

Тема 8. Технологии выполнения монтажных работ

Понятие о производственном и технологическом процессах монтажа

К монтажным работам относятся: монтаж оборудования промышленных предприятий, оборудования для добычи и переработки полезных ископаемых, подъемно-транспортного оборудования, электротехнического оборудования и средств связи и сигнализации, контрольно-измерительных приборов и устройств, монтаж теплоэнергетического и другого оборудования, технологических трубопроводов и металлоконструкций.

Монтаж (ГОСТ 23887-79) – установка изделия и его составных частей на месте использования.

К **механомонтажным** относятся работы по монтажу технологического, энергетического, подъемно-транспортного и нестандартизованного оборудования, трубопроводов и металлоконструкций.

Монтаж оборудования – комплекс работ, включающих сборку машин (агрегатов и другого оборудования), их установку в рабочее положение на предусмотренной проектом месте, сборку и соединение в технологические линии и установки, испытания на холостом ходу и под нагрузкой, а также вспомогательные, подготовительные и пригоночные операции, не выполненные по каким-либо причинам при изготовлении.

Производственный процесс монтажа оборудования представляет совокупность взаимосвязанных действий, в результате которых исходные изделия машиностроения превращаются в смонтированный агрегат, промышленные линии, комплексы или технологические установки, предназначенные для производства определенных видов - промышленной продукции.

Технологический процесс монтажа – часть производственного процесса монтажа, непосредственно связанная с последовательным изменением и (или) определением пространственного и качественного состояния элементов монтируемого оборудования или агрегата. Отличительной особенностью монтажного технологического процесса и его характерным признаком является возможность выделить, зарегистрировать и оценить измененное состояние монтируемого элемента или оборудования.

Технологические процессы монтажа состоят из операций.

Монтажной операцией называют законченную часть технологического процесса монтажа, выполняемую непрерывно над узлом, машиной или агрегатом на одном рабочем месте (в пределах одной монтажной зоны), одним рабочим или группой рабочих, объединенных единой целью. Монтажная операция характеризуется постоянством состава рабочих, рабочего места, орудий и предметов труда. Основным признаком монтажной операции – это возможность ее нормирования, выделения и контроля полученных результатов.

Монтажный переход – часть технологической операции, характеризующаяся неизменностью сопрягаемых поверхностей оборудования и применяемой оснастки или инструмента.

Монтажный прием – законченная совокупность отдельных движений рабочего, связанных единой целью, в процессе выполнения монтажной операции.

Способы и методы производства монтажных работ

Способы и методы производства монтажных работ выбирают с учетом особенностей принятого метода строительства.

В зависимости от сложности объектов, условий строительной площадки и особенностей обеспечения материально-техническими и людскими ресурсами строительно-монтажные работы выполняют открытым, закрытым или комбинированным способами.



При **открытом способе** (метод законченного нулевого цикла) все работы по устройству фундаментов и других подземных сооружений, необходимых для монтажа строительных конструкций и оборудования, выполняют до возведения каркаса здания. Затем осуществляют монтаж его конструкций и оборудования.

При **закрытом способе** указанные выше работы осуществляют в два этапа: на первом осуществляют земляные и бетонные работы, необходимые для монтажа каркаса здания; на втором этапе в закрытом здании выполняют земляные и бетонные работы по укладке фундамента под технологическое оборудование, а затем монтируют это оборудование.

Комбинированный способ в основном применяют для цехов с разной насыщенностью пролетов фундаментами под оборудование. Работы по нулевому циклу в пролетах с небольшим числом фундаментов при этом способе могут выполняться при закрытом, а в остальных случаях – при открытом способе.

Размещение и привязка монтажных кранов и подъемных механизмов

Размещение (привязка) монтажных кранов и подъемников при проектировании СГП необходимо для определения возможности монтажа выбранным механизмом и безопасных условий производства работ. В процессе привязки выявляют факторы влияния действия устанавливаемого крана на работу механизмов, расположенных на смежных участках, а также на другие элементы строительного хозяйства. Только тщательный учет взаимного влияния расположения кранов, подъемников, объектных складов и дорог позволяет правильно установить кран.

Привязку механизма выполняют в следующем порядке:

- 1) определяют расчетные параметры и подбирают кран;
- 2) производят поперечную и продольную привязку крана и подкрановых путей с уточнением конструкции подкрановых путей;
- 3) рассчитывают зоны действия крана;
- 4) выявляют условия работы и при необходимости вводят ограничения в зону действия крана.

Порядок монтажа станка

Последовательность монтажа станков в следующая:

Установить:

1. Станину (и выверить ее).
2. Стойку.
3. Боковой суппорт и боковую коробку подач.
4. Противовес бокового суппорта.
5. Консоль и поперечину с находящимися на ней узлами.
6. Редуктор перемещения поперечины.
7. Промежуточный вал привода стола и коробку скоростей с электродвигателем и пультом управления.

Произвести:

8. Монтаж электрооборудования и проверку работы узлов.
9. Выверку станка по нормам точности.
10. Установку стола.
11. Проверку станка по нормам точности.



Установка и выверка станины

Установка станины производится только после окончательной подготовки и отвердевания фундамента.

Станина устанавливается на башмаках, расположенных на фундаменте. Перед установкой станины клинья башмаков должны находиться в среднем положении относительно их основания, а в колодцы фундамента необходимо опустить фундаментальные болты. Затем болты завести в отверстия в подошве станины, завинтить на них гайки и залить колодцы фундамента цементным раствором. После отвердевания раствора в колодцах рекомендуется башмаки расположить в непосредственной близости от анкерных болтов.

Перед монтажом составной станины канавки на торцах стыков необходимо заполнить маслостойкой смазкой БУ397-51ТУМХП или ее заменителем, проверить наличие в задней части станины трубы для стока масла из корыта станины в маслобак и при отсутствии установить ее на место.

Выверку станины производить только после отвердевания раствора в колодцах фундамента. Эта операция является одной из наиболее ответственных. От нее зависит правильность сборки и разборки всего станка и, следовательно, точность выполняемых на нем работ. Основные требования, предъявляемые к станине, - прямолинейность направляющих в вертикальной и горизонтальной плоскостях и отсутствие извернутости.

Для выверки станины необходимы следующие инструменты:

1. Проверочная линейка 1-го класса точности длиной 1000 мм.
2. Проверочная линейка 2-го класса точности высотой H мм и валик диаметром D мм, длиной L мм.
3. Рамный уровень 1-го класса точности с размерами 200*200 мм

Составную станину следует выверять в следующем порядке:

1. Установить на башмак все ее части.
2. Выверить одну из них, желательно самую длинную, после чего по ней выверить остальные части станины, скрепив их болтами.
3. Потом, не затягивая болты, установить штифты, а затем затянуть их.

После этого окончательно произвести выверку в следующем порядке:

- а) **прямолинейности направляющих станины в вертикальной плоскости** – регулировкой башмаков и предварительной затяжкой фундаментальных болтов по показаниям уровня. Поверочную линейку или валик с уровнем перемещают в направляющей по всей ее длине. Проверяют показания уровня через расстояния не более длины линейки. Желательно, чтобы средняя часть станины была выше ее концов в пределах допуска, так как на эту часть в процессе работы приходится наибольшая нагрузка;
- б) **параллельности направляющих станины** – по показаниям уровня.

Всю систему перемещают вдоль направляющих станины по всей длине, проверяя показания уровня через расстояния не более длины нижней линейки или валика, причем взаимное расположение линеек и уровня не должно изменяться. После выверки станины следует окончательно затянуть гайки фундаментальных болтов, проверяя уровнем точность установки станины.

Монтаж металлорежущего оборудования

Металлорежущие станки в зависимости от их массы подразделяются на **лёгкие** – массой до 1т, **средние** – массой от 1 до 10 т, и **тяжёлые** – свыше 10т.

Лёгкие и средние станки устанавливают непосредственно на бетонный пол или на фундамент с креплением или без крепления к ним болтами.

При установке непосредственно на бетонный пол станок может опираться:

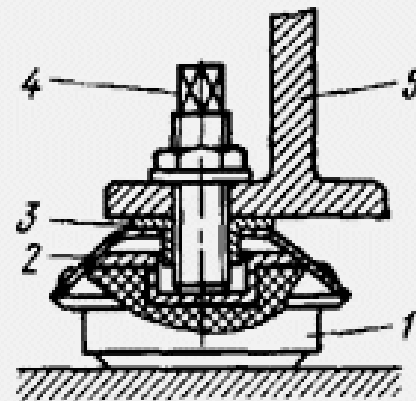
- 1) на регулировочные винты;
- 2) винтовые домкраты;
- 3) обычные или клиновые подкладки с подливкой или без подливки опорной части станины;
- 4) на виброизолирующие опоры (наиболее часто).

Виброизолирующие опоры (ОВ-30 и ОВ-31) представляют собой резинометаллическую конструкцию, поглощающую энергию колебаний за счёт упругости своих элементов.

Опоры ОВ-31 с равночастотной характеристикой поглощения используют для установки всех видов металлорежущих станков: шлифовальных, расточных, токарных, на которых не будут обрабатываться детали с большой неуравновешенностью или с ударами.

Опоры ОВ-30 применяют для установки высокоточного оборудования: делительных машин, координатно-расточных станков и т.п., а также станков с ударным характером действующих нагрузок.

Бетонный пол под эти опоры должен быть горизонтальным (отклонение до 1 мм/м), очищен от грязи и масла.



Виброизолирующая опора:

- 1 – верхняя крышка; 2 – пружина;
- 3 – гайка; 4 – болт;
- 5 – устанавливаемое оборудование

При установке на фундамент используют две схемы:

- 1) при бетонировании фундамента оставляют колодцы (шанцы), а при установке станка закладывают болты в шанцы и заливают бетоном;
- 2) болты устанавливают при бетонировании фундамента по кондуктору или разметке и лишь потом заливают бетоном.

Главное при установке станков – выверка по уровню в продольном и поперечном направлениях. Уровень устанавливают на базовую поверхность (направляющие станины, стол станка). В среднем величина отклонения от горизонтали допускается не более $0,04 / 1$ м длины. После выверки станка производят подливку бетоном его основания (при необходимости).

После установки приступают к **испытаниям станка**: обкатка вхолостую на малых оборотах 1-2 час, затем скорости увеличивают, проверяя все ступени коробки скоростей и подач. После обкатки проверяют геометрическую точность станка и жёсткость.

Тяжёлые станки. Обычно поставляются в разобранном виде. Устанавливаются на фундаментах из монолитного бетона.

Фундаменты проверяют на отсутствие осадки. Для этого их нагружают бетонными блоками, брусками, превышающими массу станка в 2-3 раза и ежедневно, до окончания усадки, проверяют нивелиром высотные отметки по реперу, не связанному с фундаментом.

Типичная последовательность монтажа тяжёлых станков:

- 1) распаковка и приёмка оборудования с проверкой комплектности и состояния;
- 2) установка станины на фундамент и сборка станка;
- 3) пробный пуск отдельных механизмов;
- 4) обкатка станка на малых; средних и полных оборотах;
- 5) испытание станка под рабочей нагрузкой;
- 6) проверка станка на геометрическую точность и жёсткость.

Монтаж тяжёлых станин. Станины устанавливают на опорные башмаки 2 - регулируемые клиновые подкладки. Возможны две схемы выполнения работ.

Первая. Фундамент выполнен с соблюдением допусков по высотным отметкам верха бетона. Башмаки устанавливают на металлические пластины 1 (пакеты прокладок), допускающие регулировку по высоте 5-8 мм. Поверхность башмаков выверяют с помощью линейки 3 и уровня или нивелира 4 с точностью 0,3 мм/м. Устанавливают станину с подвешенными фундаментными болтами, которые заводят в колодцы. Положение станины выверяют до 0,1 мм/м. Колодцы с болтами и нижней частью башмаков заливают бетоном. При прочности бетона 50-70% станину окончательно выверяют и фиксируют положение винтов башмаков.

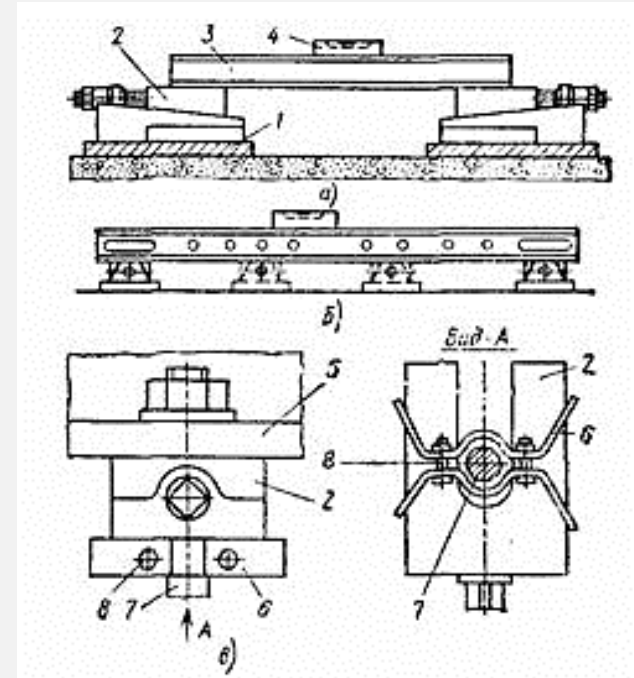


Схема установки и выверки башмаков:

а – поперек фундамента; б – вдоль фундамента; в – подвеска к опорной части станины.

Вторая схема. Отметка верха бетона выполнена с большим минусовым отклонением (до 100 мм) от минимальной проектной отметки. Станину устанавливают на 4-6 башмаков, которые опираются на временные опоры или бетонные тумбочки. Выверку станины по высоте проводят с помощью уровня с ценой деления 0,01-0,02 мм (1"-2") и проверочной линейкой 1000 мм, которая перемещается вдоль станины. Положение станины поперёк станка проверяется так же с помощью уровня и мостика уже из трёх проверочных линеек. После выверки производят подливку фундамента.



Технология монтажа внутрицеховых трубопроводов

Внутрицеховые трубопроводы имеют сложную конфигурацию с большим количеством деталей, арматуры и сварных соединений. На каждые 100м длины таких трубопроводов приходится выполнять до 80 – 120 сварных стыков.

Монтаж технологических трубопроводов необходимо выполнять индустриальным методом.

Такой метод предопределяет, что на монтажную площадку элементы, узлы и отдельные законченные линии трубопроводов, а также опорные конструкции, опоры, подвески и другие средства крепления поступают от заводов или трубозаготовительных мастерских с максимальной степенью заводской готовности.

Способ монтажа внутрицеховых трубопроводов выбирают в зависимости от конкретных условий и наличия грузоподъёмных и такелажных средств.

Линии и участки трубопроводов сложной конфигурации, с условным проходом более 50мм, как правило, монтируют из узлов, заранее изготовленных в трубозаготовительных цехах. Прямолинейные участки трубопроводов с условным проходом более 50мм монтируют как из заранее собранных и сваренных секций длиной 24–36м, так и из отдельных труб. Трубопроводы диаметром менее 50мм в основном собирают на месте монтажа.

Трубопроводы условным диаметром 50мм и более монтируют по месту из отдельных труб и деталей только в исключительных случаях.



Технологическая последовательность монтажа внутрицевых трубопроводов следующая:

- собирают и устанавливают леса и подмости;
- подвозят и разгружают на площадке для укрупнительной сборки узлы и детали трубопроводов, трубы, принимают их и комплектуют линии трубопроводов, размечают места прокладки трубопроводов, устанавливают проектные опорные конструкции и подвески, производят расконсервацию деталей и соединительных концов труб и узлов;
- производят укрупнительную сборку узлов, труб и деталей трубопроводов в монтажные блоки, поднимают и устанавливают в проектное положение арматуру, измерительные диафрагмы и сопла, которые не вошли в состав узлов и блоков, выверяют и закрепляют их;
- собирают фланцевые соединения, готовят у сварке монтажные стыки и сваривают их;
- в зависимости от марки стали труб производят по заданному режиму термическую обработку монтажных сварных стыков;

- проверяют надёжность закрепления трубопровода в неподвижных опорах, правильность установки опор и подвесок, отсутствие заземлений труб в местах прохода их через междуэтажные перекрытия и стены, а также в опорах и опорных конструкциях;
- монтируют дренажи, продувки и воздушники на трубопроводах;
- производят гидравлическое или пневматическое испытание трубопроводов;
- при необходимости производят все исправления.

В процессе пуско-наладочных работ **промывают и продувают трубопроводы.**

Широко применяют метод крупноблочного монтажа конструкций, оборудования и трубопроводов. В цехах и заводах монтажных организаций собирают обвязочные трубопроводы вместе с оборудованием в транспортабельные комплексные блоки, которые доставляются на месте монтажа. В отдельных случаях такие блоки собирают на площадках для укрупнительной сборки.

Значительное сокращение сроков монтажа объектов и повышение производительности труда на монтажной площадке достигается при переходе на сооружение промышленных объектов из монтажных блоков заводского изготовления.

Монтажный блок (в отличие от технологических блоков или блоков, собираемых при укрупнительной сборке узлов) представляет собой часть технологической установки, собранную на жестком постоянном основании (раме) или аппарате, которая служит, состоит из одной или нескольких единиц оборудования, обвязочных трубопроводов с арматурой, коммуникаций, приборов контроля, автоматики и управления, испытанных на месте изготовления и поступающих на монтажную площадку в готовом виде, не требующем разборки перед вводом в эксплуатацию.

Допускаемые габариты таких блоков зависят от условий их транспортирования железнодорожным, водным или автомобильным транспортом. Масса блоков определяется возможностью их разгрузки и установки наиболее распространенными кранами и достигает 30–35т.

Применение монтажных блоков, смонтированных на жестких рамах, позволяет во многих случаях устанавливать их без фундаментов непосредственно на бетонное основание, с креплением сомоанкерующимися болтами.

Методы крепления металлоконструкций

Главными способами монтажа металлоконструкций являются сварка, болтовое и заклепочное соединения.

Сварочная сборка металлоконструкций

Сварка является одним из самых распространенных способов прочно соединить металлические элементы. В результате работы сварочного аппарата получается монолитное крепление, а в месте стыка образуется аккуратный шов.

Различают такие типы сварки:

- **стыковая** — детали соединяют в одной плоскости, что требует особой точности и аккуратности;
- **угловая** — детали соединяемых конструкций находятся под углом;
- **внахлест** — один элемент частично накладывают на другой;
- **тавровая** — боковую часть одной детали сваривают с плоскостью другой детали.

Полученные путем сварки металлоконструкции отличаются надежностью — шов герметичен и не пропускает влагу. Этот тип соединения позволяет создавать элементы сложной формы.

Недостатком является тот факт, что полученную монолитную конструкцию нельзя разобрать. Для осуществления работы нужно специальное сварочное оборудование.



Сборка металлоконструкций на болтах

В качестве соединительных элементов используются монтажные болты различного диаметра и размера нормальной или повышенной точности. Физически осуществить данный тип крепления сложнее, чем использовать сварку. Однако болтовое соединение можно разобрать и собрать заново, чем и объясняется мобильность таких конструкций.

Недостатком метода является требование к отсутствию неровностей у соединяемых элементов, иначе добиться точного совпадения и надежного скрепления не получится.



Заклепочное соединение металлоконструкций

Этот способ простой в реализации, удобный и позволяет получить надежное соединение. Недостатком является высокий расход соединительных материалов — заклепок, а также кропотливый труд.

Метод соединения оправдывает себя при создании специальных конструкций, где невозможно использовать сварку, а также в сооружениях, которые при эксплуатации часто подвергаются вибрации.

Также существуют варианты соединения металлоконструкций методами склеивания и пайки, но они не получили широкого распространения.

