

Здания из монолитного железобетона

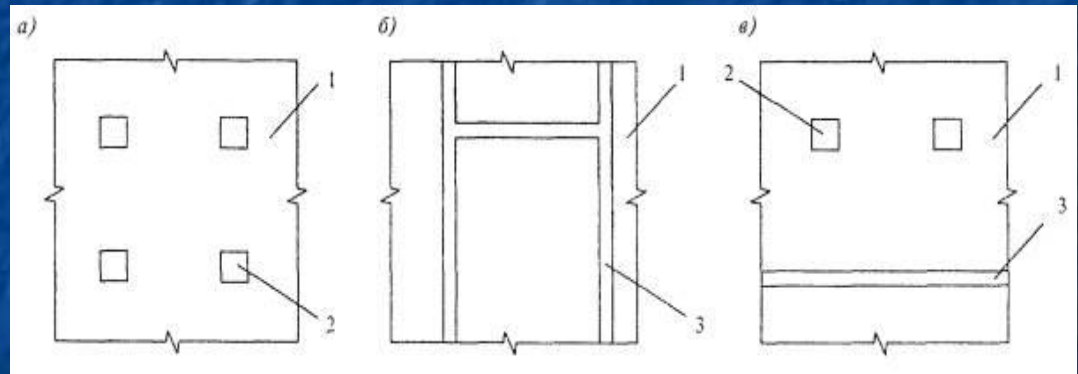


- **Монолітне будівництво** — технологія возведення будівель і споруд з залізобетону, яка дозволяє в короткі терміни будувати будівлі і споруди практично будь-якої поверховості і форми.

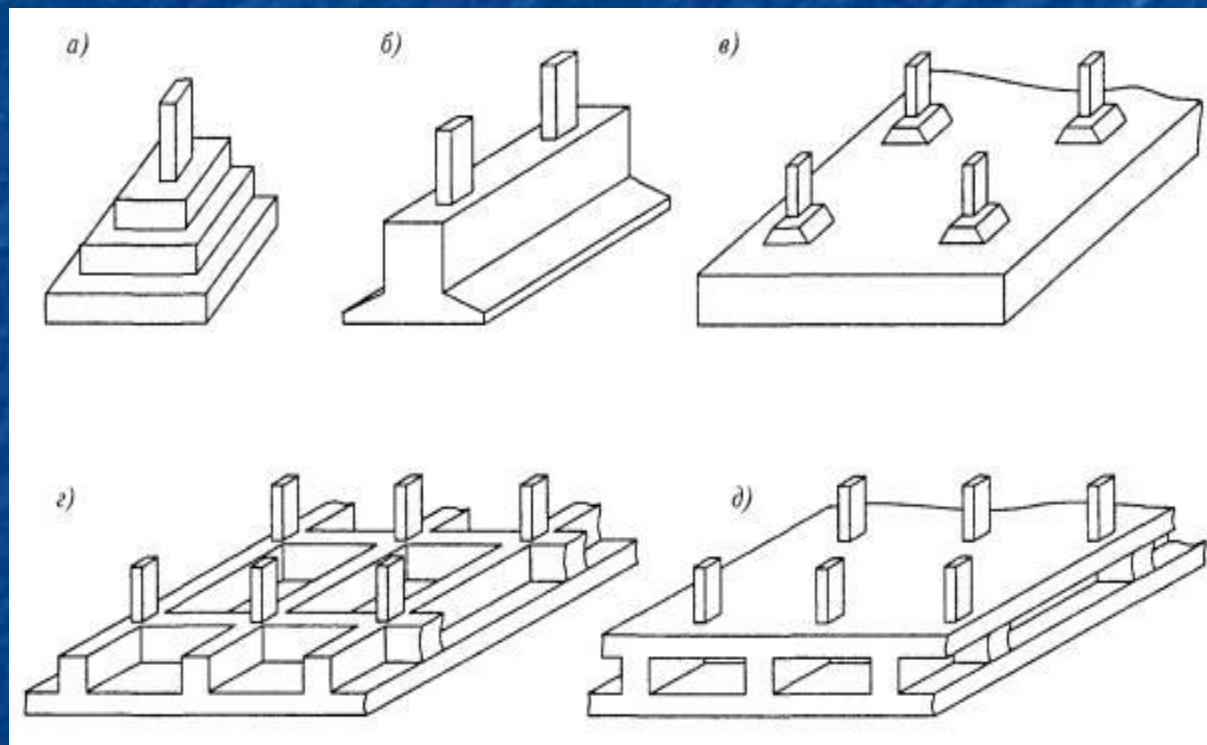
- Процес монолітного будівництва складається з наступних основних технологічних етапів:
 - Установка опалубки
 - Устрій арматурного каркаса
 - Залівка бетону
 - Прогрів (в зимній час)
 - Ухвал за бетоном
 - Зняття опалубки (ропалубка, разопалублювання)

КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

- - колонные, где основным несущим вертикальным элементом являются колонны;
 - - стеновые, где основным несущим элементом являются стены;
 - - колонно-стеновые, или смешанные, где вертикальными несущими элементами являются колонны и стены
 - Нижние этажи часто решают в одной конструктивной системе, а верхние - в другой. Конструктивная система таких зданий является комбинированной.
- *а* - колонная КС;
 - *б* - стеновая КС;
 - *в* - смешанная КС;
 - *1* - плита перекрытия; *2* - колонны; *3* - стены

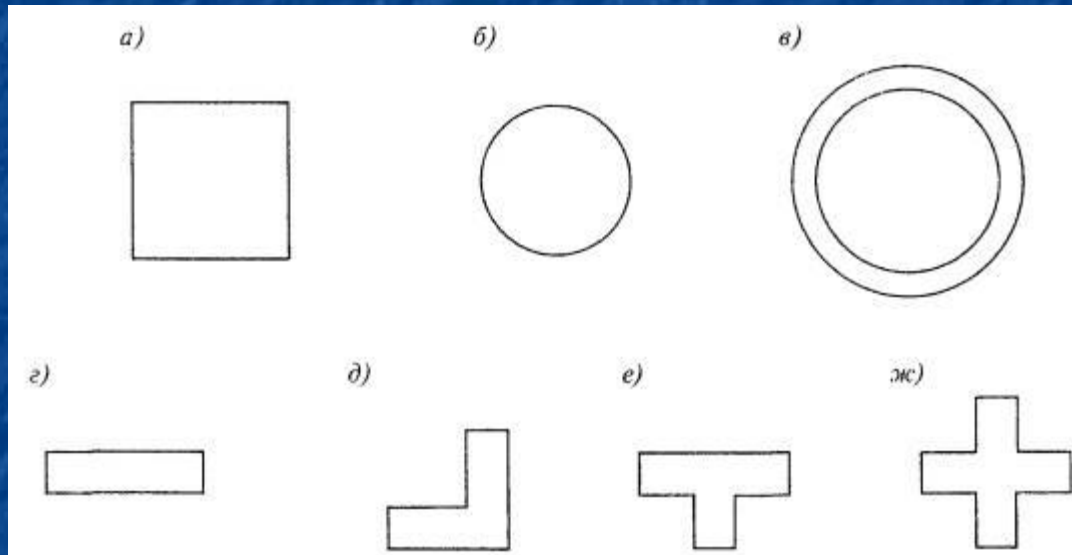


Фундаменты



- *a* - отдельный;
- *б* - ленточный;
- в, г, д* - плитные:
сплошной,
ребристый и
коробчатый

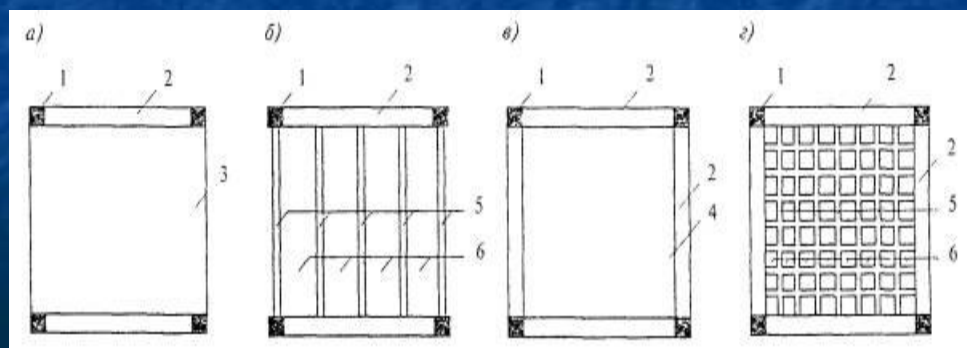
- Поперечные сечения колонн



- *a* - квадратное; *б* - круглое; *в* - кольцевое; *г* - прямоугольное; *д* - уголковое; *е* - тавровое; *ж* – крестовое
- Прямоугольные колонны (пилоны) с вытянутым поперечным сечением имеют соотношения $b/a < 4$ или $h_{эт}/b > 4$. Более вытянутые в плане колонны следует относить к стенам.

- 12 Конструктивные схемы в стеновых КС определяются взаимным расположением стен, а в колонных КС - взаимным расположением межколонных балок (рис. 5.5) относительно поперечных и продольных осей здания. Схемы бывают поперечные, продольные и перекрестные. В реальных монолитных зданиях конструктивные схемы обычно перекрестные (рис. 5.5, в, г; 6.2, а).

- а, б - балки и стены в одном направлении, в, г - балки и стены в двух направлениях;
- 1 - колонны; 2 - балки или стены; 3 - плита сплошная или пустотная; 4 - плита сплошная или пустотная кессонная; 5 и 6 - ребра и полки ребристой и кессонной плит



Укладка бетонной смеси

- При больших объемах заливки бетонная смесь обычно производится специализированным предприятием — бетонным заводом или узлом. В этом случае поставка бетона на объект производится автобетоносмесителями (миксерами). Если объемы заливки невелики, бетон целесообразнее приготовить на строительной площадке с помощью бетономешалок или вручную. Подача бетона в форму производится краном или бетононасосом.
- После укладки бетона в опалубку для предотвращения образования пустот и раковин обязательно производится его уплотнение с помощью глубинных либо поверхностных вибраторов. Тщательное уплотнение бетона в теле опалубки даёт высокое качество конечного продукта, что несёт экономическую выгоду производству и позволяет минимизировать затраты на предчистовую отделку помещений.



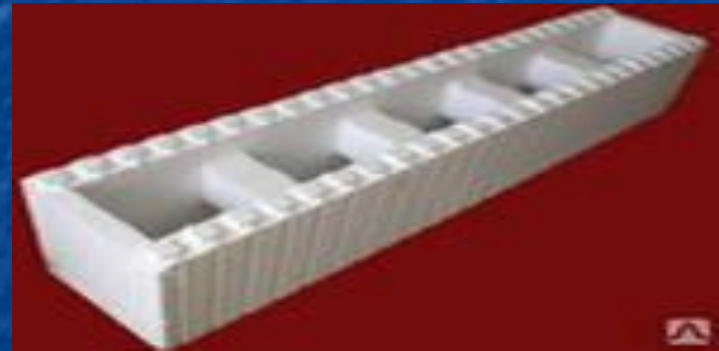
- В монолитных зданиях основные конструкции выполняют из монолитного бетона и железобетона.
- Сборно-монолитные здания возводятся с применением сборных изделий и монолитных конструкций.
- Монолитные и сборно-монолитные здания рекомендуется преимущественно применять в районах с теплым и жарким климатом, в районах, где отсутствует индустриальная база полносборного домостроения или недостаточна их мощность, а также, при необходимости, в любых районах строительства зданий повышенной этажности. При технико-экономическом обосновании возможно выполнять отдельные конструктивные элементы из монолитного бетона и железобетона в сборных зданиях, в том числе ядра жесткости, конструкции нижних нежилых этажей, фундаменты

Опалубка

- съёмная



- несъёмная



Несъёмная опалубка

- **Несъемная опалубка** — блоки или панели из различных материалов, которые монтируются в единую опалубочную конструкцию - форму для укладки монолитного железобетона. Ускоряет и упрощает строительство за счет объединения нескольких операций в одном технологическом цикле (несущая стена с нужным сопротивлением теплопередаче возводится за один технологический цикл). Несъемная палубка после схватывания в ней бетона становится функциональной частью конструкции готовой стены. Различают **несколько принципиально разных видов**



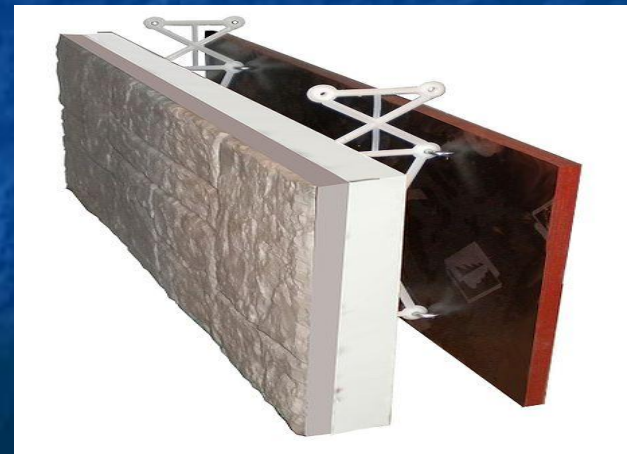
палуб



- **1. Блоки из вспененного полистирола с пустотами** . представляют собой пластины из пенополистирола соединенные между собой съемными или несъемными перемычками. Вышестоящие ряды блоков входят в зацепление с нижестоящими за счет особой формы сопрягаемых поверхностей («замки»). Внутреннее пространство блоков (обычно 150 мм) заполняется бетоном. Получаемая стена представляет собой сэндвич «пенополистирол-железобетон» . представляют собой пластины из пенополистирола соединенные между собой съемными или несъемными перемычками. Вышестоящие ряды блоков входят в зацепление с нижестоящими за счет особой формы сопрягаемых поверхностей («замки»). Внутреннее пространство блоков (обычно 150 мм) заполняется бетоном. Получаемая стена представляет

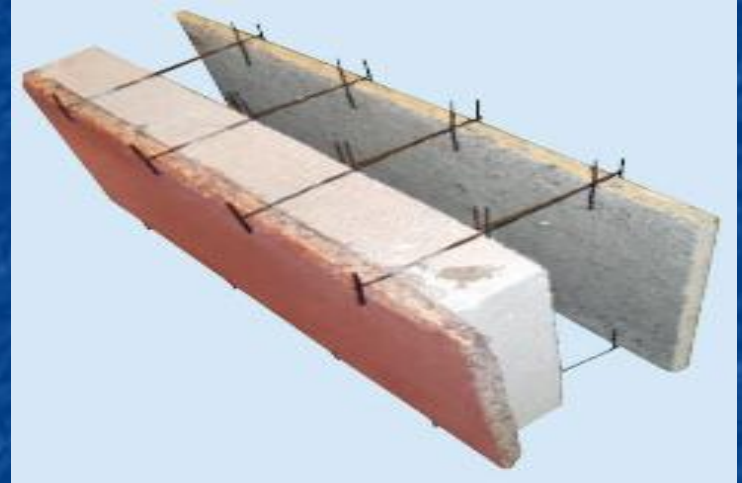
- **2. Облицовочная несъемная опалубка** (декоративная несъемная опалубка) — конструкция из легкоборных опалубочных модулей. Каждый модуль собирается прямо на возводимой стене из фасадной и внутренней облицовочных пластин при помощи перемычек. Внутри модуля вкладывается пластина утеплителя нужной толщины (пенополистирол или минплита-минеральная вата) и устанавливается арматура. Модули монтируются рядами методом бесшовной кладки (без раствора и герметика), при этом облицовочные пластины вышестоящих рядов модулей опираются на совершенно ровные края облицовочных пластин нижестоящих рядов. Затем в опалубку укладывается бетон.

- **3. Несъемная опалубка по технологии "Пластбау-3"**
- **4. Армированные панели**
- **6. Стекломагнезитовая каркасная опалубка** —



Деревобетонные панели или блоки (арболит)

- опалубочные _опалубочные панели или пустотные блоки из деревобетона (измельченная древесина (щепка) + цемент). Из панелей собирается опалубка при помощи специальных стяжек и гвоздей, подобно классической разборной опалубке из досок или щитов. Блоки же устанавливаются рядами методом бесшовной кладки. Для получения требуемого теплового сопротивления стены используются вкладыши из пенополистирола. Затем в опалубку устанавливается арматура и заливается бетон. Образуется монолитная несущая стена. Поверхность несъемной опалубки из деревобетона з опалубочные панели или пустотные блоки из деревобетона (измельченная древесина (щепка) + цемент). Из панелей собирается опалубка при помощи специальных стяжек и гвоздей, подобно классической разборной опалубке из досок или щитов. Блоки же устанавливаются рядами методом бесшовной кладки. Для получения требуемого теплового сопротивления стены используются вкладыши из пенополистирола. Затем в опалубку устанавливается арматура и заливается бетон. Образуется монолитная несущая



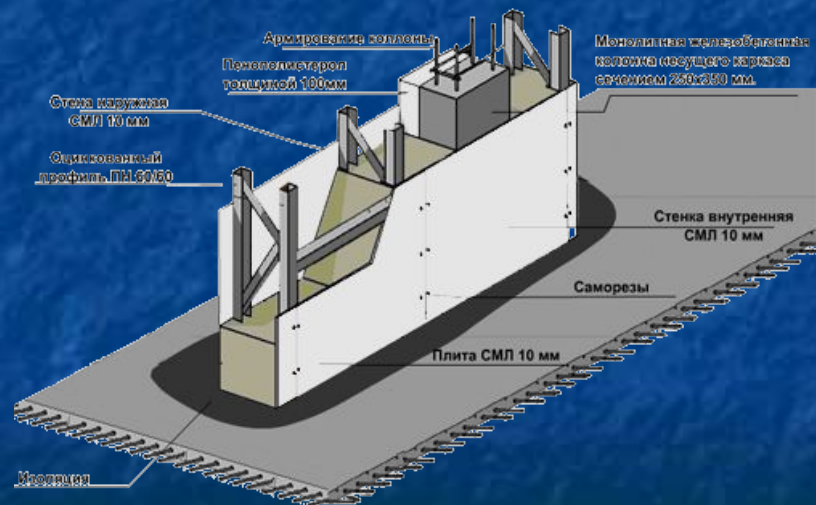
Армированные панели (армопанель)

- представляют собой плиту из пенополистирольного или другого теплоизоляционного (Урса, Rockwool, Парок) вкладыша (от 10 до 250 мм) оснащенную с обеих сторон стальной арматурной сеткой и разделенную бесконечной W-образной проволочной трассой (проволока 4 мм) соединяющей две сварные сетки (проволока 4 мм). После установки панели на месте будущей стены, на нее наносятся 2-3 слоя особого бетона методом мягкого торкретирования (набрызг бетона под давлением) с помощью специальной установки. Получаемая стена представляет собой сэндвич «бетон-пенополистирол-бетон» и не нуждается в дополнительной защите пенополистирола. При использовании армопанелей достигаются отличные экономические и эксплуатационные показатели благодаря, во-первых, бесшовному монолитному панельному строительству без применения тяжелой строительной техники, во-вторых, качествам теплоизолятора находящегося внутри панели, и в-третьих, отсутствием дополнительных работ по защите теплоизолятора.

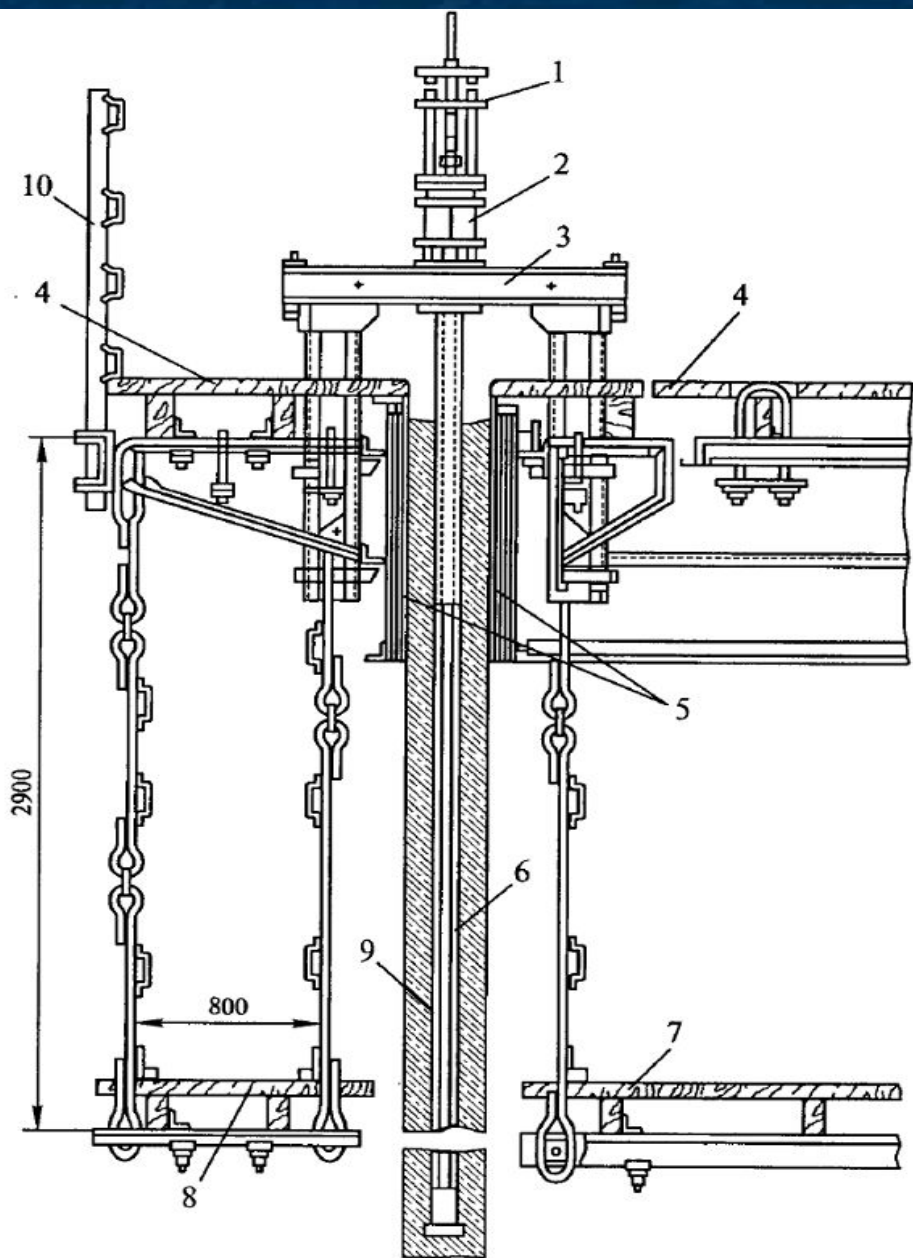


Стекломагнезитовая каркасная опалубка

- каркас из специального металлического термопрофиля каркас из специального металлического термопрофиля обшитый стекломагниевым листом каркас из специального металлического термопрофиля обшитый стекломагниевым листом (СМЛ). Конструкция напоминает устройство перегородки из гипсокартонных плит. Опалубка собирается сразу на высоту одного этажа и заливается легким бетоном (пенобетоном каркас из специального металлического термопрофиля обшитый стекломагниевым листом (СМЛ). Конструкция напоминает устройство перегородки из гипсокартонных плит. Опалубка собирается сразу на высоту одного этажа и заливается легким бетоном (пенобетоном, фибропенобетоном), приготовленным на месте в специальной установке. Несъемная опалубка из СМЛ используется в основном для перегородок или как ограждающая конструкция в составе наружных стен. Для обеспечения несущих свойств стен применяются



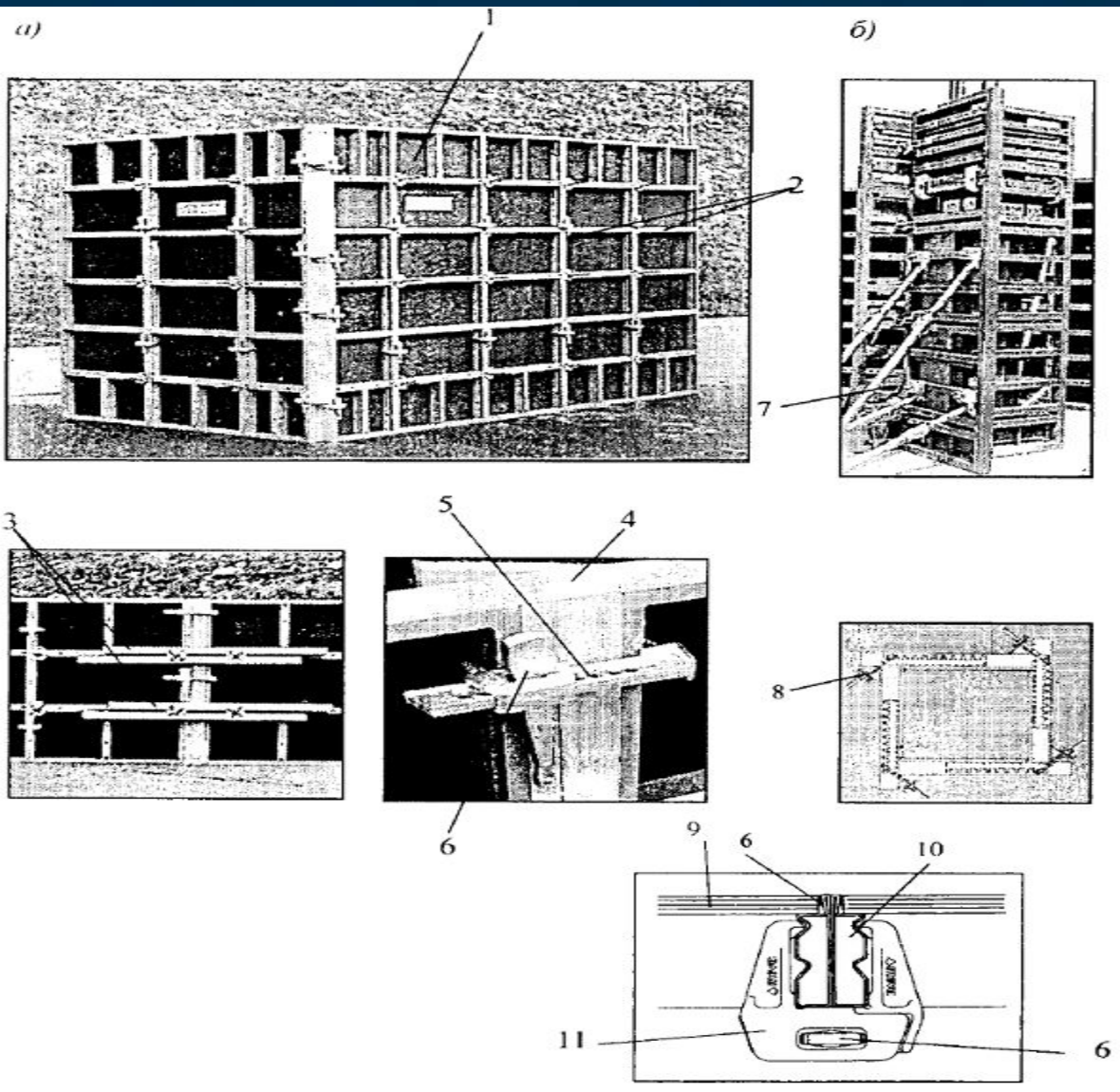
Разрез стены каркасно-монолитного строения наружная и внутренняя стенка плиты СМЛ как несъемная опалубка



Скользящей опалубкой называется опалубка, состоящая из щитов, закрепленных на домкратных рамах, рабочего пола, домкратов, насосных станций и других элементов, и предназначенная для возведения вертикальных стен зданий. Вся система элементов скользящей опалубки по мере бетонирования стен поднимается вверх домкратами с постоянной скоростью.

Опалубка эффективна, если ее использование предусмотрено для возведения нескольких рядом расположенных зданий. При возведении одиночных зданий опалубка окажется экономически эффективной при высоте здания не менее 25 м.

- Сдерживающими факторами развития и широкого распространения скользящей опалубки являются:
- - резкое удорожание производства работ в зимнее время;
- - потребность в большом количестве рабочих высокой квалификации, в том числе, персонала по обслуживанию систем скользящей опалубки;
- - резкое снижение эффективности технологического процесса бетонирования при различных организационных неполадках и перерывах;
- - большие затраты на ликвидацию всякого рода дефектов бетонирования и на доводку.



Мелкощитовой
 опалубкой
 называется
 опалубка,
 состоящая из
 наборов щитов
 площадью около 1
 м² и других
 элементов
 небольшого
 размера массой не
 более 50 кг.
 Допускается
 сборка щитов в
 укрупненные
 элементы, панели
 или
 пространственные
 блоки с
 минимальным
 числом доборных
 элементов

- Она состоит из нескольких типов небольших по размеру щитов, выполненных из стали, фанеры, или комбинированных, а также элементов креплений и поддерживающих устройств. Щиты имеют площадь не более 3 м², масса одного элемента такой опалубки не должна превышать 50 кг, что позволяет при необходимости устанавливать и разбирать опалубку вручную
- Мелкощитовые опалубки отличаются высокой универсальностью, их можно использовать для возведения самых различных конструкций — фундаментов, колонн, стен, балок, перекрытий. Тщательная обработка поверхности фанерной палубы дает возможность эксплуатировать ее до 200 циклов
- Существенным недостатком мелкощитовых опалубок являются большие трудозатраты на установку и снятие опалубки, низкий уровень механизации этих процессов.



Крупнощитовой опалубкой называется опалубка, состоящая из крупногабаритных щитов, элементов соединения и крепления. Щиты опалубки воспринимают все технологические нагрузки без установки дополнительных несущих и поддерживающих элементов и комплектуются подмостями, подкосами, регулировочными и установочными системами.

Опалубка включает щиты площадью 3...20 м² повышенной несущей способности и применяется для конструкций с большими опалубливаемыми поверхностями.

- Крупнощитовая опалубка наиболее универсальна и мобильна в использовании и позволяет существенно улучшить качество конструкций за счет снижения числа сопряжений, при этом высоту щита принимают равной высоте яруса бетонирования.
- Опалубка предназначена для возведения крупноразмерных монолитных конструкций самых разнообразных сооружений, установка и снятие опалубки осуществляется только кранами. Щиты опалубки являются самонесущими и включают палубу, элементы жесткости щита и несущие конструкции. Такие щиты оборудуют подмостями, подкосами для установки и первоначальной выверки, регулировочными домкратами. Крупнощитовая опалубка применима практически для всех конструктивных элементов зданий и сооружений: фундаментов, наружных и внутренних стен, колонн, перекрытий. Наибольшее распространение опалубка нашла при строительстве жилых и гражданских зданий.



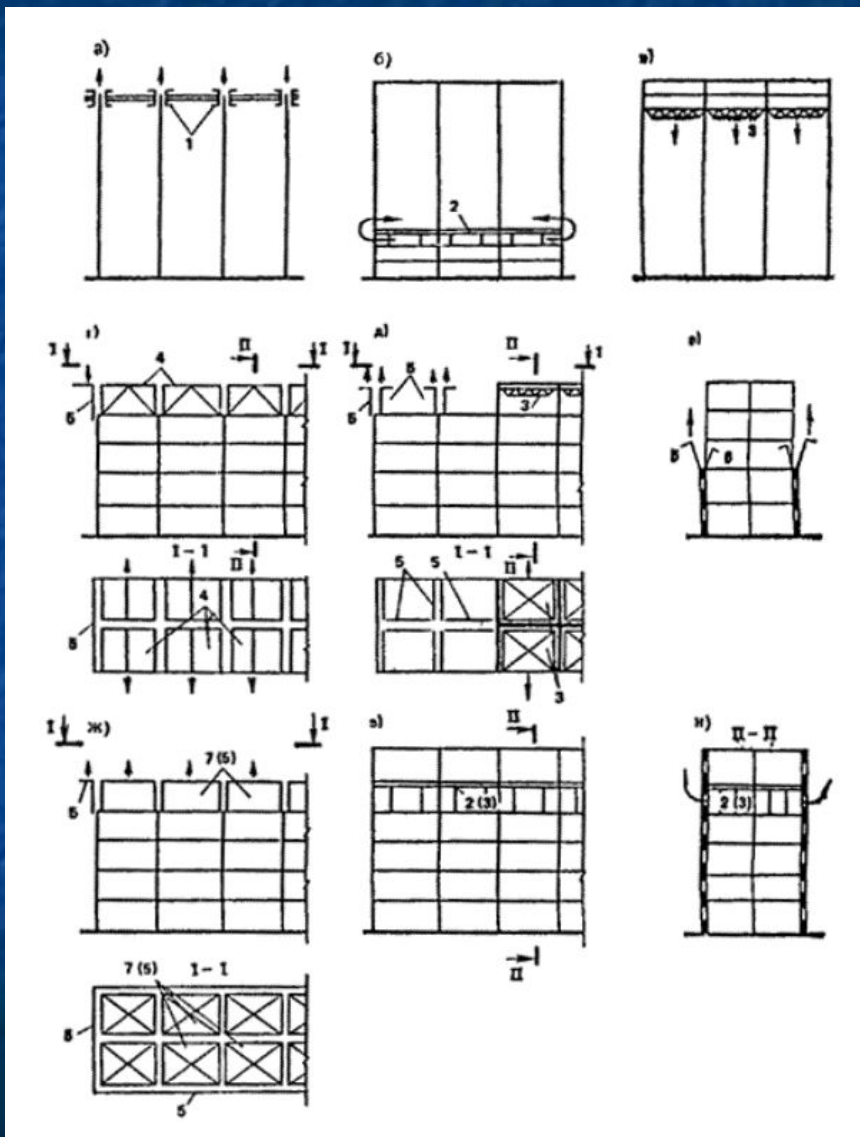
- *Объемно-переставной опалубкой* называется опалубка, представляющая собой систему вертикальных и горизонтальных щитов, шарнирно-объединенных в П-образную секцию, которая в свою очередь образуется путем соединения двух Г-образных полусекций и, в случае необходимости, вставкой щита перекрытия.

- применение объемно-переставной опалубки накладывают определенные технологические ограничения: необходимо оставлять проемы или открытые фасады для извлечения опалубки, иметь более четкую планировку и т. п. Кроме того, объемно-переставная опалубка имеет более сложную, чем крупнощитовая, конструкцию и большую стоимость. Поэтому применять ее целесообразно для возведения большой серии монолитных зданий в одном районе с высоким темпом оборачиваемости опалубки.



- *Блочной опалубкой* называется опалубка, состоящая из системы вертикальных щитов и угловых элементов, шарнирно объединенных специальными элементами в пространственные блок-формы.

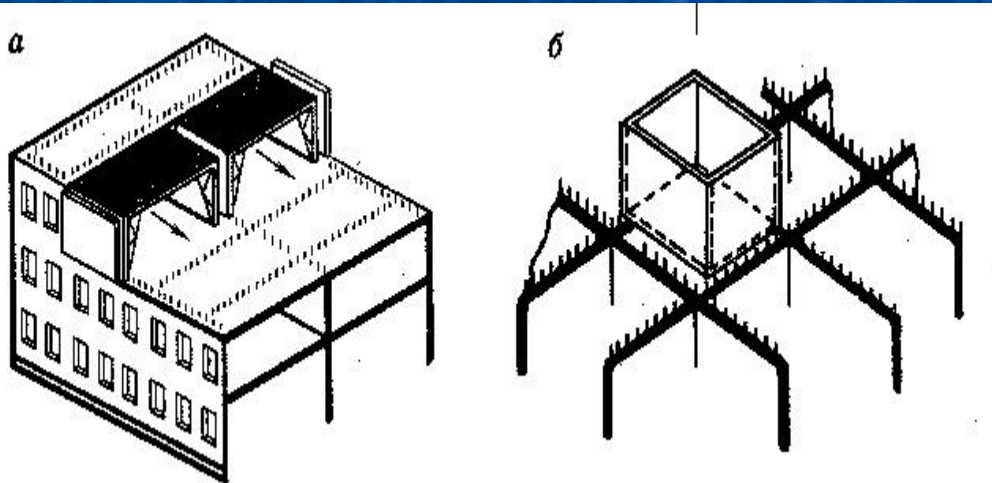
Монолитные и сборно-монолитные здания по методу их возведения



- с монолитными наружными и внутренними стенами, возводимыми в скользящей опалубке (рис. 2, а) и монолитными перекрытиями, возводимыми в мелкощитовой опалубке методом «снизу-вверх» (рис. 2, б), или в крупнощитовой опалубке перекрытий методом «сверху-вниз» (рис. 2, в);
- с монолитными внутренними и торцевыми наружными стенами, монолитными перекрытиями, возводимыми в объемно-переставной опалубке, извлекаемой на фасад (рис. 2, г), или в крупнощитовых опалубках стен и перекрытий (рис. 2, д). Наружные стены в этом случае выполняются монолитными в крупнощитовой и мелкощитовой опалубках после возведения внутренних стен и перекрытий (рис. 2, е) или из сборных панелей, крупных и мелких блоков кирпичной кладки;
- с монолитными или сборно-монолитными наружными стенами и монолитными внутренними стенами, возводимыми в переставных опалубках, извлекаемых вверх (крупнощитовой или крупнощитовой в сочетании с блочной) (рис. 2, ж, з). Перекрытия в этом случае выполняются сборными или сборно-монолитными с применением сборных плит - скорлуп, выполняющих роль несъемной опалубки;
- с монолитными наружными и внутренними стенами, возводимыми в объемно-передвижной опалубке (рис. 2, и) способом поярусного бетонирования, и сборными или монолитными перекрытиями;
- с монолитными внутренними стенами, возводимыми в крупно-щитовой опалубке стен. Перекрытия в этом случае выполняются из сборных или сборно-монолитных плит, наружные стены - из сборных панелей, крупных и мелких блоков, кирпичной кладки;
- с монолитными ядрами жесткости, возводимыми в переставной или скользящей опалубке, сборными панелями стен и перекрытий;
- с монолитными ядрами жесткости, сборными колоннами каркаса, сборными панелями наружных стен и перекрытиями, возводимыми методом подъема.

Классификация методов возведения зданий

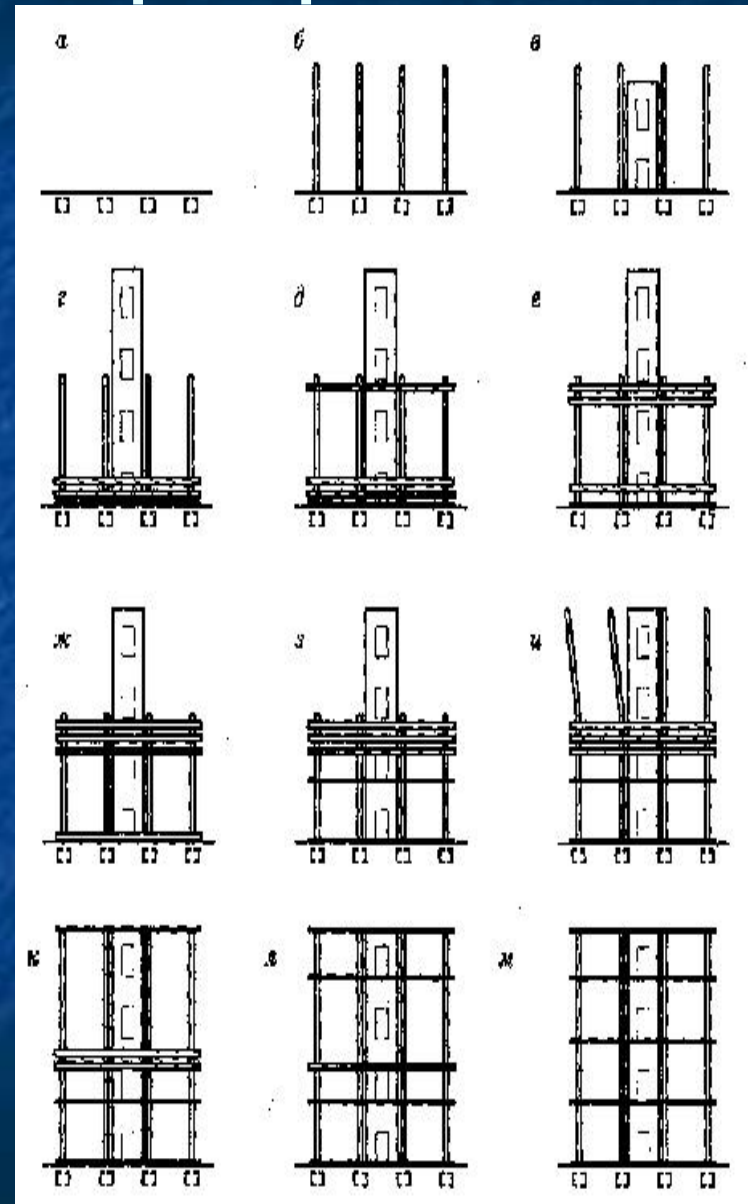
- Наиболее распространены следующие индустриальные методы возведения зданий из монолитного железобетона путем бетонирования:



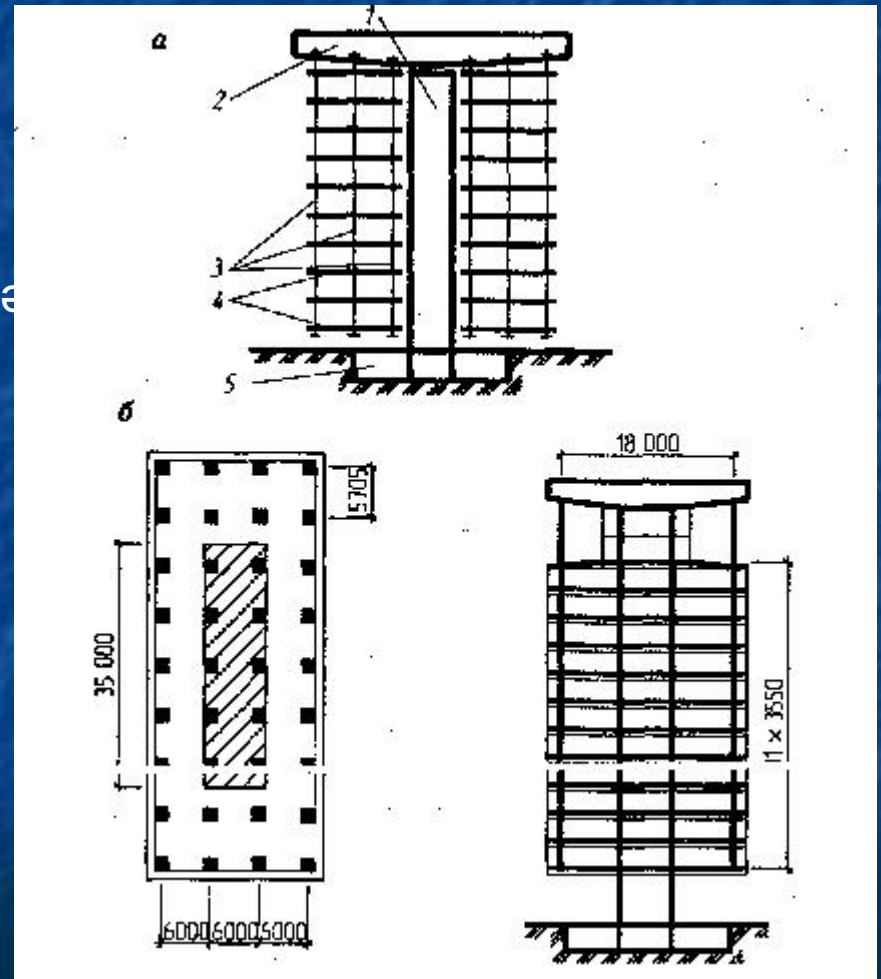
- I — горизонтальных и вертикальных конструкций с помощью неподвижной опалубки (крупнощитовой, объемной переставной);
- II — вертикальных конструкций с применением подвижной (скользящей) опалубки, а горизонтальных — с применением неподвижной (крупнощитовой или объемной переставной) опалубки либо сборных железобетонных изделий;
- III — горизонтальных конструкций в виде пакета плит перекрытий на уровне земли и последующего их подъема домкратами по сборным стальным или железобетонным колоннам на проектные отметки (метод подъема перекрытий, когда обустройство этажей осуществляется на проектных отметках).
- IV — горизонтальных конструкций в виде пакета плит перекрытий и обустройство этажей на уровне земли с последующим подъемом готовых этажей на проектные отметки по сборным стальным или железобетонным колоннам (метод подъема этажей)
- V — в скользящей опалубке ядер жесткости и выполнение остальных конструкций здания из сборных элементов;
- VI — в скользящей опалубке ядер жесткости и подвеска к ним перекрытий (этажей) с помощью вант (здания висячей конструкции).

Метод подъёма перекрытий

- Возведение четырехэтажного здания методом подъема перекрытий: а — выполнение фундаментов; б — установка колонн первого яруса; в — выполнение бетонной подготовки под пол первого этажа и бетонирование ядра жесткости; г — бетонирование пакета перекрытий; д — подъем кровельной плиты до уровня верха колонн первого яруса; е — подъем перекрытий четвертого этажа; ж — подъем перекрытий третьего этажа; з — подъем перекрытий второго этажа на проектную отметку; и — наращивание колонн второго яруса; к — подъем кровельной плиты на проектную отметку; л — подъем перекрытий четвертого этажа на проектную отметку; м — подъем перекрытий третьего этажа на проектную отметку
- Бетонирование плит перекрытия производят на уровне земли с помощью деревометаллической бортовой опалубки по периметру плиты.

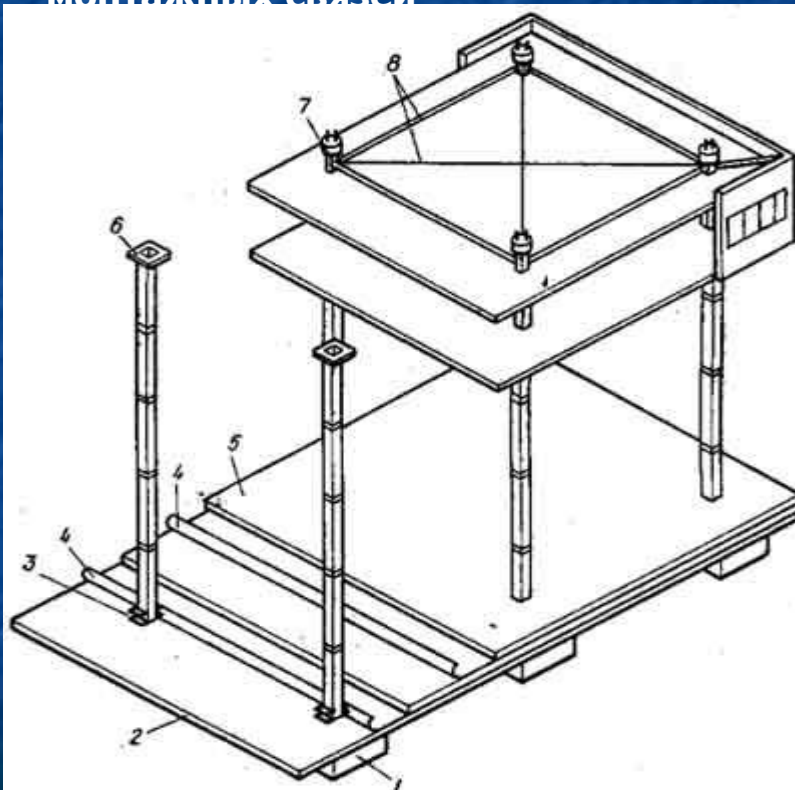


- Здание висячей конструкции состоит из основной опорной конструкции, подвесок и подвесных перекрытий. К верхней части опорной конструкции непосредственно или с помощью промежуточных элементов непосредственно прикреплены подвески, а к подвескам — перекрытия. Нагрузки от перекрытий передаются по подвескам вверх на опорную конструкцию и через нее на фундамент.
- Здания висячей конструкции: а — пример конструктивной схемы (1 — ствол; 2 — двухконсольная балка; 3 — подвески; 4 — перекрытия; 5 — фундамент); б — план и разрез здания банка в Антверпене



Метод подъема этажей

- **1 - фундамент; 2 - пол первого этажа; 3 - воротник; 4 - разделительная прокладка; 5 - изготовленная плита; 6 - оголовок; 7 - винтовая тяга; 8 - система монтажных связей**



- Сущность метода подъема этажей заключается в замене подъемных кранов системой гидравлических подъемников, устанавливаемых на колоннах зданий и поднимающих поочередно пакет забетонированных на уровне пола первого этажа плит перекрытий на проектные отметки. Этот метод позволяет возводить индустриальным путем здания любой конфигурации с различными по высоте этажами.
- В отличие от фундаментов обычных зданий, столбчатые фундаменты зданий, сооружаемых методом подъема этажей, испытывают значительные горизонтальные усилия, достигающие наибольших значений при подъеме плиты перекрытия. В этот период в месте заделки колонны в фундамент возникает значительный изгибающий момент. Стенки стакана и заделка колонны усиливаются для восприятия этого момента. Конструктивно это усиление выполняется путем увеличения глубины заделки колонны. На заделываемой части колонны и стенках стакана предусматриваются горизонтальные кольцевые борозды для образования бетонной шпонки. Горизонтальные нагрузки передаются также на жесткие стволы лестничных клеток, возводимые в скользящей опалубке.
- Колонны устанавливаются с нанизанными на них (по числу поднимаемых этажей) стальными воротниками и укрепленными на оголовках адаптерами - приспособлениями для крепления гидравлических подъемников и системы монтажных связей.
- Сетка колонн таких зданий назначается 6X12 м. Высота помещений определяется исходя из габаритов оборудования. Междуетажные перекрытия выполняют монолитные безбалочные толщиной 140...220 мм..

- . Конструктивные и технологические решения монолитных и сборно-монолитных зданий должны, как правило, обеспечивать разнообразие объемно-пространственных решений при минимуме приведенных затрат. С этой целью рекомендуется:
- наиболее полно учитывать особенности каждого метода возведения зданий, влияющие на объемно-пространственные решения;
- применять конструкции переставных опалубок, собираемых из модульных щитов;
- проектировать технологию и организацию работ одновременно с проектированием здания для взаимной увязки архитектурно-планировочных, конструктивных и технологических решений;
- максимально индустриализировать производство работ за счет комплексной механизации процессов изготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетонной смеси, применения арматурных изделий заводского изготовления и механизации отделочных работ;
- сокращать сроки строительства путем обеспечения максимальной оборачиваемости опалубки за счет интенсификации твердения бетона при положительных и отрицательных температурах наружного воздуха;
- применять опалубки и методы уплотнения бетонной смеси, обеспечивающие минимальные дополнительные работы по подготовке бетонных поверхностей под отделку.

- **Для монолитных зданий** рекомендуется применять следующие способы возведения:
- безобогревные (метод «термоса», применение противоморозных добавок);
- обогревные (контактный прогрев, камерный прогрев);
- комбинацию безобогревного и обогревного методов. Безобогревные методы рекомендуется применять при температуре наружного воздуха до минус 15 °С, а обогревные методы - до минус 25 °С.
- Выбор конкретного метода возведения монолитных конструкций в зимнее время рекомендуется производить на основании технико-экономических расчетов для местных условий строительства.

Преимущества монолитного домостроения

- - Монолитные здания легче кирпичных на 15-20 %. Существенно уменьшается толщина стен и перекрытий. За счет облегчения веса конструкций уменьшается материалоемкость фундаментов, соответственно удешевляется устройство фундаментов. Если монолитное строительство ведется по четко отработанной схеме, то возведение зданий осуществляется в более короткие сроки. Стены и потолки практически готовы к чистовой отделке.
- Монолитное строительство обеспечивает практически "бесшовную" конструкцию. Благодаря этому повышаются показатели тепло- и звукопроницаемости.
- Также следует знать, что монолитные конструкции более долговечны. Установленный проектный срок эксплуатации домов, построенных по монолитной технологии, – не менее 200 лет.
- Благодаря современной конструкции [опалубки](#) возведение монолитных зданий теперь не носит сезонный характер, а стало возможным круглогодично.

Поэтому в гражданском строительстве, в том числе малоэтажном, монолитный бетон находит достаточно широкое применение.

Недостатки монолитного строительства

- Невысокая прочность и сейсмостойкость при большой массе (напр. прочность бетона в 10 раз меньше прочности стали)
- Высокая трудоемкость (в сравнении с каркасно-панельным строительством)