

**Лекция 7-8.**

***Методы монтажа конструкций  
зданий и сооружений***

- Многообразие конструктивных решений зданий и сооружений требует применения различных методов и приемов их монтажа. Выбор метода возведения здания зависит от его конструктивных и технологических особенностей, степени укрупнения элементов, материала конструкций, средств механизации и других факторов.
- Методы монтажа элементов конструкций находятся в прямой зависимости от степени укрупнения монтажных элементов, последовательности монтажа сборных элементов, способа установки конструкций в проектное положение, средств выверки и временного крепления элементов и других признаков.

- Методы монтажа по степени укрупнения элементов. В зависимости от степени укрупнения конструкций монтаж подразделяют на мелкоэлементный, поэлементный, крупноблочный, комплектно-блочный и монтаж сооружений в готовом виде.
- Мелкоэлементный монтаж из отдельных конструктивных элементов характеризуется значительной трудоемкостью, неполной загруженностью монтажных механизмов из-за большой разницы в массах различных монтируемых элементов, большим числом подъемов, заделкой многочисленных стыков. Часто возникает необходимость в устройстве строительных лесов для фиксации отдельных элементов и укрупнительной сборке непосредственно в конструкции. Метод мало эффективен и применяется крайне редко.
- Поэлементный монтаж из отдельных конструктивных элементов (колонны, ригели, панели перекрытий и т. д.) требует минимума затрат на подготовительные работы. Широко применяют при возведении гражданских и промышленных зданий, их монтаже с приобъектного склада и с транспортных средств.
- Крупноблочный монтаж из геометрически неизменяемых плоских или пространственных блоков, предварительно собранных из отдельных элементов. Массу блоков доводят, по возможности, до максимальной грузоподъемности монтажных механизмов. При этом уменьшается число монтажных подъемов, исключается выполнение на высоте большинства монтажных операций. Примеры плоского блока - рама каркаса многоэтажного здания, блок оболочки покрытия; пространственные элементы - блоки покрытия одноэтажных промышленных зданий размером на ячейку, включая фермы, связи, конструкции покрытия.

- Комплектно-блочный монтаж подразумевает полную степень заводской готовности крупных блоков размером на ячейку, включая уже смонтированные коммуникации — санитарно-технические, электротехнические, вентиляционные, располагаемые между поясами ферм. В гражданском строительстве метод включает в себя монтаж блок-комнат и блок-квартир. Возводимое здание разделяют на крупногабаритные, но транспортабельные конструктивно законченные, полностью отделанные (окраска, отделка, полы) и укомплектованные оборудованием монтажные блоки, которые доставляют к месту монтажа и осуществляют сборку зданий. Масса таких монтажных блоков может достигать 100 т.
- Монтаж сооружений в готовом виде предполагает сборку сооружения полностью на уровне земли с окончательным соединением и закреплением всех узлов с последующей установкой сооружения в проектное положение. Применяют метод при монтаже опор линий электропередач, радиобашен, оболочек, заводских труб и т. д.

- Способы наводки монтажных элементов на опоры. В зависимости от способа установки конструкции в проектное положение различают следующие виды монтажа.
- Свободный монтаж, при котором монтируемый элемент без каких-либо ограничений устанавливается в проектное положение при его свободном перемещении. Способ требует постоянного контроля положения элемента в пространстве при его установке, необходимость выполнения выверочных, крепежных и других операций на высоте. Недостатки способа - повышенная сложность и высокая трудоемкость работ.
- Ограниченно-свободный монтаж характеризуется тем, что монтируемая конструкция устанавливается в направляющие упоры, фиксаторы и другие приспособления, частично ограничивающие свободу перемещения конструкции, но приводящие к снижению трудозатрат на временное крепление и выверку. Способ повышает производительность кранового оборудования за счет снижения времени монтажного цикла.
- Принудительный монтаж конструкции основан на использовании кондукторов, манипуляторов, индикаторов и других средств, обеспечивающих полное или заданное ограничение перемещений конструкции от действия собственной массы и внешних воздействий. Способ обеспечивает повышение точности монтажа, приводит к значительному снижению трудозатрат.

- Методы монтажа по последовательности установки элементов. При сборке конструкций зданий и сооружений необходимо соблюдать следующие требования:
- ■ последовательность сборки должна обеспечивать устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированных частей здания на всех стадиях монтажа;
- ■ установка конструкций на каждом участке здания должна позволять производить на смонтированном участке последующие работы;
- ■ безопасность монтажных, общестроительных и специальных работ на объекте с учетом их выполнения по совмещенному графику.
- В зависимости от принятой последовательности установку элементов конструкций производят следующими методами: дифференцированным (раздельным), комплексным и смешанным (комбинированным).

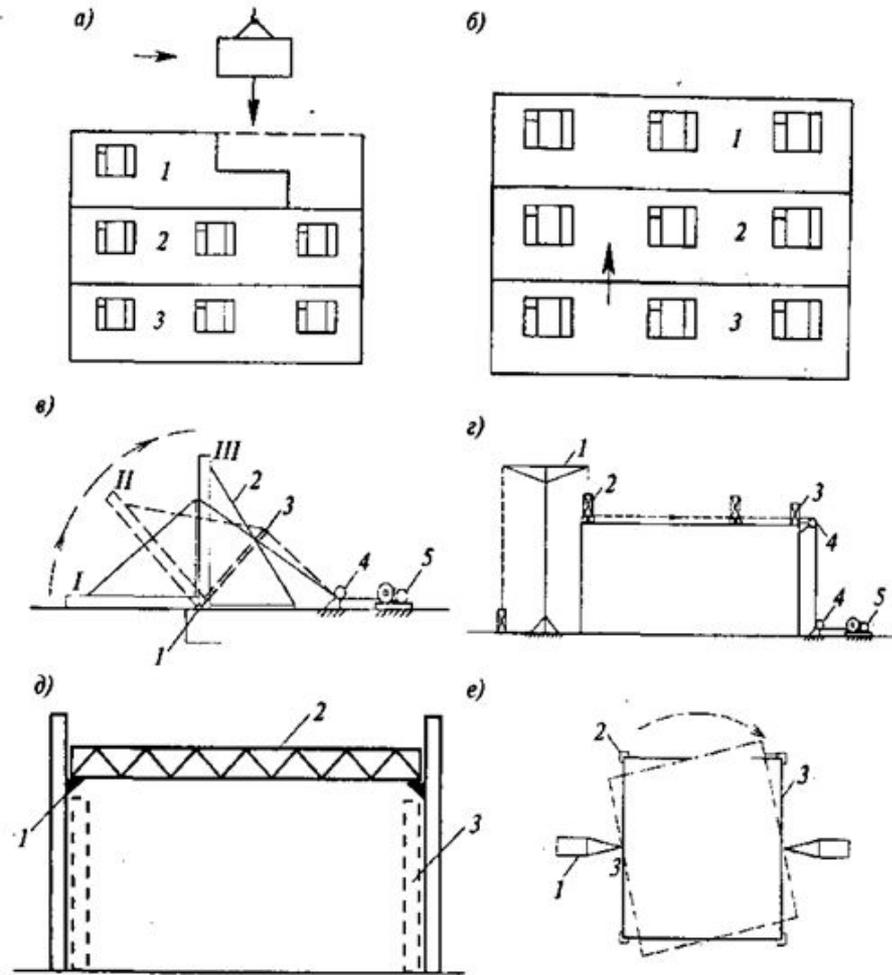
- Дифференцированный или отдельный метод характеризуется ус-тановкой одготипных конструктивных элементов, включая их времен-ное и окончательное закрепление. Для одноэтажных промышленных зданий сначала устанавливают все колонны, затем все подкрановые балки, при последней проходке монтажного крана навешивают стено-вые элементы. В многоэтажных жилых зданиях последовательно мон-тируют стеновые панели, перегородки, сантехкабины и другие элемен-ты. Завершается работа на этаже укладкой панелей перекрытий.
- Комплексный метод предусматривает последовательную установ-ку, временное и окончательное закрепление разных конструктивных элементов, составляющих каркас одной ячейки здания. Установка эле-ментов другой ячейки начинается после проектного закрепления кон-струкций предыдущей ячейки. Достоинство этой схемы - возможность раньше приступить к последующим отделочным работам и установка технологического оборудования в ячейках, законченных монтажом. Метод применяют при монтаже многоэтажных каркасных и бескаркас-ных зданий, одноэтажных промышленных зданий с металлическим каркасом.
- Смешанный или комбинированный метод представляет собой сочетание отдельного и комплексного методов. Монтаж смешанным методом наиболее часто применяют для одноэтажных промышлен-ных зданий из сборного железобетона. В первом монтажном потоке устанавливают все колонны, во втором потоке - по ячейкам монтиру-ют подкрановые балки, стропильные фермы и панели покрытия, в третьем потоке навешивают стеновые панели. Метод эффективен когда имеется возможность обеспечить каждый монтажный поток са-мостоятельными монтажными средствами. Монтаж с необходимым смещением во времени может быть обеспечен всеми тремя монтаж-ными механизмами, что приводит к значительному сокращению сро-ков монтажных работ.

# Способы установки монтажных элементов в проектное положение

- В практике строительства утвердились следующие способы установки конструкций: наращивание, подращивание, поворот, надвигка и вертикальный подъем

Рис. 1. Основные методы монтажа зданий и сооружений:

а - наращивание (1..3 - последовательность монтажа); б - подращивание (1...3 - последовательность подъема); в - метод падающей стрелы; 1...III - этапы поворота конструкции; 1 - шарнирное опирание; 2 - растяжка; 3 - «падающая стрела»; 4 - блок; 5 - лебедка; г - надвижка; I - монтажный кран; 2 - надвигаемый конструктивный элемент; 3 - элемент в проектном положении; 4 - блок полиспаста; 5 - лебедка; д - вертикальный подъем гидравлическими подъемниками; 1 - гидравлический подъемник; 2 - поднимаемая конструкция; 3 - подведение поддерживающих конструкций; е - монтаж спаренными кранами; 1 - монтажный кран; 2 - постоянная опора; 3 - подъем и поворот конструкции на опоры



- Способ наращивания широко распространен при монтаже всех типов зданий. Установку элементов можно осуществлять по всем трем методам монтажа - дифференцированному, комплексному и смешанному. Монтаж конструкции осуществляют сверху на ранее установленные конструкции, и он включает в себя строповку, подъем в проектное положение, установку конструкции на опоры, временное крепление и выверку положения, расстроповку и закрепление конструкции в проектном положении. Способ заключается в последовательном наращивании элементов здания по горизонтали по всей длине (по всей площади этажа), с продолжением работ в той же последовательности и на последующих этажах. В качестве монтажных элементов могут быть отдельные конструкции, укрупненные линейные элементы, плоские и пространственные блоки. Способ позволяет организовать возведение здания любыми современными методами, при любой организации работ, применить самую разнообразную комплексную механизацию всех работ, обеспечить максимальное совмещение технологических процессов с целью сокращения общей продолжительности производства работ.
- Данный способ установки конструкций позволяет широко применять блоки и элементы полной заводской готовности (сантехкабины, объемные блок-комнаты), комплектно-блочный монтаж из укрупненных в пространственные блоки строительных конструкций с перенесением части, а иногда и большего объема последующих достроечных или общестроительных и отделочных работ в заводские условия.

- Способ подращивания заключается в последовательном возведении сооружения, начиная с верхнего этажа и заканчивая первым. Сначала на смонтированных конструкциях подземной части здания собирают и поднимают самые верхние конструкции, затем к ним подращивают элементы и конструкции, расположенные ниже. Достоинством этого способа является выполнение основных сборочных и сварочных операций на уровне земли. Способ достаточно широко применяется, в частности при возведении зданий методами подъема перекрытий и этажей.
- В жилищном и промышленном строительстве подращивание осуществляют по направляющим колоннам, ядрам жесткости с использованием домкратов и средств подтягивания конструкций. При методе подъема перекрытий первоначально бетонируют все перекрытия, включая панель покрытия. С помощью домкратов поднимают на определенную высоту верхнее покрытие, обычно с готовой кровлей. Далее последовательно, в соответствии с установленной технологией, осуществляют подъем одного перекрытия или пакета плит на промежуточную высоту, наращивание колонн, снова подъем плит как с промежуточных отметок, так и с уровня земли. Когда все панели перекрытия оказываются на своих проектных отметках, начинается обустройство их остальными конструктивными элементами, включая навеску стеновых панелей. Возведение этажей при этом методе производят сверху вниз.
- При методе подъема этажей также первоначально бетонируют все перекрытия и верхнее покрытие, которое поднимают на промежуточную высоту, на верхнем перекрытии возводят сборные конструкции верхнего этажа, весь этаж поднимают до уровня покрытия и соединяют с ним. Далее на верхнем забетонированном перекрытии монтируют следующий этаж, поднимают до верхнего и вместе их поднимают до проектных отметок. Далее собирают следующий этаж и поднимают до проектных отметок. Все последующие конструкции собирают и поднимают в проектное положение подобным образом.

- Способ поворота применяют для конструкций или сооружений, собираемых в горизонтальном положении, обычно на уровне земли. Подъем конструкций в проектное положение осуществляют путем поворота вокруг неподвижного шарнира с помощью порталов, шевров, мачт с полиспастами, лебедками, с применением самоходных кранов. Задача всех этих монтажных приспособлений и средств состоит в обеспечении плавного подъема и поворота монтируемой конструкции с горизонтального в вертикальное положение. Для обеспечения устойчивости конструкции при подъеме, особенно в завершающий момент установки в вертикальное положение, используют тормозные лебедки и другие устройства, воспринимающие инерционные силы от движения поднимаемой системы, воспринимающие боковые ветровые усилия и другие нагрузки, возникающие при подъеме.
- Способом поворота монтируют радиомачты высотой до 120 м, опоры линий электропередач. Наиболее часто применяют две разновидности способа:
- - способ поворота с использованием самоходного крана для подъема верха конструкции на промежуточную высоту с последующим подъемом конструкции с помощью лебедки;
- - способ «падающей стрелы» - на конструкцию в шарнире устанавливают вертикально и жестко закрепляют высокую жесткую стойку, верх которой соединяют с верхом поднимаемой конструкции, таким образом, создается жесткая треугольная система. Эту систему поворачивают во-круг опорного шарнира с помощью лебедки, трос от которой закреплен наверху стойки (стрелы), проходит через неподвижный, заанкеренный в земле блок.

- Способ надвигки основан на сборке отдельных конструкций в крупный пространственный блок (в бетонировании крупноразмерной пространственной конструкции) в стороне от своих постоянных опор. В проектное положение готовую пространственную конструкцию надвигают по специальным накаточным путям. При этом конструкция либо скользит (способ скольжения), либо катится на роликах (способ качения). Способ применяют при монтаже конструкций промышленных зданий, при надвигке конструкций в стесненных условиях площадки или при недостаточной грузоподъемности монтажных кранов.
- Способ вертикального подъема характеризуется тем, что на земле полностью монтируют пространственную конструкцию, поднимают с помощью подъемников (обычно гидравлических) несколько выше проектной отметки, под нее подводят поддерживающие конструкции, чаще всего колонны, на которые и опускают монтажный элемент. В отдельных случаях пространственный, подготовленный для монтажа блок, поднимают и устанавливают на опоры с помощью двух синхронно работающих монтажных кранов.
- Способы установки элементов являются неотъемлемой частью проекта производства работ. Оптимизация методов монтажа производится путем технико-экономического анализа с учетом определяющих факторов: конструктивных особенностей здания, массы элементов, рельефа площадки и требуемых площадей, наличия монтажного оборудования, нормативных сроков строительства.

# Выверка элементов

- 13. Выверка элементов
- Выверка обеспечивает точное соответствие монтируемых конструкций проектному положению. В зависимости от вида монтируемых конструкций, их оснастки, стыков и условий обеспечения устойчивости, выверку производят визуально или инструментально в процессе установки, когда конструкция удерживается монтажным механизмом или после установки при ее закреплении.
- Визуальную выверку производят при достаточной точности опорных поверхностей и стыков конструкций. При этом могут использоваться стальные рулетки, калибры, шаблоны и т.п.
- Инструментальную выверку выполняют при сложности обеспечения точности установки монтажных элементов и конструкций проверкой только опорных поверхностей, торцовых оснований или стыков смонтированных конструкций. Ее производят при установке специальных монтажных приспособлений (кондукторов, рамно-шарнирных индикаторов и т. п.). Инструментальная выверка является наиболее распространенным видом проверки положения смонтированных конструкций в плане, высотном и вертикальном положениях. В процессе такой выверки применяют теодолиты, нивелиры, лазерные приборы и устройства.

- Безвыверочная установка получила наибольшее распространение при монтаже сборных металлических конструкций (в отдельных случаях и железобетонных конструкций). Основным ее условием является применение конструкций с повышенным классом точности геометрических размеров в монтажных стыках. Это позволяет при монтаже устанавливать, например, стальные колонны, опоры и другие элементы каркаса с фрезерованными опорными торцами в проектное положение, исключая выверку по высоте и вертикали.
- Автоматическая выверка предусматривает установку конструкций с параллельной выверкой при помощи автоматических устройств.

- При выверке элементов:
- ■ вертикальность установки элементов проверяют по отвесу или при помощи теодолита;
- ■ горизонтальность установки проверяют уровнем или нивелиром;
- ■ перед установкой колонн в стаканы фундаментов контролируют их фактические размеры, по этим размерам подготавливают фундаменты - осуществляют углубление гнезда стакана фундамента или проводят подливку бетонной смеси в стакан, чаще укладывают армоцементные прокладки толщиной 1 и 2 см.
- В период выверки конструкция должна быть устойчивой под действием собственной массы, монтажных и ветровых нагрузок благодаря правильной последовательности монтажа, соблюдению проектных размеров опорных площадок и сопряжений, своевременной установке предусмотренных в проекте постоянных или временных связей или креплений, а также обеспечению мероприятий по безопасному ведению строительных процессов.
- Возможные предельные отклонения от проектного положения элементов и конструкций при монтаже должны быть установлены в проекте производства работ в зависимости от конструктивных решений, применяемых приспособлений и оснастки, порядка сварки и других условий в пределах, предусмотренных СНиПом. Результаты проверки оформляют актами промежуточной приемки смонтированных ответственных конструкций и актами освидетельствования скрытых работ с приложением исполнительной схемы геодезического контроля.

