

11.1. Общие положения

Под монтажом понимается сборка и установка строительных конструкций из предварительно изготовленных элементов. Такую сборку и установку выполняют с применением грузоподъемных механизмов (кранов). Если сборка осуществляется вручную, то ее обычно называют укладкой, настилкой и т. п.

Организационно монтаж может быть осуществлен по двум схемам: *со склада* и *с транспортных средств*. В первом случае сборные элементы разгружаются на приобъектный склад, откуда берутся монтажным краном и устанавливаются на места. Во втором случае монтаж и разгрузка осуществляются как один цикл: с транспортного средства на место установки без перегрузки на приобъектный склад. Это позволяет ускорить выполнение монтажных работ, сократить затраты труда монтажников, эффективнее использовать краны, сократить территорию монтажной площадки и т. д. Однако не всегда выгодно использовать основной монтажный кран и задерживать на площадке транспортные средства. Для решения рациональности монтажа с транспортных средств («с колес») опре-



Рис. 11.2. Схема технологического процесса монтажа строительных конструкций

деляют стоимость этого варианта (C_1) и сравнивают со стоимостью монтажа со склада (C_2):

$$C_2 > C_1; C_1 = at_m + ct_m; C_2 = (a + b)t_p + ct_m,$$

где a — стоимость 1 маш.-ч автомобиля; t_m — продолжительность монтажа, ч; c — стоимость 1 маш.-ч монтажного крана; b — стоимость 1 маш.-ч разгрузочного крана; t_p — продолжительность разгрузки, ч.

11.2. Классификация методов монтажа зданий и элементов

Классификация	Название. Преимущества и недостатки. Область применения
По степени укрупнения конструкций перед установкой	Поэлементный монтаж отдельными элементами (колонны, балки, панели и т. д.). Наиболее распространен в строительстве. Преимущество — не требует сложных подготовительных работ. Недостаток — большое число подъемов
	Блочный монтаж блоками из нескольких элементов. Преимущества — полностью используется грузоподъемность крана, сокращается количество работ на высоте. Недостатки — требуются краны большой грузоподъемности, площадки и оборудование для сборки
	Монтаж укрупненными модулями. Сооружение собирается полностью в нижнем положении. Подъем и установка в полностью законченном виде. Преимущества — исключаются работы на высоте. Недостатки — наличие необходимого оборудования, техническая сложность выполнения работ

По направлению монтажа (показано стрелками)	Наращивание — направление монтажа снизу вверх. Наиболее массовый, простой и достаточно надежный метод
	Подращивание — направление монтажа сверху вниз. Поднимается и закрепляется верхняя конструкция, затем — по мере снижения. Преимущество — поэтажные работы выполняются внизу. Недостаток — подъем ограничен пятью этажами здания
	Надвижка. Конструкция собирается в стороне от опор, затем надвигается. Преимущество — работа по сборке в стороне, в наиболее благоприятных условиях. Недостаток — технически сложное исполнение
	Поворот. Конструкция собирается на земле в горизонтальном положении, ставится на шарнир, поворачивается. Преимущество — работы по сборке производят на земле. Недостаток — техническая сложность исполнения

Классификация	Название. Преимущества и недостатки. Область применения
По направлению монтажа (показано стрелками)	Сложное перемещение. Конструкция поднимается, перемещается и опускается на место установки через преграды
	Вертикальный подъем. Конструкция собирается на земле, поднимается. Подводятся опоры. Конструкция опускается на опоры
По последовательности установки элементов	Раздельный (дифференцированный) монтаж. Устанавливают вначале один вид элементов, затем другой и т. д., например все колонны, затем балки, плиты перекрытия. Преимущество — монтажная оснастка не меняется. Недостаток — требуются дополнительные связи для устойчивости нераскрепленных конструкций
	Комплексный (сосредоточенный) монтаж. Устанавливают все конструкции одной ячейки, затем другой и т. д., например 4 колонны, 2 балки, 4 плиты перекрытия; затем в следующей ячейке — 2 колонны, 2 балки и т. д. Преимущества — конструкции связываются друг с другом, не требуется дополнительных связей. Недостаток — частая смена монтажного оборудования
	Комбинированный (смешанный) монтаж — сочетание раздельного и комплексного, например все колонны, затем по ячейкам: балки, плиты и т. п. в следующих ячейках. Преимущество — можно одновременно использовать несколько монтажных механизмов. Недостаток тот же, что и при раздельном методе
По виду монтажных поддерживающих устройств	На сплошных подмостях, поддерживающих всю конструкцию до окончания всех монтажных работ. Преимущество — надежность опоры. Недостатки — сложная конструкция опоры, требует значительных затрат трудовых и материальных ресурсов

Классификация	Название. Преимущества и недостатки. Область применения
По виду монтажных поддерживающих устройств	Полунавесная сборка. В процессе монтажа (до соединения) отдельные элементы опираются на временные опоры. Преимущество — простая конструкция опор. Недостаток — временные опоры поддерживают ограниченное количество элементов
	Навесная сборка — без опор, элементы временно подвешиваются к ранее смонтированным системам. Преимущества — возможность устраивать перекрытия на большой высоте. Недостаток — требуются ранее смонтированные системы
По способу установки на опоры	Свободный метод (без ограничения). Наводку осуществляют монтажники, подавая команду крановщику (вправо, влево, вверх, вниз). Недостаток — продолжительный срок установки
	Ограниченно свободный метод с применением приспособлений, облегчающих наводку элемента (упоры, фиксаторы и т.д.). Преимущество — сокращается время установки по сравнению со свободным методом. Недостаток — большая продолжительность наводки и точности монтажа
	Принудительный (трафаретный) метод. Элементы устанавливаются с помощью кондукторов. Повышается скорость наводки и точность монтажа
	Безвыверочный монтаж. Конструкции и элементы устанавливают без выверки с помощью манипуляторов, гнезд, штырей и т.д.

11.3. Основные, подготовительные и транспортные работы при монтаже строительных конструкций

Подготовка к монтажу конструкций и мест опирания. При подготовке конструкций к монтажу необходимо:

проверить марки каждого элемента, наличие рисок, установить фактическую массу конструкции с усилением и обустройством;

осмотром проверить отсутствие трещин, сколов, искривлений. Осмотреть исправность анкерных болтов и петель, проверить проходимость захватных приспособлений в петли;

очистить конструкцию от грязи, мусора, наледи и т. п., а закладные детали — от ржавчины;

с помощью металлического метра или рулетки проверить размеры конструкций и деталей, нанести недостающие риски. На бетонные поверхности риски наносят мягким черным карандашом, на металлические закладные детали — зубилом и молотком;

осмотреть и очистить места опирания элементов, проверить надежность стыков ранее установленных конструкций.

Подготовка средств механизации и монтажных приспособлений. При монтаже сборных конструкций могут быть применены различные виды грузоподъемных механизмов (рис. 11.3). Однако чаще эксплуатируют башенные и самоходные стреловые краны, благодаря их мобильности, маневренности, большой грузоподъемности. Стреловые краны могут оснащаться оборудованием в виде вставок для увеличения длины стрелы, а также гуськами, позволяющими увеличить вылет крюка. Это придает им универсальность, так как позволяет монтировать здания различной высоты, поднимать элементы различной массы при различных вылетах крюка.

Значительно расширена область применения стреловых кранов с телескопическими стрелами и башенно-стреловым оборудованием, что позволяет применять их при монтаже конструкций зданий высотой до 4 этажей, осуществлять установку элементов через ранее смонтированные конструкции и вести монтаж, не заходя в монтируемый пролет здания.

Характеристика стреловых и башенных кранов

Наименование	Область применения	Преимущества и недостатки
<i>Стреловые</i>		
Гусеничные	Монтаж одноэтажных промышленных зданий, конструкций подземной части многоэтажных зданий	Высокая проходимость и грузоподъемность, работа без выносных опор. Незначительное удельное давление на грунт. Недостаток — неудовлетворительная мобильность
Пневмоколесные	Монтаж фундаментов и несущих конструкций малоэтажных зданий	Большая, чем у гусеничных, мобильность, но требуются подготовленные полосы движения
Краны на автошасси	Все отрасли строительства	Высокая мобильность и грузоподъемность, высокая производительность, удобство в эксплуатации. Недостаток — высокая стоимость эксплуатации
Автокраны	Монтаж элементов небольшой массы при погрузочно-разгрузочных работах, на рассредоточенных мелких объектах	Высокая мобильность и маневренность. Недостаток — небольшая грузоподъемность, довольно большой срок подготовки к работе
<i>Башенные</i>		
Передвижные с нижним противовесом	Массовое строительство жилых и гражданских зданий	Удобство в работе — хороший обзор крановщиком монтажной зоны. Недостаток — необходимость устройства подкрановых путей и монтажа-демонтажа при перебазировке
С верхним противовесом	Строительство зданий повышенной этажности	Преимущества и недостатки, указанные для башенных кранов с нижним противовесом

Наименование	Область применения	Преимущества и недостатки
Приставные	Возведение зданий большой высоты (150 м и более)	Устойчивость, достаточно большая грузоподъемность. Недостаток — высокая стоимость эксплуатации
Рельсовые (модификации башенных кранов в стреловом исполнении)	Работы нулевого цикла	Большая грузоподъемность и высокая производительность. Недостаток — необходимость устройства специальных подкрановых путей, которые обычно демонтируются после окончания нулевого цикла

11.4. Выбор кранов

Краны являются основным видом грузоподъемных механизмов в строительстве. Марка крана состоит из буквенной и числовой частей и обычно отражает его отличительные особенности и грузоподъемность. Стреловые краны имеют следующие буквенные обозначения: К — кран; КА — кран автомобильный; МКГ, МКП, МКА — соответственно монтажный кран гусеничный, пневмоколесный, автомобильный; ДЭК — дизель-электрический кран; СКГ — специальный кран гусеничный; СМК — специальный монтажный кран; МКТ — монтажный кран на базе трактора.

Цифры чаще всего обозначают грузоподъемность крана, например СКГ-63А — грузоподъемность 63 т, модернизация А (первая); ДЭК-251 — грузоподъемность 25 т, первая модификация; МКГ-40БС — грузоподъемность 40 т, башенно-стреловое исполнение.

Выбору предшествует определение организационных методов монтажа, характеризующих направление и последовательность установки элементов, определяются возможные места расположения и схемы движения кранов.

11.5. Технология монтажного цикла

Строповка, подъем и установка конструкций. Строповка (расстроповка) — это прикрепление (освобождение) конструкции к крюку (от крюка) крана.

Временная выверка и закрепление конструкций. Из условий безопасности запрещено производить расстроповку элемента до его надежного закрепления; закрепить элемент можно только после его выверки. Поэтому продолжительность всего монтажного цикла значительно (на 50...80 %) зависит от того, насколько быстро и качественно выполняются эти операции.

Различают временную и постоянную выверку. *Постоянная* выверка производится с применением геодезических инструментов (теодолита, нивелира, лазерного прибора и т. п.). Желательно было бы сразу выполнять постоянную выверку, но в производственных условиях это возможно не всегда.

Временное закрепление элементов должно обеспечивать их устойчивость в проектном положении до постоянной выверки и закрепления.

Все средства временного крепления (рис. 11.8) подразделяются на индивидуальные и групповые.

Средства первой группы применяют для закрепления одиночных статически неустойчивых монтажных элементов и конструкций (клинья, расчалки, подкосы, фиксаторы, кондукторы).

Групповые средства крепления предусматривают закрепление нескольких неустойчивых монтажных элементов и конструкций (групповые кондукторы и специальные приспособления, которые обеспечивают закрепление нескольких конструкций или одной на нескольких опорах).

Окончательная выверка и закрепление. В зависимости от вида монтируемых конструкций, их оснастки, стыков и условий обеспечения устойчивости выверку производят визуально или инструментально в процессе установки, когда конструкция удерживается монтажными механизмами или после установки при ее закреплении. В отдельных случаях выверку не производят (безвыверочная установка) или выполняют с помощью автоматизированных устройств.

Визуальную выверку выполняют при достаточной точности опорных поверхностей или торцовых оснований и стыков конструкций (в других условиях она не обеспечивает высокой точности). При этом могут использоваться отвесы, стальные рулетки, линейки, калибры, шаблоны и т. п.

Инструментальную выверку выполняют при установке специальных монтажных приспособлений (кондукторов, индикаторов и т. п.). Инструментальная выверка — наиболее распространенный вид проверки положения смонтированных конструкций в

плане, высотном и вертикальном положениях. Применяют теодолиты, нивелиры, лот-приборы, лазерные приборы и устройства.

Безвыверочная установка распространена при монтаже металлических конструкций (в отдельных случаях железобетонных конструкций). Основным ее условием является применение конструкций с повышенным классом точности размеров в монтажных стыках. Это позволяет устанавливать, например, стальные колонны, опоры и другие элементы каркаса с фрезерованными опорными торцами в проектное положение, исключая выверку по высоте и вертикали.

Автоматизированная выверка предусматривает установку конструкций с параллельной выверкой с использованием автоматических устройств.

После инструментальной проверки правильности установки конструкция должна быть надежно закреплена электросваркой закладных частей или арматуры, постановкой болтов или заклепок. Болтовые соединения после затяжки гаек закрепляют контргайками. На нарезке болтов делают засечки или электроприхватку. Общая толщина склепываемых деталей не должна превышать $4d$, где d — диаметр заклепки.

Заделка стыков. В зависимости от конструктивного решения заделка стыков включает в себя защиту закладных деталей от коррозии, герметизацию (для наружных стеновых панелей), замоноличивание раствором или бетонной смесью. Трудоемкость заделки стыков может достигать 75 % общей трудоемкости монтажных работ.

Наиболее трудоемким процессом при заделке стыков является замоноличивание. Бетонную или растворную смесь укладывают в стык под давлением с помощью специального оборудования (растворо- и бетононасосы, пневмонагнетатели, цемент-пушки и др.) или свободно. В последнем случае смесь уплотняют вибраторами или штыкованием.

Стык колонны с фундаментом при временном креплении колонн кондукторами или растяжками замоноличивается за один прием, а при временном креплении клиньями или клиновыми вкладышами — за два приема: до нижнего уровня клиньев, а после достижения бетоном 25 % прочности клинья извлекают и стык домоноличивают.

Стык колонны с подкрановыми балками замоноличивается с установкой опалубки, при разрезной схеме работы балок он остается открытым.

Стыки плит покрытий и стеновых панелей заполняются раствором.

В соответствии с требованиями проекта в шве плит покрытия можно устанавливать арматурный каркас, а для предотвращения вытекания раствора — подвесную опалубку.

11.6. Возведение подземной части зданий

Для зданий с несущими стенами устраивают, главным образом, ленточные фундаменты, состоящие из блок-подушек шириной 1...2,8 м и из фундаментных стеновых блоков шириной 0,3...0,6 м.

Основные конструкции фундаментов каркасных зданий — столбчатые, коробчатые и плитные.

В подземный цикл строительства входят следующие работы: разработка котлованов и траншей с зачисткой дна; устройство фундаментов, в том числе под оборудование; устройство вводов коммуникаций и подпольных каналов; устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции; монтаж перекрытий над подвалом и замоноличивание стыков; обратная засыпка пазух и планировка под полы; бетонная подготовка под полы и отмостки.

Отделочные работы в подвальном этаже выполняются в период надземного цикла на участках (захватках), над которыми в данной смене не производится монтаж.

Возведение фундаментов и подвальной части зданий из сборных конструкций осуществляется с применением рельсовых кранов (нулевиков) или самоходных стреловых кранов (рис. 11.10).

Условия размещения механизмов зависят от расположения и размеров подземной части здания, грунтовых условий, приня-

тых способов производства работ и технических характеристик кранов.

Монтаж подвальной части зданий с ленточными фундаментами включает в себя следующие работы:

- монтаж фундаментных блоков (рис. 11.11). Блоки стен подвала выравнивают по внутренней поверхности. При песчаных грунтах песчаную подсыпку не делают. Отверстия под санитарно-технические трубопроводы выполняют при устройстве стен подвалов;

- устройство подпольных каналов (под полами подвала);

- монтаж фундаментов под лифтовые лебедки, насосы и т. п., а также лестниц в подвалы;

- укладка плит перекрытий.

Устройство фундаментной плиты значительно сокращает трудоемкость СМР и работ по монтажу технологического оборудования.

Обычно используют силовую плиту (с армированием), выполняемую методами монолитного бетонирования. Стоимость такой плиты превышает стоимость обычных сборных фундаментов.

В каркасных зданиях чаще всего устраивают столбчатые фундаменты. При массе до 10 т их рекомендуется выполнять в сборном варианте, свыше 10 т — в монолитном.

При шаге колонн до 6 м обычно разрабатывают траншеи, поэтому оставленная для обратной засыпки земля (рис. 11.12) затрудняет предварительную раскладку фундаментов и, таким образом, стимулирует организацию монтажа фундаментов «с колес».

При шаге колонн более 6 м монтажный процесс может быть организован «с колес» и с предварительной раскладкой сборных железобетонных фундаментов. Фундамент устанавливают сразу на место (без предварительной выверки), используя стропы крана.