

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

При строительстве промышленных объектов монтажные работы в среднем составляют около 35%, а на объектах химической, нефтеперерабатывающей и некоторых других отраслей достигают 50—60% от общего объема выполняемых работ. Монтаж технологического оборудования характеризуется сложностью и специфическими особенностями. Одновременно с монтажом оборудования осуществляют монтаж строительных и технологических металлоконструкций, трубопроводов, систем энергообеспечения, объектов электроснабжения, средств контроля и автоматизации, санитарно-технических систем и устройств, систем вентиляции и др.

Монтаж оборудования, во время которого выполняют работы по сборке, установке, выверке и испытанию машин, агрегатов и технологических установок, представляет собой комплекс взаимосвязанных сложных процессов, требующих высокой квалификации и специализации монтажников, тщательной инженерной и технологической подготовки производства, высокого уровня его организации.

Монтажные работы имеют много общего со сборочными работами в машиностроении. Однако если при монтаже собирается стационарное крупногабаритное оборудование, то в сборочных цехах заводов машиностроения — небольшие машины, механизмы или их отдельные узлы. Окончательной продукцией монтажного производства являются смонтированные технологические линии, установки и целые промышленные комплексы, подготовленные для дальнейшей эксплуатации.

Для монтажа характерно закрепление на месте предмета труда и перемещение средств труда, а для сборочных работ — закрепление средств труда и перемещение в этих же пределах предмета труда. Поэтому основная

особенность монтажного производства заключается в отсутствии постоянного рабочего места у рабочих-монтажников.

Номенклатура промышленного оборудования отличается разнообразием и непрерывно обновляется. Машины и агрегаты, поступающие на монтаж, имеют сложную конструкцию, состоят из большого числа частей и деталей. Некоторые машины и агрегаты уникальны по своим габаритам и массе.

Разнообразие и сложность предметов труда на механо-монтажных работах определяет необходимость применения сложных, иногда уникальных, механизмов, инструментов и приспособлений, не используемых на сборочных работах в машиностроении. При монтаже нашли широкое применение специальные грузоподъемные средства, тракторы, трайлеры, электрические лебедки, манипуляторы, специальные виды механизированного и ручного инструмента и контрольно-измерительных приборов.

Сложность предметов и орудий труда, особенности монтажного производства влекут за собой организационную и технологическую сложность выполнения работ. На одном объекте монтируют различные по назначению и конструктивным особенностям машины и агрегаты, а также другое технологическое оборудование. Однородные машины и агрегаты на различных объектах из-за специфики состояния их поставки и условий производства работ монтируют разными методами. Механомонтажные работы характеризуются большой длительностью и многообразием технологических процессов и операций, отсутствием цикличности.

При монтаже технологического оборудования монтажники имеют дело с различными изделиями машиностроения и монтажного производства. Такими изделиями могут быть любые предметы или наборы предметов, изготовленные на машиностроительном предприятии, промбазе монтажной организации или на месте монтажа, а также технологические линии, отдельные машины, их элементы в сборе и отдельные детали. Смонтированное оборудование является изделием монтажного производства.

Деталь — это изделие (составная часть изделия), изготовленное из однородного материала (по наименованию и марке) без применения сборочных операций. Характер-

ный признак детали — отсутствие в ней разъемных и неразъемных соединений. Деталь является первичным сборочным элементом любого более сложного изделия (фланец, прокладка, болт, гайка и т. д.).

Сборочная единица — это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями. Ее характерной особенностью является возможность сборки обособленно от других элементов изделия. К сборочным единицам относятся различные типы механизмов и оборудования (станок, механизм и т. д.), а также агрегатированные блоки оборудования.

Технологическое оборудование — это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, технологическую оснастку и при необходимости источники энергии. К технологическому оборудованию относятся прессы, литейные машины, станки, печи, испытательные стенды и т. д.

В зависимости от рассматриваемого вида технологического процесса (изготовление детали, получение химического продукта, сборка узла, монтаж машины) в состав технологического оборудования могут входить, как изделия, которые монтируются (станки, аппараты), так и изделия, которыми осуществляется сборка или монтаж (сборочное оборудование, краны, гидроподъемники).

Комплекс — это два специфицированных изделия или больше, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примером комплексов является весь набор оборудования технологической линии (установки).

Монтажный блок — комплекс, составные части которого (оборудование, конструкции, трубопроводы, приборы и т. д.) собирают перед установкой в проектное положение.

Технологическая линия (установка) — комплекс собираемых при монтаже изделий (оборудования, конструкций и коммуникаций), предназначенных для осуществления технологического процесса. Технологическая линия (установка) может выполнять определенную функцию (про-

изводить продукцию) независимо от других линий или их составных частей. После установки в проектное положение и завершения всего цикла работ монтажные блоки, технологические линии (установки) являются изделиями монтажного производства

Технологическая оснастка — средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование, для выполнения определенной части технологического процесса. Примером оснастки являются стропы, блоки, опорные стойки для проведения такелажных работ, домкраты, струбцины для выверки и т. д.

Инструмент — это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния. К инструменту относятся, например, ключи, шлифовальные машины, трубогибы и т. д. Инструмент может быть ручным, механизированно-ручным и механизированным.

Ручной инструмент является ручным техническим устройством. Инструмент используют в качестве орудия машины или человека для непосредственного изменения или определения состояния предмета труда или для установки другого орудия в машине.

У механизированно-ручного инструмента главное движение осуществляется энергией неживой природы, а подача и управление выполняются людьми.

У механизированного инструмента все движения осуществляются энергией неживой природы, а управление — людьми.

Приспособление — технологическая оснастка, предназначенная для установки, поддержания и направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Примерами приспособлений являются тиски, подставки для теодолитов, зажимы, коуши и т. д.

Приспособления могут быть ручными и механизированными. К ручным относятся приспособления, являющиеся ручным техническим устройством. Механизированным является приспособление, в котором закрепление и раскрепление предметов производства выполняется с помощью энергии неживой природы, а остальные действия — людьми.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОПЕРАЦИИ МОНТАЖА

Монтажные работы являются одним из трех видов строительно-монтажных работ: строительных, специальных строительных и монтажных. 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 или 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 предусмотренном 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 вы-

делить, зарегистрировать и оценить измененное состояние монтируемого элемента или оборудования.

Монтаж оборудования состоит из подготовительных, собственно монтажных работ, опробования и испытаний смонтированного оборудования. Соответственно технологические процессы монтажа разделяются на *основные, подготовительные и пусконаладочные*.

Выполнение пусконаладочных работ является обязанностью заказчика, который привлекает для их выполнения монтажную организацию.

К *собственно монтажным* относят следующие работы: проверка фундаментов и приемка их под монтаж; установка фундаментных болтов и закладных частей; проверка комплектности оборудования и приемка его в монтаж; разборка оборудования, его очистка от консервирующей смазки, промывка, осмотр частей и их смазка; укрупнительная сборка оборудования, поставляемого частями; перемещение оборудования или его узлов и деталей в пределах монтажной зоны, установка оборудования в проектное положение (основные такелажные работы); установка прокладок; выверка и крепление к фундаментам; сборка и установка входящих в состав поставки оборудования металлических конструкций, трубопроводов, арматуры, вентиляторов, насосов, питателей; контрольно-измерительной и пускорегулирующей аппаратуры; ограждений; систем пневмогидроуправления, централизованной смазки, заправки смазочными материалами и заливки охлаждающими составами. Соответственно указанные работы входят в состав основных технологических процессов монтажа.

Среди монтажных работ *ведущими технологическими процессами* являются сборка оборудования и узлов, установка в проектное положение с требуемой точностью и последующее закрепление на фундаментах. Эти процессы во многом определяют качество монтажа машин и агрегатов, стабильность их проектного положения в технологических линиях и установках, а также надежность при эксплуатации.

К важным технологическим процессам, особенно при монтаже тяжелого крупногабаритного оборудования, могут быть отнесены и основные такелажные работы.

К *такелажным работам* относятся: горизонтальное, вертикальное и наклонное перемещение оборудования, осуществляемое на монтажной площадке; установка, снятие и передвижка такелажных средств (монтажных мачт, порталов, шевров, монтажных лебедок и т. п.). При этом такелажные процессы, осуществляемые в пределах монтажной зоны, относятся к основным, а выполняемые вне ее — к подготовительным технологическим процессам монтажа.

Монтажные подготовительные технологические процессы возникают в зависимости от наличия и оснащения специальных площадок для укрупнительной сборки. Монтажные подготовительные процессы состоят из собственно укрупнительной сборки оборудования, трубных узлов и металлических конструкций, а также выполнения комплекса погрузочно-разгрузочных и транспортных операций.

К *испытанию и комплексному опробованию оборудования* относятся работы, обеспечивающие проверку соответствия техническим условиям смонтированного оборудования, включающие проверку на герметичность и прочность, точности установки узлов и деталей, испытания работы оборудования на холостом ходу и под нагрузкой, а также приработку его узлов. Указанные работы включают подготовку и проведение испытаний отдельных механизмов, машин, аппаратов и трубопроводов, а также их комплексное опробование в составе технологических линий.

Наладка оборудования — подготовка технологического оборудования к выполнению определенного технологического процесса в составе линии или установки совместно с приборами и устройствами контроля, автоматического регулирования и управления.

Продукцией механомонтажного производства является комплекс смонтированного на объекте технологического, подъемно-транспортного и энергетического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций. Ценой этой продукции является сметная стоимость механомонтажных работ. Продукция монтажного производства после ее создания закрепляется неподвижно на определенном месте.

Предметом труда при механомонтажных работах является оборудование, трубопроводы, их узлы и детали, металлические конструкции.

Монтаж оборудования отличается длительным циклом производства, большой трудоемкостью и высокой стоимостью законченной продукции.

Территория, на которой ведутся работы по монтажу нескольких единиц оборудования, участка трубопроводов или металлоконструкций, называется *монтажной зоной*. Монтажная зона является рабочим местом монтажника. *Монтажной площадкой* называют территорию, на которой выполняются работы по монтажу комплекса машин, агрегатов и другого технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций строящегося объекта.

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, характеризуемая неизменностью сопрягаемых поверхностей оборудования и применяемой оснастки или инструмента.

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

Типизация технологии монтажных работ. Типовая технология является важнейшим средством оптимизации монтажного производства. Она разрабатывается с учетом прогрессивной технологии, комплексной механизации работ, научной организации труда и является основной для технико-экономического обоснования, выбора и осуществления рациональных решений по организации и технологии монтажного производства, составления текущих и оперативных планов монтажных работ.

Типизацию монтажных работ осуществляют на основе анализа технологии путем классификации монтажных

процессов по их видам; выявления их технологической структуры, состава и связей как между собой, так и со смежными строительными-монтажными работами; выбора наиболее массовых и трудоемких монтажных операций; их типизации; составления из типовых операций монтажных процессов.

Цель типизации — разработка монтажных процессов, позволяющих монтировать технологическое оборудование, различное по конструкции, но имеющее одинаковые монтажно-технологические признаки, наиболее совершенными и эффективными методами с применением высокопроизводительных средств механизации и оснастки.

Типовые технологические процессы монтажа (разрабатывают на основе типовых монтажных операций) содержат их перечень в технологической последовательности. Каждая операция оформляется в виде технологической карты. Пример операционной технологической карты приведен в табл. 1.

Типовые производственные процессы состоят из типовых технологических процессов, выполняемых при монтаже характерных представителей отдельных групп оборудования. Группы оборудования выделяют исходя из общности содержания и последовательности выполнения операций монтажа и совпадающих или достаточно близких монтажно-технологических и конструктивных параметров, к которым относятся: пространственное положение (горизонтальное, вертикальное, наклонное); место расположения (открытая площадка, одноэтажное или многоэтажное здание); условия поставки; геометрические параметры (ширина, высота, длина, диаметр и т. д.); масса; высотная отметка; вид крепления на фундаменте; точность установки; конструкция соединений поставочных блоков; точность сборки соединений и т. п.

Стандартные типовые процессы, соответствующие наиболее прогрессивным методам и способам производства монтажных работ и выполняемые с помощью высокопроизводительной оснастки и механизмов, применяют с целью установления единообразия в технологии монтажа однотипного оборудования; сокращения объема работ и снижения трудоемкости при проектировании технологических процессов монтажа; обеспечения оптимального уровня технологической подготовки монтажного производства.

1. Состав операционной технологической карты на выверку горизонтальности корпуса редуктора

Наименование операции, содержание передов и схемы расположения рабочих мест	Механизмы, оснастка, приспособления и приборы	Состав исполнителей — монтажники	Технические требования	Норма времени, чел.-ч
---	---	----------------------------------	------------------------	-----------------------

Определение отклонений от горизонтальности и выверка (в плоскости, перпендикулярной валу)

<p>Установка средств контроля и измерения: установить поверочную линейку на базовую поверхность оборудования</p> <p>установить на поверочную линейку уровень</p> <p>измерить отклонения от горизонтальности и сравнить с допускаемыми</p>	<p>Брусковый уровень 118-0,05 (ГОСТ 9392—75) Поверочная линейка ЩД-1-1600 (ГОСТ 8026—75)</p>	<p>Один 5-го разряда, один 3-го разряда</p>	<p>Допускаемые отклонения от горизонтальности 0,4 мм на 1 м</p> <p>Допускаемая погрешность измерений 0,08 мм/м</p>	<p>0,3</p>
---	--	---	--	------------

Наименование операции, содержание переходов и схемы расположения рабочих мест	Механизмы, оснастка, приспособления и приборы	Состав исполнителей — монтажники	Технические требования	Норма времени, чел.-ч
Регулировка горизонтальности положения корпуса редуктора				
<p>Регулировка: ввертывая или вывертывая регулировочные винты, добиться горизонтальности с отклонениями, не превышающими допускаемые</p> <p>Контроль (измерить отклонения)</p>	<p>Комбинированные гаечные ключи 7811-0232 (ГОСТ 16983—80); брусковый уровень 118-0,05 (ГОСТ 9392—75); поверочная линейка ЩД-1-1600 (ГОСТ 8026—75)</p>	<p>Один 5-го разряда, один 3-го разряда</p>	<p>Действительные отклонения должны быть в пределах допуска</p>	<p>3,0</p> <p>0,2</p>
Определение отклонений от горизонтальности и выверка (вдоль вала)				
<p>Выполнить перечисленные выше операции, установив линейку и уровень в плоскости, параллельной валу</p>				<p>3,5</p>
Фиксация (предварительное закрепление) корпуса редуктора				
<p>Установка шайб и навинчивание гаек на анкерные болты</p> <p>Затяжка гаек в несколько обходов с проверкой горизонтальности по уровню</p>	<p>Ключи гаечные 7811-0239 (ГОСТ 16983—80)</p> <p>Уровень и поверочная линейка</p>	<p>Один 5-го разряда, один 3-го разряда</p>	<p>Допускаемый момент затяжки 300 Н·м</p>	<p>3,6</p>

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

В связи с тем, что механомонтажные и специальные работы, являющиеся составной и завершающей частью строительства, определяют сроки ввода объекта в эксплуатацию, в основу методов их производства положены принципы: максимальной индустриализации и механизации работ, внедрения прогрессивной технологии и передовых методов труда на базе последних достижений научно-технического прогресса в строительном производстве, поточной организации работ при современных методах планирования и управления.

В зависимости от сложности объектов, условий строительной площадки и особенностей обеспечения материально-техническими и людскими ресурсами строительномонтажные 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.

Строительство многопролетных цехов типа прокатных и им подобных с большими и сложными подземными сооружениями осуществляют методом законченного нулевого цикла (открытым способом) с поточной организацией работ. При этом здание цеха разбивают на несколько

участков, размеры которых выбирают так, чтобы их компоновка обеспечивала монтаж, испытание и пусконаладочные работы для оборудования с законченным технологическим циклом.

Получил распространение *ноузловой метод* проектирования, подготовки, организации и управления строительством крупных и сложных промышленных комплексов (объектов). Сущность его заключается в членении комплекса (объекта) на взаимосвязанные между собой конструктивно и технологически обособленные части (узлы, подузлы) и создание на этой основе документов для подготовки производства и управления.

Узел объекта — конструктивно и технологически обособленная его часть, расположенная в определенных границах, техническая готовность которой после завершения строительного-монтажных работ позволяет автономно, независимо от готовности объекта, в целом осуществить испытание оборудования (машин), пусконаладочные работы и комплексное опробование. По назначению узлы подразделяются на технологические, строительные и общеплощадочные.

Дальнейшая перспектива индустриализации монтажного производства связана с *комплектно-блочным методом*, под которым понимается организация монтажа оборудования из комплектных блоков, изготавливаемых на машиностроительных заводах, а также сборочно-комплектно-блочных предприятиях строительной индустрии и строительного-монтажных организаций.

Комплектно-блочный метод позволяет превратить строительную площадку в технологический конвейер, работа которого начинается в заводских условиях и заканчивается на строительной площадке, т. е. выполняется комплексным укрупненным потоком. При этом поставка блоков к месту их установки в проектное положение должна проводиться в технологической последовательности возведения объекта.

Укрупнение оборудования позволяет применять совмещенную технологию возведения объектов, при которой строительные и монтажные работы выполняют параллельно: на основной строительной площадке в пределах здания закладывают фундаменты под оборудование и ведут другие работы нулевого цикла; на площадках ук-

рупнительной сборки, на промбазах и базах комплектации собирают в блоки оборудование и трубопроводы и выполняют обмуровочные, изоляционные и другие специальные работы.

При *совмещенном монтаже* монтаж строительных конструкций каркаса здания, не вошедших в блоки, осуществляют одновременно с монтажом блоков оборудования в едином комплексном потоке. Конструкции, оборудование и блоки поступают на приобъектный склад или их сразу устанавливают краном с транспортных средств в проектное положение. Совмещенный монтаж может быть трех вариантов: монтаж (подъем, установка и закрепление) оборудования и блоков параллельно с монтажом строительных конструкций; подача оборудования на проектные отметки перекрытий одновременно с монтажом строительных конструкций, а выверка, закрепление и другие работы осуществляются по окончании общестроительных работ; подача на проектные отметки перекрытий упакованного оборудования одновременно с монтажом строительных конструкций, а другие работы выполняются только в полностью построенном здании при определенном температурном режиме и влажности воздуха.

При реконструкции оборудования действующих предприятий (доменных печей, котлов — утилизаторов, водогрейных и паровых котлов и т. д.) применяют *метод надвигки*. Его сущность заключается в том, что, не прекращая работы оборудования, на расположенном в стороне временном основании монтируют другое для последующей надвигки его в проектное положение. Действующее оборудование останавливают, разбирают непосредственно перед завершением сборки нового, что позволяет свести к минимуму перерыв в выпуске продукции. Собранное оборудование перемещают с помощью домкратов или полиспастов электролебедок по накаточному устройству на фундамент.

При изготовлении монтажных блоков или укрупнении оборудования различают *узловую и общую сборку*. Объектом узловой сборки являются составные части монтажного блока. Общая сборка — это сборка, объектом которой является монтажный блок в целом (рис. 1).

Элемент, с которого начинают сборку изделия (его составной части), называется базовым. Процесс общей

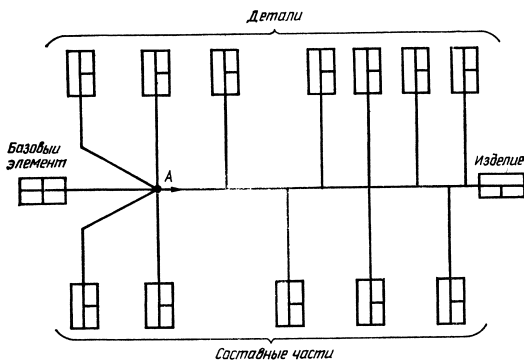


Рис. 1. Технологическая схема общей сборки изделия

сборки изображают на схеме горизонтальной линией. Ее проводят в направлении от базового элемента к собранному объекту. В порядке последовательности сборки сверху располагают условные обозначения всех деталей, непосредственно входящих в изделие, а снизу располагают все непосредственно входящие в изделие составные части. На технологических схемах узловой сборки эти составные части расчленяют на отдельные элементы.

Технологические схемы сборки снабжают надписями — сносками, поясняющими вид сборочных работ (сварку, клепку, выверку, проверку зазоров и пр.), когда они не ясны из схемы, и осуществляемый при сборке контроль.

3. ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж оборудования, трубопроводов и конструкций, а также расчеты за выполненные работы проводят на основании технической, нормативной, проектно-сметной, технологической монтажной и производственной исполнительной документации.

К *технической* относится *документация* заводов-изготовителей на оборудование, которую заказчик передает монтажной организации для подготовки и выполнения работ. Она включает: сборочные и установочные чертежи со спецификациями и комплектовочно-отгрузочными ведомостями; паспорта машин, аппаратов, арматуры и контрольно-измерительных приборов, входящих в комплект

поставки; схемы деления негабаритного оборудования на поставочные узлы с указанием маркировки; заводские технические условия (ТУ) на изготовление и поставку оборудования, а также инструкции на его сборку, монтаж, сварку, испытание и обкатку вхолостую; акты захода изготовителя на контрольную сборку, обкатку и испытание оборудования с приложением формуляров (монтажных карт) и указанием допускаемых и фактических зазоров, полученных при сборке; упаковочный лист (один экземпляр); схемы строповки отдельных узлов и машины в целом; график поставки оборудования; сертификаты на металлопрокат, трубы, метизы и др.

Нормативная документация — строительные нормы и правила (СНиП), отраслевые (ОСТ) и государственные (ГОСТ) стандарты; сборники ЕНиР (Единых норм и расценок), ЕРЕР (единых районных единичных расценок) и ведомственных расценок; ценники и прейскуранты оптовых цен на материалы и оборудование; технические условия на производство и приемку монтажных работ, изготовление и поставку оборудования; нормы продолжительности строительства объектов, монтажных работ и опробования оборудования.

Проектно-сметная документация. Состав и ее объем определен СНиП 1.02.01.85.

Технологическая монтажная документация — проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР), технологические карты и технологические схемы производства работ, а также журналы производства монтажных и специальных работ.

Проект организации строительства (ПОС) разрабатывается на стадии рабочего проекта промышленного объекта. Одной из составных частей ПОС является раздел «Механомонтажные работы. Монтаж оборудования».

В состав этого раздела входят: сведения об объемах работ в денежном и физическом выражении; предложения по стройгенплану с указанием метода и направления строительства основных зданий и сооружений, площадок приобъектного склада и др.; принципиальные решения по монтажу основного оборудования; схемы установки и закрепления оборудования на фундаментах; порядок по-

дачи оборудования в монтаж и на площадки приобъектного склада; сроки представления строительной готовности по этапам; график поставки основного оборудования и конструкций; схемы энергообеспечения; потребность в энергоресурсах и рабочей силе; предложения по созданию производственной базы и строительству жилых помещений; требования к генподрядчику (заказчику) и смежным организациям по организации, совмещению и увязке различных работ.

В принципиальных решениях по монтажу указаны: монтажные проемы; схемы монтажа основного оборудования и установки его в мертвых зонах, не обслуживаемых мостовыми кранами; технические решения по использованию строительных конструкций, специальных монтажных механизмов (порталов, подъемников и др.) для подъема оборудования и эстакад, для его перемещения с разработкой соответствующих заданий на их проектирование или проверку несущей способности с учетом монтажных нагрузок.

Проект производства работ (ППР) является основным технологическим документом, который разрабатывают в целом на объект или на отдельные виды работ в соответствии с требованиями общесоюзных и ведомственных нормативных документов. ППР состоит из пояснительной записки, графической части и приложения, которое включает в себя: смету на дополнительные работы, не учтенные ценниками на монтаж оборудования; рабочие чертежи монтажных приспособлений и специальных временных сооружений, а также монтажно-технический паспорт объекта.

ППР содержит краткую характеристику объекта, данные по объему, стоимости и трудоемкости монтажа, схему монтажной площадки, генеральный план зоны выполнения и организации работ; решения по технологии монтажа и организации труда; сведения о энергоресурсах, материалах и средствах монтажа; требования к геодезическому обоснованию; технологические карты или схемы выполнения производственных процессов монтажа; схемы энергоснабжения, проекты производства сварочных работ; мероприятия по механизации ручного труда, технике безопасности и охране окружающей среды; чертежи временных сооружений, графики движения рабочих кадров

и перемещения механизмов; схемы строповки и перемещения монтируемых узлов.

Технологическая карта производства работ. Монтаж отдельных машин и агрегатов осуществляют в соответствии с рабочими чертежами и инструкциями заводов-изготовителей. Когда технология, заложенная в инструкциях, не соответствует условиям производства, монтаж отдельных машин и выполнение сложных работ осуществляют по технологическим картам.

В технологической карте указаны наименование и характеристика машины (объекта, работы); объемы работ, масса и число монтажных узлов (блоков); сметная стоимость и трудоемкость работ, состав звеньев и бригад, продолжительность и сроки производства работы; план монтажной площадки (рабочей зоны, рабочего места); маршруты движения рабочих и перемещения механизмов; порядок приемки строительной части объекта и оборудования (конструкций, материалов); требования к расконсервации и подготовке оборудования (конструкций) к монтажу; схемы перемещения, строповки, установки и выверки оборудования (конструкций); последовательность работ (сборки); потребность в монтажных механизмах, приспособлениях, инструменте и материалах; порядок испытания (обкатки) вхолостую; технико-экономические показатели; техника безопасности. Проект производства работ (ППР) и технологические карты на производственные процессы монтажа составляют проектно-технологические институты или монтажные организации.

Технологические схемы производства работ. Не требующие сложных инженерных решений работы по транспортировке и подъему выполняют по схемам, которые по составу аналогичны технологической карте, но имеют значительно меньший объем и оформляются на типовом бланке с приложением плана монтажной зоны, схем подъема и перемещения грузов.

Журналы производства работ ведут при монтаже ответственного оборудования; сварке трубопроводов и оборудования, подведомственных Госгортехнадзору, а также ответственных металлоконструкций (доменных печей и т. п.); защите оборудования от коррозии; испытаниях (сбкатке) оборудования.

Производственная исполнительная документация — схемы фундаментов и постаментов под оборудование, а также смонтированного оборудования и трубопроводов; формуляры установки ответственных машин, турбин, компрессоров, прокатного оборудования и т. п.; акты скрытых работ и т. д.

Производственную исполнительную документацию составляют в процессе выполнения работ. В исполнительных схемах и формулярах указывают проектные и фактические размеры, положение осей и высотных отметок элементов фундаментов, оборудования, конструкций и трубопроводов, а также допускаемые и фактические зазоры в подшипниковых опорах, зубчатых и червячных зацеплениях и других вращающихся узлах.

4. ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ПОВЫШЕНИЕ МОНТАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Подготовкой производства монтажа называется разработка и осуществление комплекса взаимоувязанных организационных, технических и технологических, планово-экономических и финансовых документов и мероприятий, обеспечивающих эффективное выполнение работ в установленные сроки при заданных технико-экономических показателях.

Перспективная подготовка производства заключается в повышении монтажной технологичности объектов, заводской готовности и монтажной технологичности оборудования.

В процессе *подготовки текущего производства* должна быть рассмотрена и укомплектована документация для монтажных работ; составлены накопительные ведомости на трубопроводы и металлоконструкции, заявки на материалы; оформлены заказы на изготовление конструкций, узлов и деталей трубопроводов, монтажных приспособлений и заготовок, а также задания на разработку ППР и чертежей металлоконструкций; проверена правильность сметной документации и уточнены объемы работ; разработаны, согласованы, утверждены и выданы исполнителям проекты и схемы производства работ, технологические карты и другая документация по произ-

водству, механизации и сдаче монтажных работ; составлены графики производства работ и обеспечения их материально-техническими ресурсами; принята строительная часть объекта и оборудование в монтаж, монтажные участки обеспечены монтажными кранами и механизмами, инструментом и приспособлениями, такелажным оборудованием и оснасткой; сформированы бригады по профессиональному и квалификационному составу, а также осуществлены подготовка исходных материалов и заключение договоров бригадного подряда; работы обеспечены металлоконструкциями, узлами и деталями трубопроводов; организована геодезическая служба и контроль за качеством монтажных работ, материалов и изделий.

Кроме того, при подготовке производства должны быть решены задачи: увязки механомонтажных работ с другими работами; определен порядок поставки оборудования и его подачи в монтажную зону, установки и закрепления на фундаментах; обеспечения до начала монтажа пуска мостовых кранов; предоставления строительной готовности; обеспечения монтажа материально-техническими ресурсами; энергоснабжения и др.

Перед началом работ монтажниками должны быть получены рабочие чертежи технического проекта на объект в целом или этапы работ; сметы; чертежи на металлические конструкции (КМ) с пояснительными записками, конструктивными схемами, спецификациями на металлопрокат и чертежи железобетонных конструкций (КЖ) с монтажными схемами. К рабочим чертежам прилагают заказные спецификации на оборудование, арматуру, изделия и материалы, а также планы и разрезы зданий, необходимые для монтажа оборудования и трубопроводов.

Монтажная технологичность конструкций оборудования — совокупность свойств конструкции оборудования, определяющая ее приспособленность к достижению минимальных затрат при монтаже вне предприятия-изготовителя для заданных показателей качества, принятых условий и технологии выполнения работ.

Оборудование, обладающее высоким уровнем монтажной технологичности, может быть смонтировано на строящихся промышленных объектах с использованием экономичных и прогрессивных технологических процессов.

Уровень монтажной технологичности повышают за счет предъявления генпроектировщикам и заводам-изготовителям на стадиях разработки задания на проектирование оборудования научно и технически обоснованных монтажно-технологических требований к конструкции, комплектности и качеству изготовления механизмов, машин, агрегатов и другого оборудования, поставляемого на монтаж. Повышение монтажной технологичности обеспечивает сокращение продолжительности и улучшение качества монтажа машин, агрегатов и другого оборудования, повышение производительности труда монтажников при общем сокращении трудовых затрат.

Монтажно-технологические требования к оборудованию задают в виде системы *качественных характеристик и количественных показателей монтажной технологичности*, в том числе требований к блочности, сборности и заводской готовности, а также в виде конкретных указаний по конструктивному исполнению и поставке каждого вида оборудования. При этом показатели монтажной технологичности и заводской готовности оборудования, характеризующие выполнение монтажно-технологических требований, включают в состав технической характеристики и предусматривают в картах технического уровня и качества продукции.

Качественная оценка монтажной технологичности выполняется по отдельным конструктивным и технологическим признакам на основании анализа соответствия конструктивного исполнения оборудования монтажно-технологическим требованиям. Сравнение нескольких конструктивных исполнений оборудования при его разработке позволяет выбрать лучший из них или установить целесообразность количественной оценки.

В процессе качественной оценки контролируется: реализация в конструкции оборудования требований заводской готовности, комплектности, прохождения им испытаний на стендах завода-изготовителя; степень укрупнения габаритного оборудования в агрегатированные или комплектные монтажные блоки; степень укрупнения поставляемых частей негабаритного оборудования; обеспечение удобств при строповке, выверке, центрировании и установке на фундамент; возможность удобной и точной сборки элементов, соединяемых при монтаже.

Общие монтажно-технологические требования к конструкции, изготовлению и поставке оборудования регламентированы ГОСТ 24444—87.

Количественно монтажную технологичность оценивают с помощью специальных показателей, характеризующих реализацию в конструкции оборудования тех или иных монтажно-технологических требований.

Количественная оценка монтажной технологичности осуществляется по основным показателям, определяющим технологичность в целом, и по дополнительным, отражающим отдельные особенности конструкции оборудования. Основными показателями являются: трудоемкость монтажа; удельная трудоемкость монтажа; коэффициент заводской готовности.

К дополнительным показателям относятся коэффициенты: монтажной сборности; заводской сборки; собираемости; равновесности; распределения допуска; сложности стыков; дополнительных затрат металлопроката. Возможно применение и других критериев.

Уровень монтажной технологичности оборудования определяют как отношение однотипных, достигнутых при разработке и изготовлении показателей к заданным базовым.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ

Организацию монтажной площадки отражают в стройгенплане на стадии монтажа оборудования.

На стройгенплане показывают расположение: постоянных и временных сооружений; железнодорожных и автомобильных путей; монтажных проемов и въездов в цехи; внецеховых трасс трубопроводов и электропередач; площадок приобъектного склада, площадок укрупнительной сборки оборудования (конструкций), складских и культурно-бытовых помещений; строительных и монтажных машин и механизмов, зоны обслуживания и маршруты их перемещения; объемы грузов, подаваемых по въездным путям. На стройгенплане указывают также направление строительства основных объектов (цехов) с разбивкой их на участки.

Для многопролетных цехов с большим подземным хозяйством и сложных сооружений (прокатные, кузнечно-

прессовые, сталеплавильные и др. цехи металлургической, отдельные производства химической и других отраслей промышленности) кроме общеплощадочного составляют еще и объектный стройгенплан.

При организации рабочего места (монтажной зоны и площадки) составляют два-три варианта планировки монтажной площадки, предусматривая резервные решения на случай отклонения от принятой организации работ. При этом учитывают, что основная часть оборудования (конструкций) подается на площадки приобъектного склада или к месту монтажа железнодорожным и автомобильным транспортом, а также на специальных автотранспортных устройствах. Так как при подаче оборудования избегают дополнительных разгрузок и погрузок, а также перегрузок его на другие транспортные средства, особенно двух-трехкратных, то железнодорожный (автомобильный) путь и площадки следует располагать в зоне действия монтажных механизмов, самоходных или мостовых кранов для установки оборудования в проектное положение.

Мелкое оборудование подают автотранспортом, поэтому предусматривают автопоезда и маршруты его движения по цеху. Площадки для складирования, расконсервации, ревизии или укрупнительной монтажной сборки оборудования располагают на территории приобъектного склада или непосредственно у фундаментов.

В условиях строящегося предприятия для монтажных организаций выделяют участки территории для размещения монтажного городка, состоящего из инвентарных передвижных зданий контейнерного типа. Типовые компоновки монтажных участков разрабатывают в зависимости от числа работающих и выполняемых монтажных работ (рис. 2).

Расположение площадок под монтажный городок и передвижных зданий контейнерного типа выбирают в каждом отдельном случае по согласованию с генподрядчиком с учетом насыщенности строительной площадки и наличия свободных площадей в цехах. В тех случаях, когда имеется возможность, службы участков и склады арматуры, аппаратуры и приборов размещают в подсобных помещениях зданий, строительство которых должно быть закончено к началу монтажных работ.

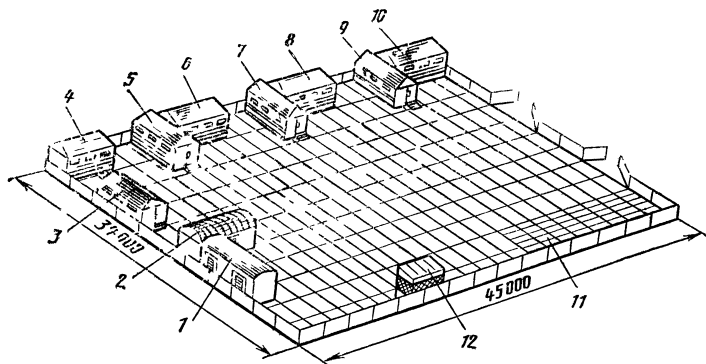


Рис. 2. Монтажный участок на 100 работающих:

1 — туалет; 2 — душевая; 3—6 — помещения для бригад, места отдыха и приема пищи; 7 — инструментальная мастерская; 8 — склад инструментов; 9, 10 — помещения для прораба, контора; 11 — площадка для складирования материалов; 12 — склад для хранения газовых баллонов

Для хранения электродвигателей, деталей трубопроводов, контрольно-измерительной аппаратуры и т. п. используют сборно-разборные складские помещения с размерами в плане 6×12 м и 12×36 м конструкции Минмонтажспецстроя СССР.

Обеспечение объектов монтажа энергоресурсами и устройство временных сетей водопровода и канализации, электроснабжения, паропровода и горячей воды, пневмолиний сжатого воздуха и других с врезками в действующие линии, а также установку распределительных устройств обеспечивает генеральный подрядчик, а при работе в действующих цехах — заказчик. Временную разводку этих сетей в пределах рабочей зоны (отдельной площадки или помещения и т. п.) выполняет монтажная организация.

Потребность в воздухе при монтаже удовлетворяют, используя автомобильные передвижные компрессорные станции типа АПКС-3, АПКС-6, АПКС-10 производительностью $2,5\text{--}10$ м³/мин и с давлением нагнетания $0,7\text{--}1,2$ МПа ($7\text{--}12$ кгс/см²), а также компрессорные установки типа ГСВ-1/12 производительностью 1 м³/мин, которые обеспечивают давление $1,2$ МПа (12 кгс/см²).

При невозможности использования действующих кислородопроводов предусматривают подачу кислорода от специальных распределительных кислородных рампы или

индивидуальных баллонов. Кислородные рампы стационарного типа 2×5 или 2×10 располагают в отдельных помещениях постоянного или инвентарного типа. Для устройства передвижных рамп применяют автомобильный прицеп, на котором установлены вертикально или уложены в наклонном положении (под углом $10-15^\circ$ к горизонту) 25—30 кислородных баллонов. Заполнение передвижных рамп кислородом осуществляют на кислородной станции с помощью специального вентиля.

Для электроснабжения объектов в проекте проведения общестроительных работ для всего комплекса строительства предусматривают только высоковольтную часть электроснабжения с расстановкой комплектных трансформаторных подстанций наружного типа (КТПН). Поскольку разводку от КТПН до распределительных пунктов с их установкой (низковольтная часть) осуществляет генподрядчик — отдел главного энергетика строительного треста, то генподрядчику заблаговременно выдают исходные данные по электроснабжению монтажной площадки, включающие схему расстановки распределительных силовых шкафов.

Наиболее экономичным и ресурсосберегающим мероприятием при обеспечении строительства энергоресурсами является использование проектных внецеховых и внутрицеховых сетей энергообеспечения. Это предполагает опережающее строительство и ввод в действие объектов энергоснабжения.