

## ЛЕКЦИЯ

### ТЕМА: ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

#### Задание:

1. Написать лекцию в тетрадь стр. 267 - 281
2. Сделать фото, отправить для проверки работы на почту  
[96.mart.96@mail.ru](mailto:96.mart.96@mail.ru)
3. Прокрутить документ до конца для написания лекции

## § 17. Укладка бетонной смеси

Процесс укладки бетонной смеси включает следующие операции: подготовку основания, подачу бетонной смеси в бетонируемую конструкцию, распределение (разравнивание) ее и уплотнение.

Порядок укладки бетонной смеси зависит от вида конструкции, ее размеров, формы и места расположения. До начала бетонирования должны быть определены: способы подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси; состав бетонной смеси и показатель ее консистенции; толщина, направление и продолжительность укладывания слоев.

Перед укладкой бетонной смеси опалубку следует очистить от мусора и грязи, а имеющиеся щели заделать. Поверхность инвентарной опалубки, прилегающей к бетону, надо покрыть смазкой, которая не должна ухудшать качество бетона и оставлять следы на поверхности железобетонных конструкций. Внутреннюю поверхность бетонной, железобетонной и армоцементной несъемной (конструктивной) опалубки рекомендуется смачивать для улучшения условий твердения бетона в контактном слое.

Бетонную смесь укладывают на основание, которое должно быть подготовлено:

с грунтового основания удаляют слой илистого, растительного, торфяного и другого грунта органического происхождения и заменяют их песком; естественное или искусственное грунтовое основание должно сохранять физико-механические свойства, предусмотренные проектом; основание, подвергающееся затоплению грунтовыми или поверхностными водами, должно быть обеспечено водопонижающими устройствами;

со скального основания удаляют все продукты разрушения, трещины заделывают раствором или бетоном;

при бетонных основаниях и рабочих швах горизонтальные и наклонные поверхности очищают от цементной пленки; во избежание повреждения поверхности бетона очистку рекомендуется производить щетками — сразу после окончания схватывания цемента, водяной или воздушными струями при прочности бетона 0,2—0,3 МПа, механической металлической щеткой — при 1,5—2,5 МПа и гидropескоструйной установкой или механической шарошкой — при 5—10 МПа и выше.

Во всех случаях основание должно быть очищено от мусора, грязи, битума, масел, а бетонное — промыто и оставшаяся на поверхности вода удалена.

До начала укладки бетонной смеси особенно тщательно проверяют правильность установки арматуры, наличие бетонных подкладок и других приспособлений, обеспечивающих заданную толщину защитного слоя бетона. По опалубке для прохода рабочих укладывают узкие дощатые щиты на подставках. Исходя из усло-



вия расположения проходов над арматурой, высоту подставок принимают больше толщины плиты. Результаты осмотра и исправления обнаруженных дефектов в опалубке и арматуре должны быть внесены в журнал бетонных и железобетонных работ, который необходимо вести с момента их начала до окончания.

По мере подачи в опалубку бетонную смесь распределяют, как правило, горизонтальными слоями одинаковой толщины, укладываемыми в одном направлении. Толщина горизонтальных слоев в основном определяется в зависимости от средств уплотнения. При применении тяжелых подвесных вертикально расположенных вибраторов толщина слоя должна быть на 5—10 см меньше длины рабочей части вибратора. При вибраторах, расположенных наклонно (до 35° к вертикали), толщина слоя равняется вертикальной проекции рабочей части вибратора. Наибольшая толщина слоя (при использовании ручных глубинных вибраторов) не должна превышать 1,25 длины их рабочей части.

В случае уплотнения бетонной смеси поверхностными вибраторами толщина слоя не должна превышать в конструкциях неармированных и с одиночной арматурой 250 мм, а в конструкциях с двойной арматурой — 120 мм. При уплотнении наружными вибраторами толщина слоя бетонной смеси определяется опытным путем в зависимости от конкретных условий.

Перекидывать бетонную смесь для равномерного распределения разрешается лишь в исключительных случаях во избежание ее расслоения, двойная перекидка ее вообще не допускается.

Перекрытие предыдущего слоя бетонной смеси последующим должно быть выполнено до начала схватывания цемента в предыдущем слое.

## § 18. Уплотнение бетонной смеси

Оптимизация процесса уплотнения бетонной смеси в значительной мере предопределяет качество монолитных конструкций и интенсивность бетонных работ. Наиболее универсальным и эффективным способом ускорения укладки и уплотнения смеси, повышения однородности бетона на строительных площадках является вибрирование.

Бетонная смесь в рыхлом, неуплотненном состоянии содержит много воздуха. В жестких смесях объем его достигает 40—45 %, в пластичных он снижается до 10—15 %. Уложенная в опалубку рыхлая смесь до вибрации находится в состоянии, при котором силы тяжести уравновешены силами внутреннего трения и силами трения смеси об опалубку, арматуру и пр. Уплотнение заключается в разжижении бетонной смеси, плотной укладке ее в опалубку и удалении воздуха для получения материала с морозостойкой, водонепроницаемой и прочной структурой.

Частицы бетонной смеси под действием вибратора совершают вынужденные колебания. Энергия вибратора расходуется на прео-

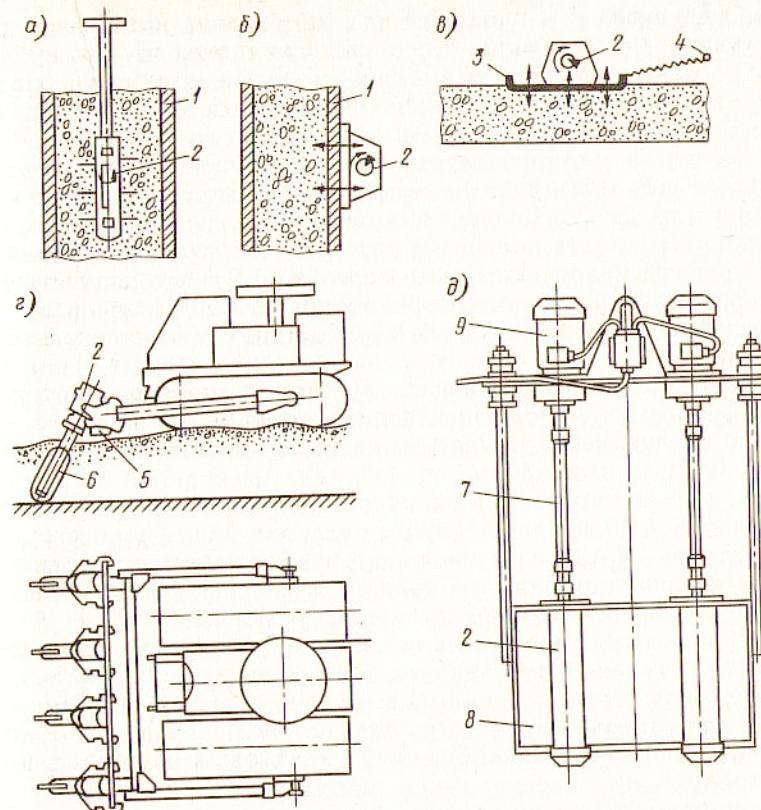


Рис. 24. Механизмы (вибраторы) для уплотнения бетонной смеси

а — внутренний (глубинный); б — наружный; в — поверхностный; 1 — опалубка; 2 — дебаланс; 3 — рабочая площадка вибратора; 4 — гибкая тяга для перестановки поверхностного вибратора; 5 — пакет вибраторов на малогабаритном электротракторе; 6 — плоскостной виброуплотнитель; 7 — резиновый амортизатор; 8 — лопасти; 9 — коленчатый вал; 10 — электродвигатель

доление сил трения и сцепления между частицами, на разрушение структуры цементного теста. Освобожденная от сил сцепления и сухого трения смесь ведет себя как тяжелая жидкость и начинает течь, заполняя опалубку. При этом частицы занимают наиболее устойчивое положение, а под воздействием давления из смеси удаляется воздух. В результате создается более плотная и однородная структура бетона.

По способу воздействия на бетонную смесь вибраторы подразделяют на три типа:

внутренние (глубинные) — с погружением в смесь передающего ей колебания вибронаконечника или корпуса (рис. 24, а);

наружные — прикрепляемые к опалубке болтами и передающие смеси колебания через захватные устройства и передающие смеси колебания через опалубку (рис. 24, б);



поверхностные — устанавливаемые на уложенную смесь и передающие ей колебания через рабочую площадку (рис. 24, в).

Внутреннее вибрирование энергетически наиболее выгодно, так как возбудитель колебаний передает всю энергию непосредственно уплотняемой смеси с минимальными потерями.

Наружные (прикрепленные) вибраторы используют в строительстве редко. На их установку и демонтаж затрачивается много ручного труда. Опалубка, к которой крепят такие вибраторы, должна быть более жесткой и прочной, чем для конструкций, бетон которых уплотняют иными способами. Однако наружные вибраторы удобны, например, при омоноличивании стыков сборных железобетонных колонн и обетонировании стальных сердечников колонн.

Поверхностное вибрирование применяют для послойного уплотнения плоских монолитных конструкций (плит, полов и т. п.) в тех случаях, когда максимальная глубина прорабатываемого слоя не превышает 20 см.

При осуществлении всех видов вибрирования требуется значительное количество ручного труда, особенно на перестройку вибраторов. Кроме того, вибрация вредно действует на человеческий организм. Одним из путей совершенствования процессов виброуплотнения бетонных смесей, исключаящим это воздействие, является создание дистанционно управляемых или автоматизированных вибромеханизмов.

Рабочим органом вибраторов является вибромеханизм, колебания в котором создаются двумя способами: вращением закрепленной на валу неуравновешенной массы (дебаланса) и возвратно-поступательным перемещением массы. Вибромеханизмы с вращающимся дебалансом приводятся в действие электродвигателями (электромеханические вибраторы) или пневмодвигателями (пневматические вибраторы). Привод вибраторов с возвратно-поступательным движением массы — электромагнитный. Одновальные дебалансные вибраторы создают круговые колебания, а двухвальные и электромагнитные — направленные.

Смесь в конструкциях, бетонируемых непосредственно на строительной площадке, чаще всего уплотняют переносными электромеханическими вибраторами с круговыми колебаниями. Пневмовибраторы, приводимые в действие энергией сжатого воздуха, применяют реже, так как для их работы требуется компрессорная установка.

Частота колебаний, создаваемая вибраторами, применяемыми в строительстве, составляет 2800—20 000 в минуту. К **низкочастотным** относят вибраторы с частотой до 3500 колебаний в минуту с амплитудой 3 мм. **Среднечастотные** и **высокочастотные** вибраторы совершают соответственно 3500—9000 колебаний с амплитудой 1—1,5 мм и 10 000—20 000 колебаний с амплитудой 0,1—1 мм. При высокочастотном вибрировании требуется меньшая мощность вибраторов и сокращается продолжительность вибрирования.

Высокочастотные вибраторы более выгодно применять для бетонирования мелкозернистыми смесями тонкостенных конструкций.

Глубинные вибраторы предназначены для бетонирования армированных и слабоармированных конструкций (фундаментов, стен, массивных плит, колонн, свай и др.). Рабочим органом таких вибраторов является вибронаконечник (стержень).

Уплотняют бетонную смесь путем вертикального или наклонного погружения вибронаконечника в уплотняемый слой с частичным заглублением (на 5—10 см) в ранее уложенный и еще не схватившийся слой бетона. Длительность нахождения вибратора на одной позиции должна быть такой, чтобы при данной консистенции бетонной смеси и толщине прорабатываемого слоя было достигнуто достаточное ее уплотнение. Чем меньше подвижность смеси и выше ее жесткость, тем больше длительность вибрирования. Если время вибрирования меньше требуемого, то смесь недостаточно уплотнится, если больше, она может расслоиться.

Опытный бетонщик судит об окончании уплотнения смеси по высоте звука вибратора. При погружении его в смесь частота колебаний сначала понижается, затем восстанавливается; частота звука становится постоянной при прекращении выделения воздуха из смеси. Основные признаки достаточного уплотнения: прекращение оседания бетонной смеси, появление цементного молока на ее поверхности и отсутствие воздушных пузырьков.

Закончив уплотнение бетона на одной позиции, вибратор переставляют на следующую. Расстояние между последовательными позициями не должно превышать полуторного радиуса действия вибратора. Радиусом действия называют расстояние от вибратора до того места в бетонной смеси, где еще заметно его уплотняющее действие. Шаг перестановки глубинных вибраторов зависит от их характеристик — параметров вибрирования, размеров активной поверхности корпуса, массы вибратора и т. д.

По характеру использования все глубинные вибраторы подразделяют на ручные и подвесные. Небольшие ручные вибраторы могут использоваться для уплотнения бетонной смеси в самых стесненных условиях, а также в насыщенных арматурой или тонкостенных конструкциях.

По виду привода ручные глубинные вибраторы делятся на электрические, пневматические и с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Наиболее распространены электрические вибраторы.

У электрических ручных глубинных вибраторов электродвигатель может быть вынесен на корпус вибратора и соединен с дебалансом рабочего наконечника или встроен в корпус. Рабочий наконечник — это герметически закрытый цилиндрический корпус, внутри которого находится дебаланс, соединенный со шпинделем упругой резинометаллической муфтой.

Для уплотнения бетонной смеси в тонкостенных и густоармированных конструкциях широко применяются так называемые



планетарные вибраторы, в которых вибрации создаются планомерно обкатывающим поверхность бегунком. Такие вибраторы могут создавать высокочастотные и двухчастотные колебания (т. е. одновременно колебания высокой и низкой частоты).

При бетонировании массивных железобетонных и бетонных конструкций малоподвижными смесями используют подвесные глубинные вибраторы. Это диктуется все более широким применением высокопроизводительных машин-бетононасосов и ленточных бетоноукладчиков, которые максимально эффективны только в комплексно-механизированном технологическом процессе бетонирования монолитных конструкций.

Вибраторы, чаще в виде пакетов, подвешивают на кране или малогабаритном тракторе при помощи подвесок (рис. 24, а); это позволяет намного ускорить и комплексно механизировать укладку и уплотнение бетонных смесей. Крановый способ широко применяют при возведении сооружений с большим объемом бетонных работ, когда укладка может вестись с интенсивностью 15—20 м³/ч и более (это относится прежде всего к подземным частям сооружений).

В плоскостном глубинном уплотнителе рабочая часть (рис. 24, б) представляет собой вертикальную плоскую плиту, жестко связанную с двумя вибровозбудителями, вращающимися в противоположные стороны. Они самосинхронизируются, возбуждая направленные колебания перпендикулярно плоскости плиты, при этом активная зона действия вибратора возрастает в 3—4 раза, а интенсивность бетонирования массивных конструкций увеличивается на 30—35 %.

Поверхностные вибраторы используют при бетонировании плит перекрытий, полов, дорог и т. д. Они выполнены в виде металлической площадки с установленным на ней вибрационным электро-механическим устройством или вибробруса (виброрейки). Для защиты рабочего от вибрационного воздействия вибратор передвигают дистанционно с помощью гибкой подвески. Максимальная толщина слоя бетона, при которой применение поверхностных вибраторов эффективно, при однорядном армировании составляет до 25 см, при двойном — до 12 см. При толщине плоских конструкций больше указанной бетонную смесь уплотняют глубинными вибраторами с последующей обработкой поверхностными вибраторами для уплотнения верхнего слоя, выравнивания и заглаживания поверхности.

Скорость перемещения поверхностного вибратора должна быть 0,5—1 м/мин.

Необходимо следить за тем, чтобы мотор вибратора не перегревался. Во избежание перегрева устанавливают повторно-сменный режим работы вибратора, когда примерно 70 % времени тратится на работу и 30 % — на отдых. На время отдыха включают сменный вибратор, который следует иметь в запасе.

## § 19. Устройство рабочих швов

Рабочие швы образуются вследствие перерывов в бетонировании. Их можно устраивать в местах, где стыки старого и нового бетона не будут отрицательно влиять на прочность конструкции. При бетонировании колонн рабочие швы оставляют на уровне верха фундамента, низа прогонов, балок или подкрановых консолей, низа капитальных колонн безбалочных перекрытий (рис. 25, а), в рамных конструкциях — верха вута между стойками и ригелями рам (рис. 25, г).

Бетонирование балок и плит ведется одновременно. Если же балка имеет большое сечение и бетонировать ее одновременно с плитой невозможно, то балку бетонируют отдельно. В этом случае бетон не доводят на 20—30 мм до уровня нижней грани плиты, а если плита имеет вут, то до начала вута. В процессе бетонирования отдельных балок не допускается устраивать рабочий шов в пределах средней трети пролета балок.

При бетонировании ребристых перекрытий следует руководствоваться следующим: если бетонирование идет в направлении, параллельном второстепенным балкам, рабочий шов устраивают в пределах средней трети пролета балок (рис. 25, б), а в случае бетонирования в направлении, параллельном главным балкам (прогонам), шов располагают в пределах двух средних четвертей пролета прогонов и плит (рис. 25, в).

При перерывах в бетонировании балок и плит стык должен быть вертикальным. Для устройства стыка закладывают рейку или доску на всю толщину плиты или высоты балки. В доске или рейке оставляют прорезы для арматуры. Место стыка старого бето-

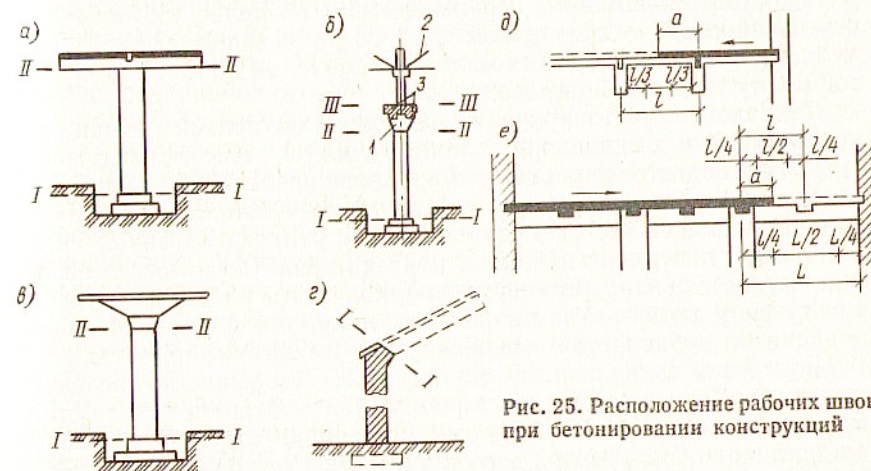


Рис. 25. Расположение рабочих швов при бетонировании конструкций

а — колонна, поддерживающая ребристое перекрытие; б — колонна, поддерживающая подкрановые балки; в — ферма; г — подкрановая балка; д — колонна, поддерживающая безбалочное перекрытие; е — нога и ригель рамы; I—I, II—II, III—III — положения рабочих швов; б — ребристое перекрытие при бетонировании в направлении, параллельном второстепенным балкам; в — то же, перпендикулярном балкам



на с новым при укладке нового тщательно очищают от мусора, пыли и образовавшейся цементной пленки.

Стык обязательно промывают, а цементную пленку счищают металлической щеткой. Поверхность стыка для лучшего сцепления с новым слоем бетона должна быть неровной; с этой целью на нем делают насечку. Очищенную поверхность стыка перед началом бетонирования покрывают цементным раствором такого же состава, что и в укладываемой бетонной смеси.

При бетонировании арок, сводов, резервуаров, бункеров, крупных массивов и т. п. места устройства стыков предусматриваются проектом. В больших массивах стыки обычно выполняют в виде выступов или впадин. В месте стыка закладывают короткие стальные стержни, входящие в старый и новый бетон.

Кроме рабочих швов, являющихся элементом технологического процесса бетонирования, устраиваются так называемые **температурные** и **деформационные** (осадочные) швы. Температурные швы дают возможность железобетонным конструкциям изменять свою длину в зависимости от изменения температуры, и деформационные осадочные швы обеспечивают свободную осадку частей здания относительно друг друга. Температурный шов делит по высоте всю надземную часть здания или сооружения, деформационный — все здание вместе с фундаментом. Расположение температурных и деформационных швов указывается в рабочих чертежах.

## § 20. Бетонирование плоских конструкций

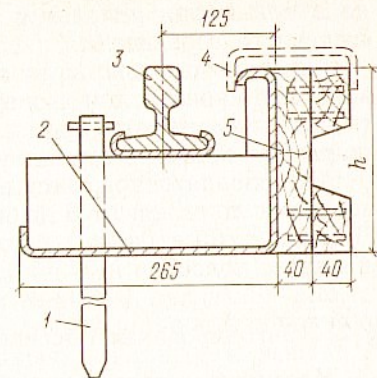
К плоским конструкциям относятся покрытия дорог, подстилающие слои полов и др. Бетонирование их выполняют бетоноукладочными машинами, перемещаемыми по рельс-формам, бетоноукладчиками на гусеничном ходу со скользящей формой (опалубкой), с помощью средств малой механизации по маячной бортовой опалубке и комбинированным способом.

Технология бетонирования бетоноукладочными машинами неармированных однослойных конструкций состоит из следующих операций: подготовка основания, установка рельс-форм или укладка бетонных боковых полос, установка деформационных прокладок и штырей в местах будущих швов, укладка бетонной смеси с отделкой поверхности бетона, нарезка швов (до и после твердения бетона), снятие рельс-форм и уход за твердеющим бетоном. В случае устройства армированных покрытий к перечисленным операциям добавляется операция по установке арматуры.

Для установки рельс-форм (рис. 26) теодолитом предварительно разбивают оси в плане одной из них, вторую рельс-форму ставят по шаблону. Рельс-формы состоят из отдельных звеньев длиной около 4 м, высотой порядка 200 мм и устанавливаются крапом. Если толщина покрытия больше высоты рельс-форм, то их ставят на подкладках, а если меньше, то разницу компенсируют за счет выравнивающего слоя. Установка рельс-форм должна идти

Рис. 26. Рельс-форма с приставной шпунтовой опалубкой

1 — штырь; 2 — рельс-форма; 3 — рельс; 4 — скоба для крепления приставной опалубки; 5 — приставная шпунтовая опалубка;  $h$  — толщина покрытия



с опережением бетонирования не менее, чем на длину сменной укладки бетонной полосы.

Рельс-формы снимают не раньше, чем через 18 ч после укладки бетона при температуре твердения 15 °С и выше и не раньше, чем через 24 ч при температуре ниже 15 °С.

При устройстве двухслойных покрытий выполняют либо раздельное уплотнение каждого слоя, либо одновременное уплотнение двух слоев вместе. В первом случае после укладки бетона нижнего слоя по его поверхности рассыпают щебень размером 20—40 мм из расчета 1 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>, до начала схватывания его втапливают в бетон (для создания шероховатой поверхности) и снимают рельс-формы. Через 10—12 дней приступают к бетонированию верхнего слоя, выполняя при этом все необходимые работы, как для однослойного покрытия. Во втором случае рельс-формы устанавливаются на всю высоту покрытия, но укладку бетона ведут за два прохода. При первом проходе укладывают только нижний слой бетона, затем с отставанием на 12—15 м — верхний слой с одновременным уплотнением обоих слоев. После этого выполняют остальные завершающие работы.

Для устройства подстилающих слоев с применением виброреек или поверхностных вибраторов для уплотнения бетона в качестве опалубки, ограждающей бетонную полосу, могут использоваться инвентарные щиты или доски толщиной 50 мм. Опалубку устанавливают по нивелиру так, чтобы верхняя грань ее находилась на уровне поверхности бетонной конструкции.

Перед бетонированием для образования деформационных швов расширения по длине плиты закладывают заранее заготовленные деревянные прокладки с металлическими штырями и закрепляют их на основании. Для образования швов сжатия и продольных швов перпендикулярно швам устанавливают (погружают в свежее уложенный бетон) штыри на металлических шпильках.

Укладку бетонной смеси в дорожные покрытия, как правило, производят на всю ширину проезжей части. В стесненных условиях бетонную смесь укладывают полосами на половину ширины



проезжей части, используя другую половину для движения построечного транспорта.

Аэродромные покрытия возводят продольными рядами с устройством маячных рядов или без них. При этом необходимо учитывать возможность езды автотранспорта по основанию, сроки твердения бетона и другие условия.

Укладку бетонной смеси в подстилающий слой пола производят полосами шириной от 3 до 4 м, которые бетонируют через одну. Промежуточные полосы бетонируют после затвердевания бетона смежных полос.

## § 21. Бетонирование массивов и фундаментов

Массивные сооружения бетонируются, как правило, отдельными частями — блоками. Разрезка массива на блоки вызывается необходимостью предотвращения образования усадочных трещин, ограничения площади бетонирования и производится в зависимости от производительности бетоноукладочных средств и сроков схватывания цемента в бетоне. Размеры и местоположение блоков устанавливаются с учетом конструктивного решения массива и его армирования.

При динамической расчетной нагрузке фундаменты бетонируют без перерыва, при статической — перерывы допускаются.

Во всех случаях выбор технологии, средств механизации подачи, распределения и уплотнения бетона производят на основании технико-экономических расчетов. При возведении массивных сооружений с разрезкой на блоки и крупных фундаментов объемом более 1000 м<sup>3</sup> рекомендуется подавать бетон автомобилями по эстакаде, которая опирается на металлические или железобетонные стойки высотой, равной высоте фундамента (массива); эти стойки остаются в теле бетона (рис. 27, б).

С автосамосвалов, автобетоновозов или автобетоносмесителей бетонная смесь выгружается в воронки бункеров или лотки, откуда через подвесные инвентарные хоботы подается непосредственно в бетонируемую конструкцию.

Бетонирование массивов и фундаментов может производиться с помощью различных кранов, бетонная смесь подается бадьями к месту укладки. В зону действия крана она доставляется любыми транспортными средствами.

При бетонировании небольших столбчатых фундаментов (объемом до 50 м<sup>3</sup>) применяют переставные ленточные или вибрационные конвейеры (рис. 27, в). Бетонную смесь доставляют автотранспортом и выгружают в вибропитатель, откуда она непрерывно поступает на ленту переставного конвейера или в вибrolоток, а затем в бетонируемую конструкцию.

При бетонировании фундаментов большого габарита в плане, а также отдельно стоящих фундаментов при интенсивности бето-

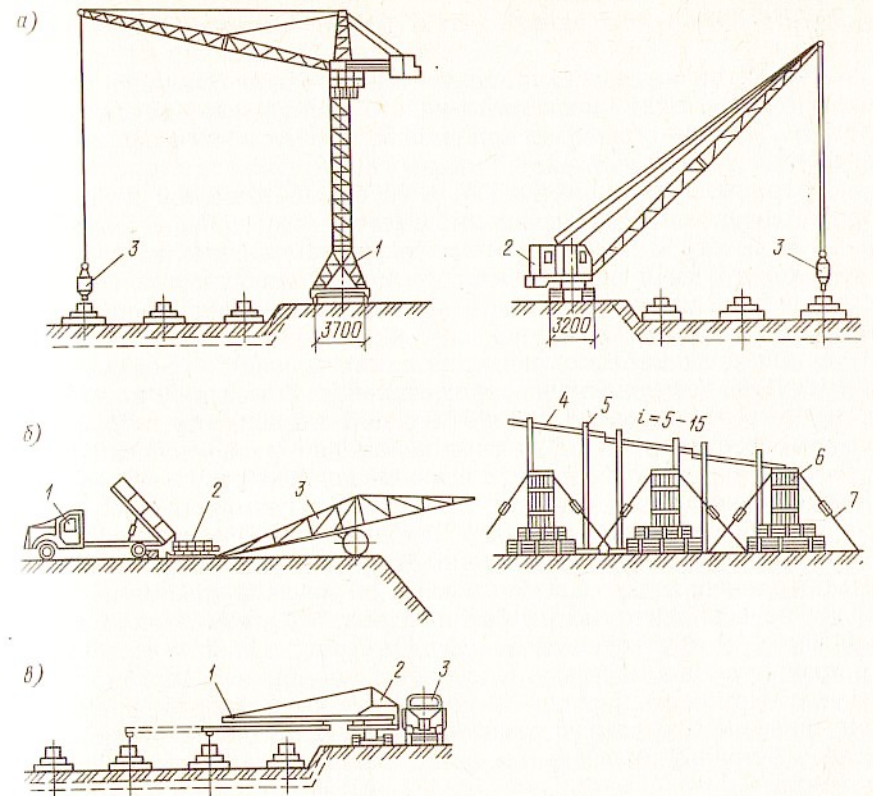


Рис. 27. Схемы бетонирования фундаментов

а — с помощью кранов: 1 — башенный кран; 2 — стреловой кран; 3 — бадьи; б — с помощью ленточного и вибрационного конвейера: 1 — самосвал; 2 — вибропитатель; 3 — ленточный конвейер; 4 — вибrolоток; 5 — инвентарные стойки; 6 — бетонируемые фундаменты; 7 — растяжки; в — самоходным бетоноукладчиком: 1 — телескопическая стрела бетоноукладчика; 2 — бетоноукладчик; 3 — автосамосвал

нирования свыше 5 м<sup>3</sup>/ч применяют самоходные ленточные бетоноукладчики (рис. 27, в). Последние оборудуются как стационарной, так и телескопической стрелами. В первом случае распределение бетонной смеси по площади обеспечивается перемещением машины, поворотом стрелы и подъемом ее в горизонтальной плоскости, во втором — раздвижкой стрелы по длине и поворотом ее в горизонтальной плоскости. Самоходными бетоноукладчиками бетонную смесь можно подавать как с бровки, так и изнутри котлована.

Верхняя плоскость фундаментов и массивов уплотняется и выравнивается виброрейками или поверхностными вибраторами, а затем заглаживается правилом вровень с верхними гранями опалубки или маячных досок.



## § 22. Бетонирование колонн, стен, балок и плит перекрытий

При бетонировании колонн и стен бетонная смесь после доставки ее к объекту подается в конструкцию в переносном поворотном бункере стреловым краном или по бетонопроводу бетононасосом.

Колонны сечением  $400 \times 400$  мм и больше, высотой до 5 м, а также сечением до  $400 \times 400$  мм, высотой менее 2 м бетонируют на всю высоту с подачей бетона сверху. При больших высотах этих конструкций работу выполняют ярусами (высотой соответственно 5 и 2 м) с перерывами 1—2 ч для осадки свежеложенного бетона.

Бетонирование высоких колонн, как правило, производится в опалубке, установленной с трех сторон на всю высоту конструкции. Четвертая сторона опалубки ставится на высоту очередного яруса бетонирования. Если над колоннами расположены балки с густой арматурой, препятствующей подаче бетона сверху, то бетонирование их можно производить до армирования балок с последующей обработкой рабочих швов.

Стены и перегородки толщиной более 150 мм и высотой до 3 м, а также толщиной до 150 мм и высотой менее 2 м бетонируются сразу на всю высоту. При большей высоте бетонирование ведут ярусами соответственно по 3 и 2 м. Опалубка при этом возводится с одной стороны на всю высоту конструкции, а с другой — по-ярусно. При бетонировании высоких стен и перегородок без рабочих швов необходимо устраивать перерывы не менее 40 мин для осадки бетонной смеси, но не более периода начала схватывания цемента.

Укладка бетонной смеси в опалубку стен резервуаров и сооружений для хранения жидкостей должна производиться непрерывно слоями высотой не более 0,8 длины рабочей части глубинного вибратора. При устройстве (в исключительных случаях) рабочих швов их поверхность должна быть тщательно обработана.

Для бетонирования балок и плит перекрытий возможны следующие схемы подачи бетона после доставки его транспортными средствами: переносный бункер — кран — конструкция; переносный бункер — кран — звеньевой конвейер — виброжелоб — конструкция; бетононасос — бетонопровод — конструкция.

Бетонирование балок и плит, монолитно связанных с колоннами и стенами, следует производить не позднее 1—2 ч после окончания бетонирования последних.

При высоте перекрытия до 0,5 м балки и плиты бетонируют одновременно в один слой. При высоте 0,5—0,8 м перекрытие бетонируется в два слоя. Граница слоев должна проходить по балке на 0,2—0,3 м ниже плиты перекрытия. При высоте балок больше 0,8 м их рекомендуется бетонировать отдельно от плит и устраивать рабочий шов на 30 мм ниже плиты. Балки и прогоны

бетонируют горизонтальными слоями толщиной 0,3—0,5 м в зависимости от применяемого вибратора.

Укладку бетонной смеси в плиты производят по маячным рейкам, которые устанавливают рядами через 2—2,5 м и прибивают к бобышкам на опалубке. После снятия реек и бобышек оставшиеся в плите углубления заполняют бетонной смесью и уплотняют.

Плиты толщиной более 250 мм с одиночной арматурой и более 120 мм с двойной арматурой уплотняют сначала глубинными вибраторами, а затем поверхностными.

При бетонировании плоских плит рабочий шов устраивается в любом месте, но по направлению меньшего пролета.

Бетонную смесь в своды и арки следует укладывать особенно тщательно (с учетом их конструктивных особенностей). В массивных сводах и арках ее уплотняют внутренними вибраторами. Своды-оболочки толщиной менее 5 см торкретируют. При укладке бетонной смеси надо по возможности избегать перерывов в бетонировании, если же они неизбежны, следует заранее предусмотреть места образования стыков. Свод в этом случае разбивают по длине на отдельные участки. Рабочие швы располагают перпендикулярно к образующей свода. При пролетах сводов более 20 м их бетонируют отдельными полосами, параллельными продольной оси свода и расположенными симметрично его шельге.

Арки и своды бетонируют одновременно с двух сторон симметрично от пят к замку. Бетонную смесь укладывают одновременно на трех участках: у пят и в замке свода или арки. После этого бетонируют остальные участки. Между забетонированными полосами оставляют промежутки шириной 200—500 мм (усадочные швы), которые заполняют малоподвижной бетонной смесью через пять—семь дней после бетонирования полос.

## § 23. Возведение конструкций в скользящей опалубке

По окончании монтажа скользящей опалубки и оборудования для ее подъема приступают к установке арматуры, поднятой при помощи крана или других приспособлений на рабочий пол опалубки шахтным подъемником, смонтированным внутри возводимого сооружения.

Арматуру в виде отдельных стержней или арматурных сеток небольшой высоты укладывают в процессе бетонирования при помощи «контрольных лесенок», определяющих проектное положение горизонтальных арматурных стержней (рис. 28). Верхний ряд горизонтальной арматуры в процессе бетонирования всегда должен находиться выше уложенного слоя бетона. Правильность укладки арматуры, а также устройство ее стыков следует систематически проверять в процессе работ и результаты заносить в журнал работ.

Бетонную смесь укладывают в опалубку непрерывно, равномерными слоями толщиной не более 200 мм в тонких стенах (тол-



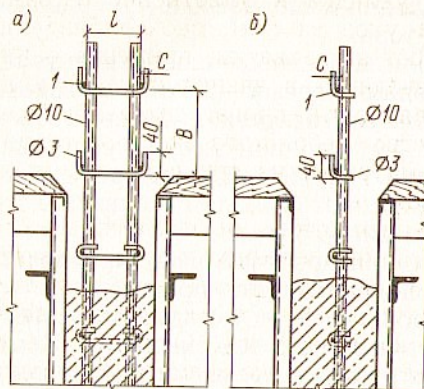


Рис. 28. «Лесенки» для контроля правильности расположения горизонтальной арматуры

а — при двойной арматуре; б — при одиночной арматуре; 1 — точечная электросварка;  $l$  — расстояние между стержнями горизонтальной арматуры в свету;  $B$  — шаг горизонтальной арматуры;  $C$  — расстояние, равное диаметру горизонтальной арматуры плюс 2 мм

щиной до 200 мм) и не более 250 мм в остальных конструкциях, причем каждый новый слой — лишь после окончания укладки предыдущего до начала его схватывания. Верхний уровень укладываемой смеси должен быть ниже верха щитов опалубки на 50 мм.

При толщине стены до 200 мм бетонную смесь уплотняют внутренними высокочастотными вибраторами, имеющими диаметр наконечника 35 мм, а при большей толщине стены — 50 мм. Допускается уплотнение смеси шуровками. При уплотнении вручную бетонная смесь должна иметь осадку конуса 10—12 см, при работе вибраторами — 7—8 см. Смесь к месту укладки можно подавать с помощью бетононасосов, мототележек, электро- и автопогрузчиков, а также различных подъемников.

В случае вынужденного перерыва в бетонировании необходимо принять меры против сцепления уложенного бетона с опалубкой. Для этого ее периодически поднимают и опускают в пределах одного шага или медленно поднимают до образования видимого зазора между ней и бетоном.

Для проверки вертикальности сооружения на его углах устанавливают приборы контроля (отвесы с мишенью). При затирке бетонной поверхности в процессе подъема опалубки к стойкам домкратных рам и к концам прогонов с помощью подвесок крепят поперечные балки, по которым укладывают нижний настил из деревянных щитов, являющийся одновременно защитным.

#### § 24. Поточный метод производства бетонных и железобетонных работ

Поточный метод производства бетонных и железобетонных работ является наиболее эффективным, обеспечивающим непрерывное и ритмичное выполнение работ, разделенных по объему на отдельные участки (захватки). При поточном методе весь комплекс технологического процесса производства железобетонных работ разбивается на ряд составляющих: установка лесов и

опалубки, укладка арматуры, укладка и уплотнение бетонной смеси, выдерживание бетона и уход за ним, распалубливание.

Разделение всего объема работ на захватки, примерно одинаковые по трудоемкости, производится в зависимости от количества рабочих каждой специальности, производительности механизмов и пр. Так, устройство ребристого железобетонного перекрытия при разбивке объема работ на три захватки может выполняться следующим образом.

Работа начинается с установки плотниками опалубки на I захватке. По окончании ее плотники переходят на II захватку, арматурщики приступают к укладке арматуры на I захватке. После того как плотники перейдут на III захватку, арматурщики придут на II, а бетонщики — на I захватку. Окончив работу, плотники уходят на другой объект, в это же время арматурщики переходят на III, а бетонщики — на II захватку. После этого на I захватке начинают распалубливание и т. д. Так создается непрерывное и ритмичное производство работ.

Выполнение железобетонных работ поточным методом должно быть связано с календарным планом работ.

Указания по выполнению прогрессивными способами отдельного строительного процесса в общем комплексе бетонных или железобетонных работ могут быть кратко изложены в технологической карте. В ней должны быть отражены основные данные по выполнению и комплексной механизации строительного процесса, потребность в материально-технических ресурсах и в рабочих по профессиям и разрядам, а также указания по охране труда. Кроме того, приводится схема организации, график производства работ, калькуляция трудовых затрат.

Организация бетонных и железобетонных работ поточным методом должна обеспечивать сокращение срока возведения сооружений.