы были обеспечены **монолитность уложенного бетона, проектные физико-механические показатели и однородность бетона**, надлежащее его **сцепление с арматурой и закладными деталями** и **полное (без каких-либо пустот) заполнение бетоном заопалубленного пространства** возводимой конструкции.

Укладку бетонной смеси осуществляют тремя методами:

1. *С уплотнением;*
2. *С литьем* (бетонные смеси с суперпластификаторами);
3. *С напорной укладкой.*

При каждом методе укладки должно быть соблюдено основное правило:

Новая порция бетонной смеси должна быть уложена до начала схватывания цемента в ранее уложенном слое. Этим исключается необходимость устройства рабочих швов бетонирования по высоте конструкции.

Как правило, укладку в небольшие в плане конструкции (колонны, балки, тонкостенные стены, перегородки и др.) ведут сразу на всю высоту без перерыва для исключения устройства рабочих швов. В большие в плане конструкции (например, массивные фундаментные плиты) бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями и, как правило, сразу по всей площади. Слои должны быть одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях.

При укладке бетонной смеси с уплотнением полученная по расчетам толщина слоя должна соответствовать (но не превышать) установленной нормами глубине проработки применяемых в данных конкретных условиях технических средств уплотнения. При подаче бетонной смеси в опалубку бетононасосом необходимо осуществлять напорное бетонирование, при котором конец бетоновода должен быть постоянно заглублен в укладываемую бетонную смесь. Поступающая снизу опалубки через бетонолитную трубу бетонная смесь, поднимаясь вверх, будет под давлением последовательно заполнять всю бетонируемую полость. Литая бетонная сверхпластичная смесь с осадкой конуса 14-16 см со специальными добавками, в частности суперпластификаторов, позволяет смеси самоуплотняться без вибрирования.

Доставленная автобетоносмесителями смесь должна подаваться краном в бункерах или бадах к месту укладки, целесообразно использовать бетононасосы с распределительной стрелой.

Перед укладкой бетонной смеси в опалубку необходимо проверить качество установки и закрепления опалубки, а также всех конструкций и элементов, закрываемых в процессе бетонирования (арматура, закладные детали и др.).

Бетонную смесь укладывают в бетонируемую конструкцию горизонтальными слоями приблизительно одинаковой толщины, без разрывов по длине и с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру, закладные детали, винтовые стяжки и другие элементы опалубки. Глубина погружения глубинного вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5-10 см. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия. Укладку последующего слоя бетонной смеси необходимо выполнять до начала схватывания бетона предыдущего слоя.

Продолжительность вибрирования должна обеспечить достаточное уплотнение, основными признаками которого являются:

- Прекращение оседания уложенной бетонной смеси;
- Появление цементного молока на ее поверхности;
- Прекращение выделения на поверхности пузырьков воздуха.

В процессе производства бетонных работ необходимо постоянно контролировать состояние опалубки и закладных деталей.

Качество бетона в сооружении во многом зависит от правильной укладки бетонной смеси при бетонировании. Смесь должна *плотно прилегать к опалубке*, арматуре и закладным частям сооружения и полностью (без каких-либо пустот) заполнять объем бетонируемой части сооружения.

Обычно процесс укладки разделяют на две операции: *распределение поданной в конструкцию бетонной смеси и уплотнение ее* на месте укладки.

Наиболее распространена схема бетонирования с укладкой горизонтальных слоев толщиной 30—50 см по всей площади бетонируемой части сооружения (блока). Все слои укладывают в одном направлении и одинаковой толщины. Бетонируют блок непрерывно на всю высоту.

Трудоемкость распределения зависит от способа подачи бетонной смеси в блок, ее подвижности и толщины укладываемых слоев.

Если бетонная смесь может быть подана на любой участок бетонируемого сооружения, то трудоемкость операции распределения сводится к минимуму, если нет, то приходится горизонтально перемещать бетонную смесь. При укладке перекидывать ее во избежание расслоения можно лишь в исключительных случаях; двойная перекидка недопустима.

От **подвижности** и **жесткости** бетонной смеси зависит **форма конуса**, образующегося после выгрузки ее из транспортных средств. Жесткая бетонная смесь образует конус с крутыми откосами, подвижная— с пологими. Бетонную смесь, образующую конус с пологим откосом, распределять легче. Чем больше толщина укладываемых слоев бетонной смеси, тем меньше объем работ по ее распределению. Распределяют смесь в блоке с помощью малогабаритного бульдозера либо вручную лопатами.

Каждый уложенный слой тщательно уплотняют до начала укладки следующего.

Продолжительность укладки слоя ограничивается **временем начала схватывания цемента**. Перекрытие предыдущего слоя последующим должно быть выполнено до начала схватывания цемента в предыдущем слое.

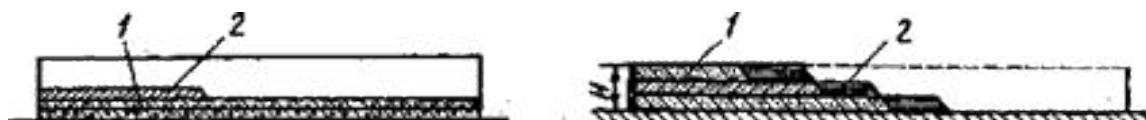


Рис. 1. Бетонирование горизонтальными слоями (а) и ступенями (б): 1 — уложенная бетонная смесь, 2 — новый слой бетонной смеси; H — не более 1,5 м

Время укладки и перекрытия слоев устанавливает лаборатория. Оно зависит от температуры наружного воздуха, условий и свойств применяемого цемента. Ориентировочно оно составляет около 2 ч.

Если время укладки слоя превысило установленный лабораторией срок, то при виброуплотнении последующего слоя нарушится монолитность бетона предыдущего слоя, поэтому бетонирование следует прекратить. Возобновлять бетонирование можно только при достижении бетоном прочности на сжатие не менее 1,5 МПа.

Момент достижения бетоном такой прочности определяет лаборатория.

В месте контакта ранее уложенной бетонной смеси со свежееуложенной образуется так называемый *рабочий шов*.

Непосредственно перед бетонированием поверхность затвердевшего бетона покрывают цементным раствором толщиной 2—5 см или слоем пластичной бетонной смеси. Прочность затвердевших раствора или бетона в контактных слоях должна быть ни ниже прочности бетона конструкций. В особо ответственных случаях применяют коллоидный цементный клей с водоцементным отношением до 0,35, наносимый толщиной не более 5 мм на затвердевший бетон в рабочем шве перед продолжением бетонирования.

В массивах большей площади иногда невозможно успеть перекрыть предыдущий слой бетона до начала схватывания в нем цемента. В связи с этим на некоторых строительствах укладывают бетонную смесь **ступенями** с одновременной укладкой 2—3 слоев. При бетонировании ступенями отпадает необходимость перекрывать слои на всей площади массива. В этом случае применяют жесткую бетонную смесь и перекрывают только ступени.

Укладка ступенями допускается при соблюдении детально разработанной технологии бетонирования. Этот способ исходит применение при бетонировании гидротехнических сооружений длинными блоками, имеющими отношение длины к ширине более 2. В отечественном строительстве имеются примеры бетонирования блоками длиной 70 и шириной 15 м.

В гидротехническом строительстве бетонируют также блоки большой площади сразу на всю высоту одним горизонтальным слоем толщиной до 100 см. В этом случае продолжительность укладки слоя не зависит от времени начала схватывания цемента.

При бетонировании сооружений необходимо наблюдать за неизменностью положения опалубки, арматуры и закладных частей. Пока бетонная смесь не затвердела, некоторые смещения от проектного положения можно легко устранить.

Во время бетонирования необходимо систематически очищать арматуру, опалубку и закладные части от налипшего раствора, а также защищать бетонируемую конструкцию от дождя. Размытый дождем бетон из конструкции необходимо удалить.

Монолитные бетонные и железобетонные сооружения желательно возводить без швов. Но при строительстве крупных сооружений выполнить это требование полностью невозможно, так как в монолитных сооружениях под влиянием колебаний температуры и неравномерной осадки образовались бы трещины. Поэтому крупные бетонные и железобетонные сооружения разбивают на секции деформационными сквозными швами.

Деформационные швы заполняют прокладками против продувания или закрывают битумными шпонками (уплотняющей преградой) для водонепроницаемости (в гидросооружениях).

Сооружение или его секции между деформационными швами временно разбивают дополнительными швами на бетонируемые без перерыва меньшие части, называемые **блоками** или **участками бетонирования**. Разбивка на блоки требуется как для снижения усадочных и температурных деформаций бетона, связанных с тепловыделением при схватывании и твердении цемента, так и из-за ограничения площади бетонируемого участка, необходимого для своевременного перекрытия слоев при бетонировании. Такие швы называют **строительными**, или **усадочными**.

Поскольку большинство сооружений приходится бетонировать *с перерывами* (например, для установки опалубки и арматуры), то в местах перерыва бетонирования образуются рабочие швы. Их обычно совмещают со строительными и усадочными. Поэтому расстояние между строительными швами устанавливают в проекте с учетом условий производства работ на основе технико-экономических расчетов.

В целях ускорения и удешевления строительства целесообразно размеры блоков в плане принимать возможно большими, а, следовательно, возможно большими и расстояния между строительными и рабочими швами, так как при этом уменьшается объем опалубочных и подготовительных работ на сооружении.

Типы опалубки

1. Разборно-переставная.
 - Применяется при возведении массивов, фундаментов, колонн, балок, прогонов, рам, плит, стен, и т.д.
2. Передвижная катучая.
 - Представляет собой опалубочную форму с механическим устройством для распалубки и складывания в транспортное положение. Опалубку устанавливают на щитах или тележках и передвигают по рельсовому пути. Катучую опалубку применяют в основном для бетонирования линейных сооружений с относительно большой протяженностью и постоянным сечением.
3. Горизонтально скользящая.
4. Подъемная скользящая.
 - Применяется для бетонирования высоких сооружений с компактным периметром и неизменяемой по высоте формой плана. Это различного рода трубы, ядра жесткости жилых зданий, силосные банки элеваторов и др.
5. Тоннельная.
6. Переставная объемная.
 - Представляет собой П-образный опалубочный блок, включающий опалубку стен и перекрытий. Ее применяют только при строительстве зданий с поперечными стенами и открытыми фасадами, необходимыми для извлечения опалубки.
7. Опалубка-облицовка (несъемная).
 - Представляет собой тонкостенную форму, которая служит опалубкой при бетонировании конструкции, а затем ее облицовкой. В зависимости от назначения опалубку изготавливают из теплоизоляционных железобетонных и арматурных плит, асбестоцементных пластиковых листов и т.д.
8. Пневматическая.

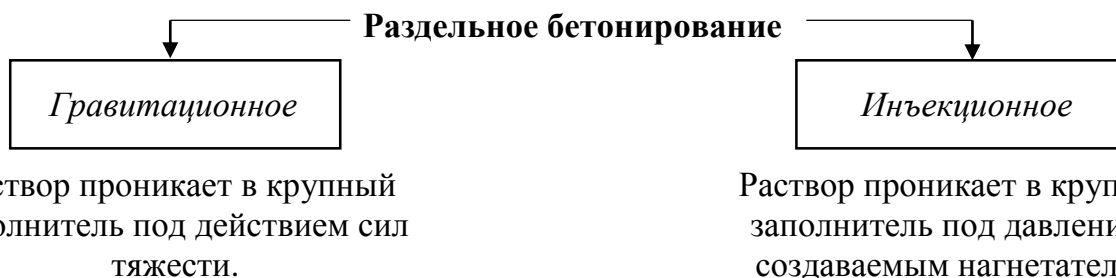
Конструкции опалубки, поддерживающих ее лесов или стоек, крепежных и др. устройств должны быть **жесткими, прочными и устойчивыми, обеспечивать легкость установки и разборки**, а также **соответствовать классу точности** и принятым для возведения данного сооружения способа армирования, укладки и уплотнения бетонной смеси.

Технология специальных способов бетонирования

Специальные способы бетонирования применяют в тех случаях, когда обычные методы мало пригодны или неэкономичны. Из специальных применяют методы литья, раздельного бетонирования, торкретирования, инъектирования и др.

1. Укладка смеси литьем возможна при применении бетонов повышенной подвижности, в частности с добавлением суперпластификаторов, являющихся химическими добавками, увеличивающими подвижность смеси. При этом смесь полностью заполняет всю опалубку под действием гравитационных сил. Метод позволяет сократить расход цемента и повысить качество бетонизируемых конструкций.

2. Метод *раздельного бетонирования* заключается в раздельной укладке в опалубку крупного заполнителя (щебня), а затем цементно-песчаного раствора, который заполняет в нем пустоты. Его применяют при возведении железобетонных резервуаров, бетонировании в условиях интенсивного притока грунтовых вод и в других случаях.



Метод нагнетания раствора более эффективен и может быть применен для бетонирования **тонкостенных конструкций.** Гравитационное раздельное бетонирование с заливкой раствора сверху применяют при бетонировании конструкций высотой до 1,2 м, а при большей высоте их - инъекционное, с нагнетанием раствора через трубы-инъекторы. При толщине конструкции более 1 м раствор нагнетают через стальные трубы, устанавливаемые в опалубку, а при толщине менее 1 м - через боковые инъекционные отверстия. Для нагнетания раствора применяют растворонасосы. Время бетонирования яруса не должно превышать продолжительности схватывания цемента в растворе. Нагнетают раствор непрерывно снизу-вверх под давлением 0,15-0,2 МПа и по мере нагнетания трубы поднимают. Перерывы в производстве работ более 20 мин не допускаются, так как может произойти закупорка инъекционных труб.

Достоинства данного метода: меньший объем работ по перемешиванию материалов, упрощенная технологическая схема работ, исключаются рабочие швы бетонирования.

Недостатки: необходимость применения растворов с высоким содержанием цемента.

3. *Торкретирование.* Последовательное нанесение на обрабатываемую бетонную поверхность слоев цементно-песчаного раствора (торкрета) с помощью цемент-пушки или бетонной смеси (набрызг-бетон) с помощью бетон-шприц-машины. Применяют для повышения водонепроницаемости железобетонных емкостных сооружений, бетонирования тонкостенных конструкций. Данным методом исправляют дефекты в бетонных и железобетонных конструкциях.

Торкретирование ведут следующим образом: сухую цементно-песчаную или бетонную смесь из резервуара под давлением воздуха подают по шлангу к наконечнику, где, смешивая ее с водой, наносят на поверхность бетона или арматурную сетку.

4. *Инъецирование* каналов и заполнение пазов предварительно напряженных конструкций цементным раствором предназначено для защиты натянутой арматуры от коррозии и ее сцепления с бетоном конструкций. К инъецированию каналов приступают сразу после натяжения арматуры. Для инъецирования готовят раствор на цементе, который подают в канал растворонасосом. **Инъецирование ведут непрерывно** под давлением 0,6-0,8 МПа до тех пор, пока раствор не начнет выходить с другой стороны канала. Пазы после навивки кольцевой напряженной арматуры на стены

цилиндрических емкостных сооружений заполняют торкретным покрытием, наносимым на поверхность стен цемент-пушкой методом «снизу-вверх» после гидравлического испытания емкости.

Инструкция по уходу за бетоном после укладки

Уход за свежесутоложенным бетоном особенно в *жаркую* и *сухую* погоду является ответственным мероприятием, обеспечивающим благоприятные условия для твердения бетона и нарастание его прочности, а также предотвращающим значительные температурно-усадочные деформации и образование трещин. Правильный уход в значительной степени определяет качество бетона и долговечность конструкций и сооружений.

Основные цели ухода за бетоном:

- Свести к минимуму пластическую усадку готовой бетонной смеси;
- Обеспечить достаточную прочность и долговечность БСГ;
- Предохранить бетон от перепадов температур;
- Предохранить бетон от преждевременного высыхания;
- Предохранить бетон от механического или химического повреждения.

1. Наиболее распространённым видом ухода за бетоном является **непрерывный влажностный уход** – покрытие открытых поверхностей конструкций влагоемкими материалами (чаще всего опилом) находящимися весь необходимый период в контакте с поверхностью бетона и постоянно поддерживаемыми во влажном состоянии. В качестве защиты от высыхания может служить обычная ПЭТ пленка.
2. **Периодическая поливка холодной водой** открытых поверхностей твердеющих бетонных и железобетонных конструкций **не допускается**, так как периодическое воздействие относительно холодной воды на нагретую солнцем поверхность твердеющего бетона создает значительные температурные напряжения, что приводит к нарушению структуры бетона, появлению сетки трещин и снижению основных физико-механических свойств бетона.

Влажностный уход за бетоном делится на два периода:
начальный и последующий.

3. **Начальный уход**, начинается немедленно после окончания укладки бетонной смеси, заключается в *предохранении свежесутоложенного бетона от прямой солнечной радиации и вредного воздействия ветра* тщательным укрытием его влагонепроницаемыми (полиэтиленовой пленкой или рубероидом) материалами.

В течение начального периода ухода непосредственный контакт твердеющего бетона с водой не допускается. Продолжительность начального ухода, как правило, составляет не менее 5-6 часов в зависимости от температуры окружающей среды. Чем жарче, тем меньше продолжительность начального ухода.

4. **Последующий уход**, наступающий после завершения начального ухода, заключается в *обеспечении бетону благоприятных условий твердения различными способами*, из которых наиболее эффективными являются: устройство и систематическое увлажнение влагоемкого покрытия (слой опилок, насыщенный водой) конструкций или выдерживание открытых горизонтальных поверхностей бетона под тонким слоем слегка прогретой воды.

Продолжительность последующего ухода как правило составляет не менее 3-бдней в зависимости от температуры окружающей среды. На данном этапе основная задача – набор 50-70 процентов прочности, после которого воздействие окружающей среды не вызовет значительных изменений дальнейшего роста прочности бетона. Чем жарче, тем меньше продолжительность последующего ухода.

5. **Опалубку** с фундамента рекомендуется **снимать** не раньше окончания «последующего ухода», а это примерно через 5-7 дней в зависимости от температуры окружающей среды. Опалубку горизонтального перекрытия рекомендуется снимать на 2-3 дня позже.
6. **Хождение людей** по забетонированным конструкциям, а также установка на них лесов и опалубки разрешается не раньше того времени, когда бетон наберет прочность 15 кгс/см².