

**Лекция**

**5**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ВОЗВЕДЕНИЯ  
ЗДАНИЙ ИЗ  
МОНОЛИТНОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

# ВВЕДЕНИЕ

На здания и сооружения из монолитных железобетонных конструкций приходится **более 60%** объёмов строительства.

Из монолитного бетона возводят здания, подземные сооружения, опоры мостов, гидротехнические сооружения, резервуары, трубы, подпорные стенки и многое другое.

# ПРИМЕНЕНИЕ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

## В промышленном строительстве это здания:

- элеваторно-мельничного хозяйства;
- возведение силосных корпусов;
- бункера горно-обогатительных фабрик;
- АЭС, башни, трубы дымовые.

## В гражданском строительстве:

- жилые дома;
- гостиницы;
- административные здания.

## В сельском строительстве:

- одноэтажные дома.

Здание может быть полностью монолитным или сборно-монолитным.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

Здания из монолитного железобетона разделяются на

**монолитные;**

**сборно-монолитные.**

**Монолитными** называются здания в которых основные несущие конструкции (внутренние стены, колонны и перекрытия) выполнены из монолитного бетона.

Сборными могут быть ограждающие конструкции, лестничные марши, перегородки и т.п.

Доля монолитности должна составлять **70 и более %** от общего объема конструктивных элементов здания.

**Сборно-монолитными** называются здания, в которых часть конструкций выполнена в монолите, а другая в сборном варианте. Доля монолитности должна быть **от 30 до 70%** от общего объема конструктивных элементов.

# КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ:

- монолитные несущие и ограждающие конструкции;
- монолитный каркас (колонны и перекрытия), а наружные и внутренние стены сборные или из каменных материалов;
- монолитные наружные и внутренние стены, а перекрытия и перегородки сборные;
- отдельные части зданий из монолитного железобетона (ядра жёсткости, сплошные плиты перекрытий).

# ПРЕИМУЩЕСТВА

- высокая архитектурная выразительность фасадов зданий за счёт свободных (от размерных модулей) объёмно-планировочных решений, возможность строительства зданий сложной конфигурации в плане и со свободной планировкой;
- исключаются многочисленные стыки сборных элементов (или снижается их количество), что ведёт к уменьшению номенклатуры видов СМР, снижению трудоёмкости, повышению качества строительства;
- экономятся основные строительные материалы (металл-арматура, цемент, кирпич, лесоматериалы) за счёт рациональных конструктивных решений;
- экономический эффект снижения суммарной трудоёмкости и приведённых трудозатрат (снижение затрат на создание и эксплуатацию производенной базы, экономия материалов, уменьшение энергозатрат).

# СДЕРЖИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ

- увеличенная трудоёмкость опалубочных, арматурных работ, работ по уплотнению бетонной смеси и др.;
- необходимость тщательного выполнения технологических регламентов производства работ и контроля их качества;
- относительно сложные и ответственные технологические процессы, диктующие повышенную требовательность к квалификации работников.

# РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ

- применение инвентарной, быстроразъёмной опалубки модульных опалубочных систем; полимерных, антиадгезионных покрытий, снижающих затраты труда по очистке и смазке щитов опалубки;
- более широкое применение эффективных несъёмных опалубок, применение самоподъёмных опалубок;
- использование армокаркасов полной готовности, переход от сварных соединений к механическим стыкам;
- совершенствование бетоноукладочных комплексов (транспортирование и укладка бетонных смесей) за счёт применения высокопроизводительной механизации;
- переход на высокоподвижные и литые смеси, исключаящие (или снижающие объём) работы по их уплотнению, совершенствование средств укладки и уплотнения бетонных смесей.

# КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

**Заготовительные** (подготовительные) работы включают: изготовление опалубки, арматурных изделий, армоопалубочных блоков, приготовление бетонной смеси. Эти процессы выполняются как на строительной площадке, так и вне ее (или за пределами зоны работ), иногда в заводских условиях.

**Построечные** процессы выполняются непосредственно на строительной площадке. К ним относятся: установка опалубки и арматуры; транспортирование, распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси; выдерживание и уход за бетоном; демонтаж опалубки.

Трудоемкость возведения 1 м<sup>3</sup> монолитных железобетонных конструкций составляет:

4... 8 человеко-часов (чел.-ч)

на опалубочные работы приходится 40...45%,

арматурные - 30...35% ,

бетонные - 20...25%.

# РАЗРАБОТКА ППР

1. Определяется метод возведения здания (или его части):

а) выбор метода возведения подземных конструкций применяют:

- открытый метод;
- стена в грунте;
- опускной метод;

б) решается вопрос о типе опалубки.

2. Определяются методы и способы производства отдельных процессов и работ:

а) по приготовлению бетонной смеси (если бетонная смесь не товарная);

б) по заготовке арматуры;

в) по заготовке опалубки;

г) по доставке бетонной смеси, опалубки и арматуры к месту производства работ;

д) по устройству опалубки и арматуры;

е) по укладке бетонной смеси;

ж) по уходу за бетоном (особенно в зимнее время, в жаркий сухой период);

з) по распалубливанию конструкций;

и) по контролю качества бетона.

3. Определяется метод производства всего комплекса работ:

- поточный;
- последовательный;
- смешанный (комбинированный);
- комплексный.

4. Назначается комплект машин для комплексной механизации работ:

- грузоподъемно-монтажные (вертикальный транспорт);
- горизонтальный транспорт;
- по укладке бетонной смеси.

5. Определяются методы ускорения возведения здания. Это связано главным образом с уменьшением времени технологических перерывов для твердения бетона:

- а) применение бетонных смесей с добавками-ускорителями твердения;
- б) тепловое воздействие на бетон или решения для зимнего бетонирования;
- в) применение быстротвердеющих цементов.

б. Разработка стройгенплана (фрагмента):

- а) земляные сооружения, требующиеся для устройства подземной части зданий;
- б) временные хранилища грунта для обратной засыпки;
- в) деление фронта работ на захватки (при поточном методе производства работ);
- г) размещение основных машин для производства работ: пути их перемещения и места стоянок (временная транспортная схема);
- д) размещение механизированных установок для приготовления бетонной смеси;
- е) размещение мастерских:
  - арматурных;
  - опалубочных;
  - для ремонта спецоборудования;
- ж) склады арматуры и изделий из нее;
- з) склады опалубочных изделий;
- и) склады цемента;
- к) склады инертных материалов (песок, щебень, гравий);
- л) лаборатории для определения качества исходных материалов, полуфабрикатов и бетона.

7. Определяются работы подготовительного периода:

а) строительство временных и постоянных дорог;

б) строительство инженерных сетей (постоянных и временных):

- ЛЭП и трансформаторных подстанций;

- водопровода;

- горячего водоснабжения;

- телефонизации;

в) ограждение стройплощадки (если возможно, то постоянное);

г) временных зданий и сооружений:

- гаражей;

- складов;

- бетонных узлов (в т.ч. в зимнем исполнении);

- мастерских:

- арматурных;

- опалубочных;

- для ремонта техники;

- котельных с теплосетями;

д) определяются карьеры для добычи инертных материалов.

# ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Необходимо обеспечить максимальную совместимость работ по времени и поточность на базе комплексной механизации всех работ.

**Ведущий процесс** в монолитном домостроении – укладка и уход за бетоном.

Основу комплексной механизации составляет выбор и применение того или иного бетоноукладочного комплекса.

# УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ В КОНСТРУКЦИЮ

**Бетоноукладочный комплекс** – устанавливаемая в строительной технологической документации цепочка (комплекс) машин и механизмов по которой перемещается бетонная смесь от места изготовления до места укладки в конструкцию.

Каждый бетоноукладочный комплекс имеет ведущую машину, по производительности которой ведут расчёт и подбор вспомогательных средств.

Расчёт бетоноукладочного комплекса помогает при разбивке конструкции на блоки бетонирования (захватки, карты), сравнении вариантов технологий производства работ, выбора опалубки.

# ОПАЛУБКА

Тип опалубки	Особенности конструкции	Область применения
Разборно-переставная	Состоит из щитов, поддерживающих, крепёжных, установочных и др. элементов. Устанавливается для каждого блока бетонирования, после достижения бетоном распалубочной прочности разбирается и переставляется на другое место.	
1.1. Мелкощитовая	Состоит из отдельных элементов-щитов массой до 70кг (стальная рама)или 40кг (алюминиевые сплавы). Отдельные щиты могут собираться в опалубочные панели или блоки. Инвентарная , с размерными модулями 10...30см (у разных фирм). Соединения быстроразъёмные замковые или балочные. Потолочные элементы укладываются на ригели установленные по стойкам.	Бетонирование разнотипных конструкций, в том числе с вертикальными, наклонными и горизонтальными поверхностями любого очертания.
1.2. Крупнощитовая	Состоит из крупноразмерных щитов, конструктивно связанная с поддерживающими элементами. Щиты воспринимают все технологические нагрузки и могут быть оборудованы подмостями, домкратами, подкосами и др. вспомогательными механизмами	Бетонирование крупноразмерных и массивных конструкций, в том числе стен и перекрытий. Необходим монтажный кран

# ОПАЛУБКА

<p>2. Объёмно-переставная, вертикально и горизонтально извлекаемая.</p>	<p>Конструкция, набирающаяся из П-образных секций и Г-образных полусекций. Образует П-образный каркас с шарнирно-закреплёнными опалубочными панелями перекрытия; ручного, механического или гидравлического устройства для отрыва щитов от затвердевшего бетона и приведения конструкции в транспортное положение.</p>	<p>Жилые и общественные здания, протяжённой компоновки с поперечными несущими стенами и монолитными перекрытиями.</p>
<p>3. Скользящая</p>	<p>Состоит из щитов, закреплённого на домкратных рамах рабочего пола, домкратов и других элементов (подвесных подмостей, домкратных стержней и др.). щиты закреплены на домкратных рамах и имеют конусность 5...7мм на каждую сторону.</p>	<p>Высотные компактные в плане здания и сооружения с неизменяемым сечением, толщиной не менее 12см.</p>
<p>4. Несъёмная</p>	<p>Состоит из плит, объёмных элементов, скорлуп, металлических профилированных элементов и других конструкций, выполняющих при бетонировании роль опалубки и остающих в затвердевшем бетоне.</p>	<p>Выполнение конструкций без распалубки с выполнением, в последующем функций гидроизоляции, облицовки, утепления, внешнего армирования и др.</p>

# ОПАЛУБКА

5. Блочная	Состоит из щитов и поддерживающих элементов, собранных в пространственные блоки.	Бетонирование отдельно стоящих фундаментов, ростверков, а так же внутренней поверхности замкнутых ячеек, в том числе жилых зданий и лифтовых шахт.
5.1. Разъёмная	Перед демонтажем поверхности опалубки отделяются и отводятся от бетона.	Бетонирование однотипных конструкций большого объёма
5.2. Неразъёмная	Блок – форма с фиксированным положением формирующих поверхностей.	Бетонирование однотипных конструкций небольшого объёма с распалубкой в раннем возрасте (отдельные фундаменты).
5.3. Переналаживаемая	Допускает изменение размеров в плане и по высоте	Разнотипные монолитные конструкции

# ОПАЛУБКА

При возведении монолитных многоэтажных зданий наибольшее применение получили следующие виды опалубочных систем:

разборно-переставная;

мелко- и крупнощитовая;

объемно-переставная;

блочно-переставная;

скользящая.

# ОПАЛУБКА

## **Мелкощитовая опалубка:**

Широкое применение нашла переставная опалубка из мелких (площадью до 3 м<sup>2</sup>) и более крупных деревянных, металлических или комбинированных рамных щитов.

## **Способы установки:**

Мелкощитовая опалубка может устанавливаться вручную при бетонировании фундаментов, колонн, перекрытий и других конструктивных элементов.

При необходимости из мелких щитов можно собирать крупногабаритные опалубочные панели или пространственные блоки и монтировать их с помощью кранового оборудования.

Широко применяются мелкощитовые опалубки фирм PERI, NOE, DOKA....,

различия между которыми в основном заключаются в конструкциях соединительных элементов:

замковых, клиновых, стяжных, винтовых и др.

# ОПАЛУБКА

**Крупнощитовая опалубка** размером 3... 20 м<sup>2</sup> применяется при бетонировании стен и других монолитных конструкций с большой площадью опалубливания. При установке щитов увеличенного размера существенно снижается трудоемкость опалубочных работ и улучшается качество поверхностей конструкций за счет уменьшения количества сопряжений.

Крупнощитовая опалубка размером на высоту помещения нашла широкое распространение при строительстве жилых и гражданских бескаркасных зданий с несущими стенами из монолитного железобетона.

## **Способы установки:**

Установка и снятие такой опалубки осуществляется с помощью кранов, обслуживающих строительный объект.

# ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций состоит из технологически связанных и последовательно выполняемых простых процессов:

- установка (монтаж) опалубочной системы;
- арматурные работы и установка закладных деталей;
- укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за бетоном (увлажнение-летом, утепление – зимой), набор распалубочной прочности;
- распалубливание;
- монтаж сборных конструкций (по проекту).

Каждый простой процесс выполняют специализированные звенья, объединённые в бригаду.

Профессиональный и численно-квалификационный состав звена устанавливается в зависимости от типа опалубочной системы на основании норм, приведённых в **ЕНиР (Сб.4)** или в соответствии с калькуляцией (расчётом).

Работа звеньев внутри бригады организуется поточно-расчленённым методом по графику ритмичного строительного потока.

Продолжительность работ каждого звена на захватке принимается равной продолжительности работы ведущего звена, которая, в свою очередь, определяется производительностью бетоноукладочного комплекса.

**Число рабочих, выполняющих арматурные и опалубочные работы, подбирают так, чтобы обеспечить необходимый фронт работ ведущему процессу (бетонированию).**

При поточном методе производства работ конструкцию разбивают в плане на захватки (карты, блоки бетонирования), а по высоте на ярусы.

При подборе пространственных параметров (захваток и ярусов) необходимо соблюдать определённые правила.

### **При разбивке на захватки:**

- горизонтальная разрезка предполагает равновеликость каждого простого процесса по трудоёмкости (с возможным отклонением до 25%);
- за минимальный размер захватки принимать объём работы одного звена на протяжении одной смены;
- размер захватки следует увязать с величиной блока, бетонируемого без перерыва или с устройством рабочих швов;
- количество захваток на объекте должно быть равно или кратно числу потоков.

### **При разбивке на ярусы:**

- одноэтажное здание разбивается на два яруса (1 – фундаменты, 2 – стены); многоэтажное – за ярус принимается этаж (высотой не более 4-х м.) с перекрытиями;
- при разбивке на ярусы учитывать проектную необходимость устройства рабочих и температурных швов.

Размер захваток обычно соответствует длине секции здания или включает целое число бетонируемых элементов (фундаментов, колонн и др.) или определяется по границам участков, намеченных для устройства швов.

При технологическом проектировании бетонных работ необходимо:

- выбрать опалубочную систему и технологию производства работ;
- определить трудоёмкость каждого процесса;
- установить пространственные и временные параметры потока;
- произвести выбор бетоноукладочного комплекса;
- определить и подобрать необходимое оборудование для опалубочных, арматурных и бетонных работ;
- произвести комплектацию бригад и звеньев, определить общее число рабочих (в том числе по квалификации);
- составить календарный график комплексного процесса;
- составить ведомости потребных материально-технических средств.

Общая продолжительность работ:

$$T = \frac{K}{A} (m + n - 1) + \sum t_{\sigma},$$

где:  $K$  – модуль цикличности,

$A$  – количество рабочих смен (полусмен),

$m$  – количество ярусов или захваток (всё здание),

$n$  – количество частных потоков,

$t_{\sigma}$  – время для набора прочности.

$n$  – может быть равно:

4, 3 (при использовании арматурно-опалубочных блоков),

2 (несъёмная опалубка).