**Содержание.**

1. Введение.

2. Испытания смонтированного оборудования трубопроводов:

2.1. Подготовка к испытаниям и приёмка смонтированных трубопроводов.

2.2 Гидравлическое испытание стальных трубопроводов.

2.3 Пневматическое испытание трубопроводов.

2.4. Промывка и продувка трубопроводов.

2.5. Приёмно-сдаточная производственная документация.

3. Методы неразрушающего контроля качества сварных соединений.

4. Охрана труда при изготовлении и монтаже трубопроводов:

4.1. Сварочные работы и термическая резка.

4.2. Монтаж и испытание трубопроводов.

5. Вывод.

6. Литература.

**Введение.**

Изготовление и монтаж технологических трубопроводов в настоящее время имеет огромное значение в промышленности. Такого рода работы имеют место при строительстве предприятий нефтяной, химической, пищевой, металлургической промышленности, а также объектов по производству минеральных удобрений.

В общем объёме монтажных работ стоимость монтажа технологических трубопроводов достигает 65% при строительстве предприятий нефтяной и нефтехимической промышленности, 40% м – химической и пищевой, 25% – металлургической.

Технологические трубопроводы работают в разнообразных условиях, находятся под воздействием значительных давлений и высоких температур, подвергаются коррозии и претерпевают периодические охлаждения и нагревы. Их конструкция в связи с расширением единичной мощности строящихся объектов год от года делается всё более сложной за счёт увеличения рабочих параметров транспортируемого вещества и роста диаметров трубопроводов.

Для сооружения технологических трубопроводов, особенно в химической и пищевой промышленности, всё шире начали использовать полимерные материалы. Увеличение объёмов и области применения указанных труб объясняется их высокой коррозионной стойкостью, меньшей массой, технологичностью обработки и сварки, низкой теплопроводностью и, как следствие, меньшими затратами на теплоизоляцию.

Всё это требует от монтажников более глубоких знаний, чёткого соблюдения требований применения разнообразных материалов, выполнения правил и специальных технологических требований по изготовлению и монтажу трубопроводов.

В последние годы в широких масштабах внедряются индустриальные методы производства трубопроводных работ, что обеспечивает на 40% повышение производительности труда и в 3-4 раза снижает объём работ, выполняемых непосредственно на монтажной площадке, при этом сроки монтажа трубопроводов сокращаются в три раза. Сущность индустриализации трубопроводных работ заключается в перенесении всех трубозаготовительных работ в заводские условия, имея в виду превратить строительное производство в комплексно-механизированный процесс монтажа объектов из готовых узлов и блоков заводского изготовления.

**Испытания смонтированного оборудования трубопроводов.**

**Подготовка к испытаниям и приёмка смонтированных трубопроводов.**

Технологические трубопроводы сдают в эксплуатацию, как правило, одновременно с технологическим оборудованием, к которым они относятся после окончания работ по их монтажу. Исключением могут служить межцеховые трубопроводы, обслуживающие несколько объектов или установок, которые сдают в эксплуатацию самостоятельно по окончании всех относящихся к ним монтажных работ. Окончанием работ по монтажу трубопроводов и оборудования следует считать завершение индивидуальных испытаний и подписания рабочей комиссией акта их приёмки. Порядок и сроки проведения индивидуальных испытаний и обеспечивающих их пусконаладочных работ должны быть установлены графиками, согласованными монтажной и пусконаладочной организациями, генподрядчиком, заказчиком и другими организациями, участвующими в выполнении строительно-монтажных работ.

К индивидуальным испытаниям трубопроводов относят их испытание на прочность и герметичность. Трубопроводы, транспортирующие горючие, токсичные и сжиженные газы, подвергают также (в период пусконаладочных работ) дополнительным испытаниям на плотность с определением падения давления во время испытания. При испытании на прочность в трубопроводе создают рабочее давление, при котором производят осмотр и обстукивание с целью выявления неплотности системы в виде сквозных трещин, отверстий и т. д. При испытании на плотность в трубопроводе создают рабочее давление, которое выдерживают не менее 12ч. При этом по манометру определяют величину падения давления за время испытания, по которой судят о плотности системы. Этот вид испытания позволяет выявить мельчайшие неплотности трубопровода.

При испытаниях на прочность и герметичность давление измеряют двумя манометрами, один из которых контрольный. Манометры должны иметь класс точности не ниже 1,5 (ГОСТ 8625-77Е), диаметр корпуса не менее 150мм и шкалу на номинальное давление около ¾ измеряемого давления. Цена деления шкалы термометров, применяемых при пневматическом испытании, должна быть не более 0,1оС.

При подготовке к испытанию разрабатывают схему трубопровода, на которой указывают места подключения временных трубопроводов для подачи воды или воздуха, установки опрессовочных агрегатов, врезки спускных линий, установки воздушников и временных заглушек, а также определяют порядок и последовательность заполнения трубопроводов и их опорожнения. Испытываемый трубопровод отключают от оборудования и неиспытываемых участков трубопроводов инвентарными заглушками, а в отдельных случаях применяют приварные заглушки и днища. Использование для этой цели установленной на трубопроводе запорной арматуры не допускается. Для герметизации гладких концов испытываемых трубопроводов применяют инвентарные заглушки. Для испытаний трубопроводов с Dу=80…700мм на давление до 2,5 Мпа и спользуют инвентарныю заглушку с круглым резиновым кольцом. При завинчивании гаек диски подтягиваются один к другому и своими конусами разжимают манжету, которая плотно прилегает к стенке трубы, обеспечивая полную герметичность. Воду подают через штуцер. Для предохранения от выдавливания заглушек из труб устанавливают 3-4 ( в зависимости от диаметра трубы) упорные струбцины. Для испытания трубопроводов с Dу=100…1000мм на давление до 2,5 МПа применяют инвентарные заглушки с конусным или резиновым кольцом. Их отличительная особенность состоит в наличии разрезной цанги, которая упирается в стенки трубы и предотвращает выдавливание заглушки под действием внутреннего давления жидкости. Для герметизации концов трубопроводов с фланцами применяют винтовые и межфланцевые заглушки.

Испытанию следуют по возможности подвергать всю линию трубопровода. Разделение (в случае необходимости) трубопроводов на участки производит монтажная организация, если отсутствуют соответствующие указания в рабочей документации. Перед испытанием трубопроводов производят проверку законченности всех монтажных работ, выполненных в соответствии с проектом, а также готовности к проведению испытаний, при этом проверяют:

* правильность выполнения всех монтажных работ и их соответствие проекту, включая термообработку и контроль качества сварки;
* соответствие заданных уклонов трубопроводов и типов установленной арматуры;
* правильность монтажа арматуры и дистанционных приводов к ней, легкость открывания и закрывания арматуры;
* законченность и правильность расположения и установки дренажей, воздушников, сливных линий, штуцеров и диафрагм;
* отсутствие защемления трубопроводов в опорах и строительных конструкциях, перекрытиях и стенах;
* наличие и соответствие проекту расстояний между параллельно проложенными трубопроводами, между трубопроводами и строительными конструкциями;
* наличие контрольно-измерительных приборов и автоматики;
* наличие площадок и лестниц для обслуживания арматуры, расположенной в труднодоступных местах;
* соответствие проекту типов опор и подвесок, мест их расположения и правильность их установки и закрепления;
* комплектность и правильность оформления монтажной механической документации.

Проверка производится представителями монтажной организации и заказчика. После устранения выявленных недоделок монтажная организация должна получить от заказчика письменное разрешение на проведение испытаний трубопровода.

Трубопроводы пара горячей воды (трубопроводы 1-й категории с Dу > 70мм, а также 2-й и 3-й категории с Dу > 100мм) до пуска их в эксплуатацию подлежат техническому освидетельствованию, которое заключается в проверке монтажной технической документации, наружном осмотре и проведении гидравлического испытания. Техническое освидетельствование проводится инспектором местного органа Госгортехнадзора.

Испытания трубопроводов на прочность и герметичность обычно производят гидравлическим или пневматическим способом, а испытание на плотность – только пневматическим. Пневматический способ допускают в следующих случаях: когда опорные конструкции или газопровод не рассчитаны на заполнение его водой; если температура воздуха отрицательная и отсутствуют средства, предотвращающие замораживание системы. Пневматические испытания на прочность не допускаются для трубопроводов, расположенных в действующих цехах; расположенных на эстакадах, в каналах и лотках рядом с действующими трубопроводами; при давлении более 0,4 МПа, если на трубопроводе установлена арматура из серого чугуна.

Вид и способы испытаний, продолжительность и оценку результатов испытаний принимают в соответствии с рабочей документацией. При отсутствии этих указаний способ испытаний (гидравлический или пневматический) выбирает монтажная организация и согласовывает с заказчиком, а вид и значения испытательных давлений принимают в соответствии с правилами Гостехнадзора (табл.1).

Смонтированные трубопроводы, как правило, испытывают до их изоляции. Разрешается проводить испытания трубопроводов из бесшовных труб или заранее изготовленных и испытанных блоков независимо от вида труб с нанесенной тепловой или антикоррозионной изоляцией при условии, что сварные монтажные стыки и фланцевые соединения оставляют неизолированными и доступными для осмотра. Трубопроводы пара и горячей воды испытывают с нанесенной изоляцией (кроме сварных и фланцевых стыков) после получения разрешения местного органа Госгортехнадзора. В случае выявления в процессе испытания трубопроводов дефектов, допущенных при производстве монтажных работ, испытание должно быть повторено после устранения дефектов.

Табл.1. Испытательные давления для стальных трубопроводов общего назначения.

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение трубопровода | Испытательное давление, МПа |
| на прочность | на герметичность |
| Трубопроводы с рабочим давлением до 0,5МПа при температуре среды до 400оС | 1,5 Рр, но не менее 0,2 | Рр |
| Трубопроводы с рабочим давлением до 0,5МПа и выше при температуре среды до 400оС | 1,25 Рр, но не менее 0,8 | Рр |
| Трубопроводы с рабочей температурой среды выше 400оС независимо от рабочего давления | 1,5Рр, но не менее 0,2 | Рр |
| Трубопроводы для пара и горячей воды\* | 1,25Рр | Рр |
| Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов с рабочим избыточным давлением, МПа:до 0,005свыше 0,0051 до 0,05>0,051 > 0,1 | ––– | 0,02Рр +0,03Рр, но не менее 0,085 |

\* Трубопроводы для пара и горячей воды подвергают только гидравлическим испытаниям.

**Гидравлическое испытание стальных трубопроводов.**

Гидравлическое испытание трубопроводов, как правило, проводят одновременно на прочность и герметичность при положительной температуре окружающего воздуха, обычно не ниже 5оС.

Процесс гидравлического испытания трубопровода состоит из следующих операций:

* заполнение трубопровода водой, при этом все воздушники держат открытыми до появления в них воды, что свидетельствует о полном вытеснении воздуха из трубопроводов;
* осмотр трубопровода при заполнении водой с целью выявления течи через трещины и неплотности в соединениях;
* спуск воды и устранение выявленных дефектов;
* вторичное заполнение трубопровода водой и постепенный подъем давления до рабочего, предусмотренного рабочей документацией и повторный осмотр трубопровода;
* подъем давления до испытательного и выдержка при этом давлении в течение 5 мин (испытание на прочность);
* снижение давления до рабочего и окончательный осмотр трубопровода с легким обстукиванием сварных швов на расстоянии 15…20мм по обе стороны шва молотком массой не более 1,5кг (испытание на герметичность).

Время проведения испытания на герметичность при отсутствии указаний в рабочей документации должно определяться продолжительностью осмотра трубопровода. Трубопровод считается выдержавшим гидравлическое испытание на прочность и герметичность, если во время испытаний не произошло падения давления по манометру и не обнаружено течи и запотевания в сварных швах, фланцевых соединениях, на корпусах и сальниках арматуры, на поверхности труб и деталей трубопроводов, нет признаков разрывов и видимых остаточных деформаций. Дефекты устраняют только после снижения давления в трубопроводе до атмосферного. Обнаруженные дефекты сварных швов подчеканкой исправлять не допускается. Все участки сварных швов, подвергавшиеся исправлению, проверяют радиографическими методами контроля. Трубы и детали с дефектными продольными швами заменяют новыми. При обнаружении течи в разъемных фланцевых соединениях их разбирают, определяют причину течи и устраняют ее.

После устранения дефектов (повреждений или неплотностей), обнаруженных во время окончательного осмотра трубопровода, испытания повторяются, включая этап подъема давления до испытательного на прочность, выдержку под ним, снижение до рабочего, повторный осмотр. По окончании испытания воздушники должны быть обязательно открыты, и трубопровод полностью освобожден от воды.

Для создания испытательного давления в трубопроводе применяют наполнительно-опрессовочные насосы (табл.2), используют действующую водопроводную сеть или эксплуатационные насосы. При испытании в летний период нельзя оставлять трубопровод длительное время заполненным водой, так как от нагрева солнечными лучами или окружающим воздухом давление в трубопроводе может повышаться. В осенне-зимний период, а при соответствующих технических требованиях и в другие времена года трубопроводы после их испытания и опорожнения должны быть продуты воздухом.

Табл.2. Технические характеристики насосов для гидравлического испытания трубопроводов.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | НР-15 | НШ-40 | НП-600 | МГН-720/200 |
| Максимальное рабочее давление жидкости, МПа | 45/4 | 1,6 | 63 | 0,1/10 |
| Рабочий объём насоса, мс3 | 3,2/36 | 16 | 12 | 140/16 |
| Объёмная подача, м3/ч | – | 1,08 | 0,25 | 0,63/0,063 |
| Привод | Ручной | Электрический |
| Мощность электродвигателя, кВт | – | 2,2 | 7,5 | 2,2 |
| Габаритные размеры, мм | Ø465х570 | 640х320х295 | 1420х390х630 | 800х635х800 |
| Масса, кг | 28 | 51 | 293 | 193 |

Примечание: В числителе даны характеристики при низком давлении, в знаменателе – при высоком.

При необходимости проведения испытания трубопровода при отрицательных температурах окружающего воздуха должны быть приняты меры против замерзания воды в трубопроводе, обеспечивающие надежное освобождение его от воды, а именно:

* предварительный прогрев трубопровода паром или прокачиванием горячей воды и испытание его горячей водой с температурой не выше 60оС (все дренажные штуцеры и спускные линии должны быть при этом утеплены);
* испытание трубопровода с применением водных растворов, имеющих температуру замерзания ниже 0оС, например раствора хлористого кальция, с последующей промывкой трубопровода горячей водой и продувкой воздухом.

Температура замерзания раствора хлористого кальция:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание хлористого кальция в растворе, % | 11,5 | 16,5 | 18,9 | 20,9 | 22,8 | 25,7 |
| Температура замерзания, оС | -7,1 | -12,7 | -15,7 | -19,2 | -23,3 | -31,2 |

Испытывать трубопровод с применением раствора хлористого кальция следует ограниченными участками при Dу трубопровода до 100мм– не более 1000м, при Dу < 250мм – не более 250м, и при Dу > 300мм и более – 150м. Использованный раствор хлористого кальция собирают в специальную ёмкость. Объем воды или растворов, необходимых для проведения гидравлических испытаний трубопроводов наиболее часто применяемых наружных диаметров и толщины стенок труб, приведены в табл.3.

Табл.3. Объём воды в 1м трубы, л.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dн, мм | 18 | 32 | 45 | 108 | 219 | 377 | 820 |
| Толщина стенки трубы, s, мм | 2 | 0,154 | 0,616 | 1,32 | 8,495 | – | – | – |
| 2,5 | 0,133 | 0,573 | 1,256 | 8,332 | – | – | – |
| 3 | 0,113 | 0,531 | 1,195 | 8,171 | – | – | – |
| 3,5 | 0,095 | 0,491 | 1,134 | 8,012 | 36,3 | – | – |
| 4 | 0,079 | 0,452 | 1,075 | 7,854 | 34,97 | – | – |
| 4,5 | – | 0,415 | 1,018 | 7,698 | 34,64 | 106,4 | – |
| 5 | – | 0,38 | 0,962 | 7,543 | 34,31 | 105,8 | 515,3 |
| 6 | – | 0,314 | 0,855 | 7,238 | 33,65 | 104,6 | 512,8 |
| 8 | – | 0,201 | 0,661 | 6,648 | 32,37 | 102,4 | 507,7 |
| 10 | – | – | 0,491 | 6,082 | 31,1 | 100,1 | 502,7 |
| 12 | – | – | – | 5,542 | 29,86 | 97,87 | 497,7 |
| 14 | – | – | – | 5,027 | 28,65 | 95,66 | 492,7 |
| 16 | – | – | – | 4,536 | 27,46 | 93,48 | 487,7 |
| 18 | – | – | – | 4,071 | 26,3 | 91,33 | 482,7 |

**Пневматическое испытание трубопроводов.**

Пневматическое испытание трубопроводов проводят для проверки их прочности. Испытание на плотность с определением падения давления производят только после предварительного их испытания на прочность любым способом. При пневматическом испытании на прочность предельное давление и длина испытываемого участка трубопровода при наземной прокладке не должна превышать величин, указанных в следующей таблице:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dy, мм | Предельное испытательное давление, МПа | Наибольшая длина участка трубопровода, м |
| внутреннего | наружного |
| До 200 | 2 | 100 | 250 |
| От 200 до 500 | 1,2 | 75 | 200 |
| Свыше 500 | 0,6 | 50 | 150 |

В исключительных случаях можно проводить пневматическое испытание трубопроводов на прочность с отступлением от приведенных в таблице данных. При этом испытание необходимо проводить в соответствии со специально разработанной инструкцией, обеспечивающей надлежащую безопасность работ.

Пневматическое испытание производят воздухом или инертным газом, для чего используют компрессоры или воздухогазонадувки. Если испытательное давление превышает давление воздуха или газа в действующей сети, можно заполнять испытываемый трубопровод от действующей сети, а подъем давления до требуемого производить от передвижного компрессора. В процессе заполнения трубопровода воздухом или инертным газом и подъема давления необходимо постоянно наблюдать за испытываемым трубопроводом. Утечки обнаруживают по звуку. При обнаружении значительных утечек во фланцевых соединениях или сальниках арматуры испытание прекращают, снижают до атмосферного и устраняют обнаруженные дефекты. Обстукивание молотком трубопроводов, находящихся под давлением, при пневматическом испытании не допускается.

До начала пневматических испытаний должна быть разработана инструкция по безопасному ведению испытательных работ в конкретных условиях, с которой должны быть ознакомлены все участники испытания.

При пневматическом испытании давление в трубопроводе поднимают постепенно с осмотром на следующих ступенях: при достижении 60% испытательного давления – для трубопроводов, эксплуатируемых при рабочем давлении до 0,2МПа, и при достижении 30 и 60% испытательного давления – для трубопроводов, эксплуатируемых при рабочем давлении 0,2МПа и свыше. На время осмотра подъем давления прекращается. Испытательное давление выдерживают в течение 5мин, после чего его снижают до рабочего и окончательно осматривают трубопровод, при этом не допускается увеличения давления. Если пневматическому испытанию предшествовало гидравлическое, трубопровод следует продуть воздухом для удаления оставшейся воды.

При испытании выявляют дефекты обмазкой соединений трубопровода мыльным раствором (40г мыла или мыльного порошка на 2л воды); чтобы раствор не высыхал, в него добавляют несколько капель глицерина. Сварные стыки и разъемные соединения обмазывают с помощью кисти, а в недоступных местах – с помощью краскораспылителя и следят за появлением пузырей. За соединениями, недоступными для визуального осмотра, наблюдают через небольшие зеркала. При испытании трубопроводов в зимнее время при температуре окружающего воздуха до –25оС мыльные растворы следует приготовлять на незамерзающих растворителях (460г глицерина, 515г воды и 35г мыла). Результаты пневматического испытания считаются удовлетворительными, если за время испытания в сварных швах, фланцевых соединениях и сальниках не обнаружено утечек и пропусков.

Трубопроводы, по которым транспортируют сильнодействующие ядовитые вещества и другие продукты с токсическими свойствами (сжиженные нефтяные газы, горючие и активные газы, а также легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, транспортируемые при температурах, превышающих температуру их кипения), как правило, подвергают дополнительному испытанию на плотность, определяя падение давления за время испытания (об этом делается указание в проекте). Пневматическое испытание внутрицеховых трубопроводов с определением падения давления производят в процессе комплексного опробования объекта совместно с оборудованием после завершения всех монтажных работ (испытаний на прочность и герметичность, промывки, продувки, установки измерительных диафрагм). Межцеховые трубопроводы подвергают дополнительному испытанию на плотность отдельного оборудования. Длительность дополнительного испытания на плотность с определением падения давления за время испытания принимается не менее 12ч. Утечка воздуха (газа) в трубопроводе за это время:

 100 (1 – Pкон Тнач/Pнач Ткон)

P =

 n

Где Р - утечка за 1ч,%; Р нач и Р кон – сумма манометрического и барометрического давления соответственно в начале и конце испытания, МПа; Тнач и Ткон– абсолютная температура воздуха (газа) соответственно в начале и конце испытания, оС; n – продолжительность испытания трубопровода, ч.

Трубопровод признают выдержавшим дополнительное испытание на плотность, если процент падения давления (от испытательного) составляет: для трубопроводов внутрицеховых, транспортирующих токсичные продукты, не более 0,05%, а межцеховых с Dу < 250мм – не более 0,1%; для трубопроводов внутрицеховых, транспортирующих взрывоопасные, легковоспламеняющиеся, горючие и сжиженные газы – не более 0,1%, а межцеховые с Dу 250мм – не более 0,2%. При испытании межцеховых трубопроводов с Dу > 250мм нормы падения давления определяют умножением приведенных выше цифр на коэффициент К=250/Dв (Dв– внутренний диаметр трубопровода, мм).

Если испытываемый трубопровод состоит из участков труб различных диаметров, средний внутренний диаметр трубопровода определяют по формуле:

 D2в1 L1 + D2в2 L2 +…+ D2вn Ln

Dср =

 Dв1 L1 + Dв2 L2 +…+ Dвn Ln

где Dв1, Dв2, Dвn – внутренние диаметры участка трубопровода, мм;L1, L2,…,Ln –длины соответствующих участков трубопровода, мм.

Давление во время испытания на плотность замеряют после выравнивания температур внутри трубопровода, для чего в начале и конце испытываемого участка устанавливают термометры. При пневматических испытаниях трубопроводов с определением падения давления применяют пружинные манометры с диаметром корпуса не менее 160мм, классом точности 0,5 или 1, предназначенные для работы в эксплуатационных условиях при температуре окружающей среды от –50 до 60оС, а при испытательных давлениях ниже 0,1МПа – ртутные или водяные манометры. При наблюдении за изменением барометрического давления используют данные метеорологических станций или показания барометров.

Во время проведения пневматических испытаний на прочность как внутри помещения, так и снаружи, необходимо ограничить охраняемую зону и отметить ее флажками. Минимальное расстояние от испытываемого трубопровода до границы зоны в любом направлении должно составлять при надземной прокладке 25, а при подземной 10м. Для наблюдения за охраняемой зоной устанавливают контрольные посты. Во время подъема давления в трубопроводе и при испытании его на прочность должно быть исключено пребывание людей в охраняемой зоне. Компрессор, используемый при проведении испытаний, должен находиться вне охраняемой зоны. Подводящую линию от компрессора к испытываемому трубопроводу предварительно проверяют гидравлическим способом на прочность. Осмотр трубопровода разрешается лишь после того, как испытательное давление снижено до рабочего.

**Промывка и продувка трубопроводов.**

Промывку или продувку трубопроводов производят по окончании монтажа и испытания трубопроводов с целью очистки внутренней поверхности от механических загрязнений или удаления влаги и выполняют обычно в период пусконаладочных работ. Эти операции производят согласно разработанным схемам, предусматривающим их технологическую последовательность. О выполнении промывки и продувки составляются акты.

Промываемый или продуваемый трубопровод должен быть отделен от других трубопроводов заглушками. Промывать трубопроводы следует достаточно интенсивно, обеспечивая скорость воды в трубопроводе 1…1,5м/с, до появления чистой воды из выходного патрубка или устройства, диаметр которых должен быть не менее 50% сечения промываемого трубопровода. Во время промывки все запорные органы на трубопроводах полностью открывают, а регулирующие и обратные клапаны вынимают.

На всасывающем патрубке трубопровода устанавливают временный фильтр или конусную сетку с размерами ячейки или диаметром отверстий 4мм. Размеры конуса и число отверстий выбирают с таким расчетом, чтобы суммарная площадь отверстий (живое сечение) была в 2…3 раза больше площади поперечного сечения всасывающей трубы.

Во время промывки обстукивают такие участки трубопровода, где возможна задержка грязи (переходы, отводы и др.). Обычно промывку ведут в 3–4 этапа с перерывами. Каждый этап промывки продолжают 10…15мин. Продувают трубопроводы воздухом под давлением, равным рабочему, но не более 4МПа. Продолжительность продувки, если нет особых указаний в проекте, составляет не менее 10мин.

После окончания промывки или продувки восстанавливают проектную схему трубопровода, демонтируют временный промывочный трубопровод, осматривают и очищают арматуру, установленную на спускных линиях и тупиках. Монтажные шайбы, временно установленные в контрольно-измерительных приборах, вынимают и заменяют их диафрагмами.

**Приемно-сдаточная производственная документация.**

Приемно-сдаточную производственную документацию по монтажу технологических трубопроводов оформляют и комплектуют по линиям. Производственная документация на трубопроводы пара и горячей воды должна соответствовать правилам и нормам Госпроматомнадзора.

При сдаче в эксплуатацию технологических трубопроводов на Ру до 10МПа монтажная организация должна передать рабочей комиссии следующую производственную документацию: акт освидетельствования скрытых работ при монтаже трубопроводов (укладку футляров, очистку внутренней поверхности, предварительную растяжку компенсаторов, промывку и продувку и др.); журнал сварочных работ (только для трубопроводов I и II категории); список сварщиков и термистов; журнал учета и проверки качества контрольных стыков (только для трубопроводов I и II категории); журнал термической обработки; исполнительные чертежи трубопроводов (только для трубопроводов I категории). В качестве исполнительных чертежей трубопроводов должны, как правило, использоваться аксонометрические (деталировочные) чертежи этих трубопроводов с внесением в них фактических данных и подписанных ответственным представителем монтажной организации.

При производстве трубопроводных работ монтажная организация совместно с другими участниками строительства при необходимости составляет и оформляет оперативную документацию, в которую входят: журнал учета качества сварочных материалов и защитных газов для сварки трубопроводов; протокол проверки внешним осмотром и измерением размеров сварных соединений; протокол вырезки производственных сварных стыков; список дефектоскопистов по контролю качества сварных соединений, протокол механических испытаний и металлографических исследований образцов сварных соединений; заключение о результатах и журнал радиографического, ультразвукового контроля и цветной дефектоскопии.

Для регистрации трубопровода пара и горячей воды монтажная организация представляет в местные органы Госгортехнадзора: паспорт трубопровода, содержащий данные о его характеристике, рабочих параметрах, результатах освидетельствования и др.; свидетельство о качестве изготовления узлов трубопроводов; свидетельство о качестве монтажа трубопроводов; аксонометрическую схему трубопровода.

Свидетельство о качестве изготовления узлов и монтажа трубопроводов содержит: сертификаты на металл труб и всех деталей трубопроводов; паспорта арматуры; сертификаты на применяющиеся при монтаже электроды; удостоверения и данные о результатах проверки электросварщиков; денные о результатах испытаний пробных образцов сварных стыков; журнал термообработки сварных стыков из легированной стали; протокол испытания сварных стыков неразрушающими методами контроля; журнал измерений диаметров паропровода для наблюдения за ползучестью металла; журнал фиксации оси трубопровода; журнал исходных измерений положения паропровода по реперам термического перемещения.

На аксонометрической схеме трубопровода, в качестве которой обычно используют исполнительные деталировочные чертежи линий трубопроводов, должны быть указаны: диаметр и толщина стенки труб; расположение опор и подвесок, сварных стыков с указанием клейм сварщиков, выполняющих эти стыки; расположение арматуры, спускных продувочных и дренажных устройств; нумерация точек для наблюдения за ползучестью. Разрешение на пуск в эксплуатацию вновь смонтированных трубопроводов, подлежащих освидетельствованию и регистрации местными органами Госпроматомнадзора, выдается инженером-контролером Госпроматомнадзора на основании акта приемки трубопровода заказчиком и произведенного им технического освидетельствования.

**Методы неразрушающего контроля качества сварных соединений.**

Рентгеновский контроль. Рентгеновские лучи обладают свойством проникать через непрозрачные тела. Пронизывая сварной шов и встречая на своём пути дефекты, они изменяют интенсивность, что фиксируется на рентгеновской плёнке.

Для просвечивания сварных швов применяют рентгеновские аппараты типа РУП. Так, аппарат РУП-120-5-1 используют для просвечивания сварных соединений из стали толщиной до 25мм и лёгких сплавов толщиной до 100мм.

При контроле источник излучения (рентгеновскую трубку) помещают на определенном расстоянии от шва. С противоположной стороны шва размещают кассету с рентгеновской пленкой и усиливающими экранами.

При просвечивании пленку выдерживают под лучами определенное время, называемое экспозицией. Она зависит от толщины металла, фокусного расстояния, интенсивности излучения и чувствительности пленки. Усиливающие экраны служат для уменьшения экспозиции.

Затем пленку вынимают из кассеты и проявляют. На полученном изображении участка шва степень потемнения отдельных мест будет неодинаковой. Лучи, попавшие на пленку через дефект, поглотятся в меньшей степени по сравнению с лучами, прошедшими через плотный металл, поэтому сварочный дефект на пленке будет выглядеть как более темное место.

При просвечивании рядом со швом, со стороны источника излучения, устанавливают дефектометр, который служит для определения величины дефекта и глубины его нахождения в шве. Дефектометр – это пластинка, изготовленная из того же материала, что и просвечиваемый металл. Толщина пластинки должна быть равна усилению шва. На дефектометре имеются канавки различной глубины. По рентгенограмме величину дефекта (по высоте) определяют, сравнивая его потемнение с потемнением канавок дефектометра.

С помощью рентгеновского контроля можно обнаружить большинство внутренних дефектов: непроваров, пор, включений, трещин.

Гамма-контроль. Гамма-лучи, так же как и рентгеновские, представляют собой электромагнитные волны. Некоторые элементы (уран и др.) обладают свойствами самопроизвольно испускать лучи. Это явление называется радиоактивностью.

Для просвечивания применяют искусственные радиоактивные изотопы кобальт-60, тулий-170, иридий-192 и др. Из-за вредного действия гамма-лучей на организм человека радиоактивные изотопы хранят в специальных контейнерах. Техника просвечивания сварных соединений гамма-лучами аналогична рентгеновскому контролю.

По сравнению с рентгеновским гамма-контроль имеет следующие преимущества: контейнер с радиоактивным изотопом можно установить в таких местах, где не помещается громоздкая рентгеновская установка; с помощью гамма-лучей возможен одновременный контроль нескольких деталей, а также кольцевых швов изделий; этот метод удобен в полевых условиях; затраты на гамма-просвечивание меньше, чем на просвечивание рентгеновскими лучами.

Препарат радиоактивного изотопа кобальт-60 безотказен в работе и может использоваться свыше 5 лет.

Недостаток просвечивания гамма-лучами – более низкая чувствительность к выявлению дефектов в швах толщиной меньше 50мм, чем при рентгеновском контроле.

Ультразвуковой контроль. Ультразвуковой метод контроля основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами.

Ультразвук представляет собой упругие колебания материальной среды с частотой колебания более 20кГц. Для ультразвукового контроля сварных швов используются более высокие частоты – от 0,5 до 5 мГц.

Существует несколько способов получения ультразвуковых колебаний. Наиболее распространёнными является способ, основанный на пьезоэлектрическом эффекте некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли) или искусственных материалов (титаната бария). Этот эффект заключается в том, что если на противоположные грани пластинки, вырезанной из кристалла, подавать разноименные заряды, то она будет изменять свои размеры в такт изменению знаков заряда. Изменяя знаки электрических зарядов с частотой более 20 тысяч колебаний в секунду, получают механические колебания пьезоэлектрической пластинки той же частоты, передающиеся в виде ультразвука.

Для ввода ультразвуковых колебаний в сварной шов используют приборы, которые называют пьезоэлектрическими преобразователями. Они могут также принимать ультразвуковые колебания, отражённые от дефекта сварного шва, которые фиксируются соответствующим сигналом на экране.

При помощи ультразвука можно выявить трещины, непровары, шлаковые включения, поры в сварных швах, а также расслоения в листах металла. Вместе с тем ультразвуковой контроль имеет существенный недостаток, заключающийся в очень сложной расшифровке и оценке обнаруженных дефектов. Эту работу может выполнять только оператор высокой квалификации, обладающий большим опытом.

В настоящее время созданы приборы, в которых информация об обнаруженном дефекте представляется в цифровой форме или на специальной ленте.

Магнитный контроль. Магнитные методы контроля основаны на принципе использования магнитного рассеяния, возникающего над дефектом при намагничивании контролируемого изделия. Если сварной шов не имеет дефектов, магнитные силовые линии по сечению шва распределяются равномерно. При наличии дефекта в шве вследствие меньшей магнитной проницаемости дефекта магнитный силовой поток будет огибать дефект, создавая магнитные потоки рассеяния.

В зависимости от способа фиксирования потоков рассеяния существуют метод магнитного порошка и индукционный метод. В первом случае неравномерность поля определяют по местам скопления ферромагнитного порошка, нанесённого на поверхность изделия. Во втором случае потоки рассеяния улавливает индукционная катушка. Изделие намагничивают электромагнитом, соленоидом или пропусканием тока непосредственно через сварное соединение.

Магнитопорошковый контроль проводят двумя способами: сухим и мокрым. В первом случае магнитный порошок находится в сухом виде (сурик, железные опилки и др.), во втором – магнитный порошок находится в жидкости (керосин, вода).

Сухой способ используют для выявления дефектов в глубине и на поверхности, мокрый – преимущественно на поверхности.

Метод магнитного порошка пригоден для контроля только ферромагнитных материалов. Этим методом можно обнаружить поверхностные и внутренние трещины, а также непровары на глубине до 6мм.

Магнитографический контроль. Магнитографический способ основан на записи полей рассеивания, возникающих над дефектами, на магнитную ленту с последующим воспроизведением на магнитографическом дефектоскопе. Этим способом выявляют в сварных швах дефекты, расположенные на глубине не более 15мм.

Люминесцентная и цветная дефектоскопия. При этих способах в полость дефекта вводят флюоресцирующий раствор или ярко-красную жидкость, которую затем удаляют с поверхности. Под действием ультрафиолетовых лучей происходит свечение раствора, находящегося в полости дефекта. При цветной дефектоскопии дефекты выявляются с помощью белой проявляющейся краски (на белом фоне появляется красный рисунок, соответствующий форме дефекта).

С помощью этих методов определяют поверхностные дефекты, главным образом трещины в различных сварных соединениях, в том числе из немагнитных сталей, цветных металлов и сплавов. Для цветной дефектоскопии используют готовые комплекты ДАК-2Ц.

**Охрана труда при изготовлении и монтаже трубопроводов.**

**Сварочные работы и термическая резка.**

При выполнении указанных работ, а также при термической обработке и контроле качества сварных стыков следует выполнять требования: ГОСТ 12.3.003-86, ГОСТ 12.3.004-75, ГОСТ 12.1.013-78, ГОСТ 12.1.004-85, ГОСТ 12.2.007.8-75; Санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов, утверждённых Минздравом; Правил пожарной безопасности при производстве сварочных и других огневых работ. К выполнению сварочных работ и термической резки допускают рабочих не моложе 18 лет, прошедших медицинский осмотр, специальное техническое обучение и получивших квалификационную группу по электробезопасности или удостоверение на право работы с газогенераторами, баллонами и другим оборудованием. Обслуживание электрооборудования для сварки и резки разрешается производить только электромонтёрам не ниже третьего разряда, имеющим удостоверение на право обслуживания электроустановок напряжением до 1000В.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 основными опасными и вредными производственными факторами при сварочных работах и термической резке являются: возможность поражения электрическим током; выделение мелкодисперсной пыли и вредных газов; искры и брызги расплавленного металла; интенсивность светового и ультрафиолетового излучения. В электросварочных аппаратах и источниках их питания должны быть предусмотрены и установлены надёжные ограждения элементов, находящихся под напряжением. Защитное заземление всех видов сварочного оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75. Каждый сварочный аппарат должен иметь отдельный заземляющий провод, подсоединяемый непосредственно к заземляющей магистрали. Запрещается использование технологического оборудования, конструкций электроустановок и контура заземления в качестве обратного провода. При отлучке с рабочего места даже на короткое время необходимо отключить оборудование от источников энергопитания. По окончании работы необходимо полностью обесточить оборудование; перекрыть вентили баллонов, газоразборных постов и воды; отключить местную вентиляцию; убрать провода, шланги и оснастку; проверить противоположную сторону металлических поверхностей на предмет отсутствия очагов пожара.

Участки огневых работ в трубозаготовительных цехах должны быть изолированы путём устройства кабин, щитов (ширм) из несгораемых материалов высотой не менее 2м, оставляя между обшивкой кабины и полом зазор не менее 50мм (при сварке в защитных газах или термической резке – 300мм). Рабочие места электросварщиков и плазморезчиков необходимо ограждать переносными щитами или ширмами высотой не менее 0,8м. При сварке на открытом воздухе такие ограждения следует устанавливать при одновременной работе нескольких сварщиков и на участках интенсивного движения людей.

Предельно допустимые концентрации аэрозолей и газов, наиболее часто встречающихся в воздухе сварочных участков, должны устанавливаться в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. Рабочие места сварщиков и резчиков должны оборудоваться местной вентиляцией, которая должна уносит до 75% аэрозолей, остальная их часть падает на общеобменную вентиляцию трубозаготовительного цеха. Требования к применению средств индивидуальной защиты сварщиков должны соответствовать ГОСТ 12.3.003-86, ГОСТ 12.4.011-87, ГОСТ 12.4.034-85.

Для защиты глаз и лица электросварщики и плазморезчики должны использовать щитки и маски по ГОСТ 12.4.035-78, а газосварщики, газорезчики и вспомогательные рабочие – защитные очки по ГОСТ 12.4.013-85Е. Для защиты от воздействия теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, а также пониженных температур наружного воздуха рабочие должны быть обеспечены спецодеждой и спецобувью. При производстве сварочных работ и термической резки на высоте на деревянных настилах они должны быть защищены несгораемыми материалами. При резке должны быть приняты меры против случайного падения отрезанных элементов конструкций.

Места производства электросварочных и газопламенных работ на данном, а также на нижерасположенных ярусах должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5м, а от легковоспламеняющихся или взрывоопасных материалов и установок (в том числе газовых баллонов)– не менее 10м. Запрещается производство электросварочных работ во время дождя или снегопада при отсутствии навесов над рабочим местом. Не разрешается также выполнять огневые работы на высоте при скорости ветра более 10…12м/с, гололёде или тумане. Запрещается производить огневые работы на изделиях и деталях, покрытых краской (особенно на свинцовой основе), одновременно с малярными, изолировочными и облицовочными работами. Перед резкой, сваркой трубопроводов, в которых находились горючие жидкости или кислоты, должны быть произведены их очистка, промывка горячей водой и раствором каустической соды, просушка и последующая проверка на отсутствие опасной концентрации вредных, взрыво- и пожароопасных веществ.

При прокладке или перемещении сварочных проводов или газопроводящих рукавов должны быть приняты меры против повреждения их изоляции и соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5м, а с горячими газами – не менее 1м. размещение и эксплуатация газовых баллонов должны осуществляться строго в соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 и Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утверждёнными Госгортехнадзором. Газовые баллоны должны предохраняться от ударов и действия прямых солнечных лучей, а также находиться от отопительных приборов на расстоянии не менее 1м. Пи эксплуатации, хранении и перемещении кислородных баллонов должны предусматриваться меры против соприкосновения их со смазочными материалами, одеждой и обтирочными материалами со следами масел. Перемещение газовых баллонов следует осуществлять только на специальных тележках и носилках, обеспечивающих их устойчивое положение.

При проведении контроля качества сварных соединений с помощь рентгеновских аппаратов и гамма-дефектоскопов необходимо руководствоваться требованиями: ГОСТ 12.3.023-80; Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений; Санитарных правил по радиоизотопной дефектоскопии; Норм радиационной безопасности, утверждённых Минздравом. При проведении дефектоскопических работ следует устанавливать и маркировать радиационно-опасную зону, в пределах которой мощность дозы излучения превышает 0,3мР/ч. Граница этой зоны должна обозначаться знаками радиационной опасности. При контроле качества сварных швов ультразвуком необходимо выполнять правила по технической эксплуатации электроустановок.

**Монтаж и испытание трубопроводов.**

Все работы по монтажу трубопроводов должны производиться в строгом соответствии с проектом производства работ (ППР), технологическими картами и записками, разработанными и утверждёнными в установленном порядке. ППР должен содержать конкретные указания и технические решения по всем вопросам обеспечения безопасности работ и производственной санитарии с учётом реальных условий строительства. На участке, где ведутся трубопроводные работы, должны быть созданы безопасные условия труда не только слесарей-трубопроводчиков, но и окружающих их рабочих других специальностей.

Расконсервация подлежащих монтажу трубопроводов и изделий должна производиться в предусмотренной зоне на специальных стеллажах или подкладках высотой не менее 100мм без использования пожаро- и взрывоопасных материалов. Очистку подлежащих монтажу трубопроводов от грязи, наледи следует производить до их подъёма.

Запрещается нахождение людей под монтируемыми трубопроводами до установки их в проектное положение и закрепления с обеспечением их устойчивости и геометрической неизменяемости. Запрещается вести монтаж трубопроводов на высоте в открытых местах при скорости ветра 15м/с и более, при гололедице, тумане, когда исключена видимость фронта работ. Применяемые при монтаже трубопроводов грузоподъёмные механизмы, средства малой механизации, такелажная оснастка по техническим характеристикам должны соответствовать массе конструкций трубопроводов, а их размещение не должно создавать опасности для работающих.

Трубы, арматуру, узлы и секции трубопроводов необходимо стропить так, чтобы при подъёме они были уравновешены и при присоединении их к аппаратам или другим узлам не требовалось производить перестановку. Запрещается стропить: сборочные единицы трубопроводов – за бурты, ответвления, в непосредственной близости от сварных швов; арматуру – за штурвал, шпиндель, рычаг и другие выступающие части. Во время перерывов в работе запрещается оставлять поднятые конструкции трубопроводов на весу. Расстроповку их следует производить после постоянного или временного надёжного закрепления.

Запрещается осуществлять работы по монтажу трубопроводов одновременно на нескольких этажах (ярусах), не имеющих надёжных перекрытий и расположенных по одной вертикали. При выполнении работ на высоте от 1,5м и выше без применения лесов и подмостей, а также верхолазных работ рабочие должны иметь проверенные и испытанные предохранительные пояса и специальную обувь с нескользящей подошвой. Предохранительный пояс дожжен прикрепляться с помощью карабина к надёжным и неподвижным элементам конструкций сооружений в местах, предварительно указанных лично бригадиром. Запрещается производить на монтажных лесах, подмостях, вышках гибку труб, подгибку отводов и другие подгоночные работы – они должны выполняться на устойчивых поверхностях.

При монтаже трубопроводов, особенно на высоте, необходимо пользоваться только исправным инструментом, хранящимся в специальном переносном ящике. Запрещается оставлять инструмент, материалы, спецодежду и другие предметы внутри и снаружи монтируемого трубопровода, на различных конструкциях и подмостях даже на короткое время. Запрещается сбрасывать инструмент и другие предметы с высоты.

При работах вне помещений во всех случаях, а в помещениях – в условиях повышенной опасности поражения работающих электрическим током – необходимо применять ручные электрические машины II и III классов защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007-75. При работе с электрическими машинами II класса необходимо применять средства индивидуальной защиты. При возможности особо опасных поражений электрическим током следует пользоваться только электрическими машинами III класса с применением диэлектрических перчаток, бот и ковриков. Ручные машины, а также понижающие трансформаторы должны подключаться только через специальные штепсельные разъёмы, имеющие контакт для присоединения заземляющего проводника.

Запрещается хождение по трубам, уложенным в траншеях и каналах. При работе в колодцах, камерах и тоннелях один из рабочих должен быть наверху для наблюдения за возможной опасностью для работающих в колодце. Перед спуском в колодцы, камеры, тоннели необходимо удостовериться в отсутствии в них вредных газов. Работа в них при повышенной температуре (до 40оС) без устройства приточной вентиляции запрещается. При химической очистке, огрунтовке, окраске и склеивании трубопроводов следует строго соблюдать производственные инструкции и првила обращения с вредными химическими веществами. Организация и выполнение всех видов указанных работ должны быть безопасными на всех стадиях.

К испытаниям смонтированных трубопроводов разрешается приступать только после детального изучения технологической документации и только после письменного разрешения подрядчика и заказчика на основе оформленных актов технической готовности трубопроводов или их участков к испытаниям. Перед испытаниями необходимо: провести проверку состояния изоляции и заземления электрической части, наличия и исправности пусковых и тормозных устройств, контрольно-измерительных приборов и заглушек; оградить и обозначить соответствующими предупредительными знаками зону испытаний; осмотреть временные заглушки, люки и фланцевые соединения; определить места и условия безопасного пребывания лиц, занятых испытанием; привести в готовность средства пожаротушения и обслуживающий персонал. К проведению испытаний смонтированных систем трубопроводов допускаются только лица, прошедшие соответствующую подготовку и инструктаж на рабочих местах о способах удаления воздуха из системы, порядке постепенного повышения и снижения давления, недопустимости исправлений в системе, находящейся под давлением, и повышении давления против установленного проектом, о приёмах простукивания сварных швов.

Перед промывкой и продувкой трубопровода необходимо удостовериться в надёжном его закреплении на опорах, в работоспособности запорной арматуры. Пневматические испытания проводят только в соответствии с указаниями проекта или технических условий с соблюдением специальных требований по технике безопасности, связанных с опасностью разрыва системы и возможного поражения работающих. Производить осмотр трубопроводов разрешается только после снижения испытательного давления до рабочего. Устранение недоделок, обнаруженных в процессе испытаний, необходимо производить под непосредственным руководством ответственного инженерно-технического работника после отключения системы и полной остановки оборудования.

**Вывод.**

Я, Телушко Роман Владимирович, учащийся Минского государственного профессионально-технического училища №31, обучался навыкам по специальности «монтажник наружных трубопроводов, электрогазосварщик».

Во время практики на предприятиях г.Минска приобрёл навыки монтажных и сварочных работ.

Приношу свою благодарность мастерам производственного обучения Лащуку Г.С., Осипову М.Ю и консультанту БеганскомуИ.И.

**Литература.**

1. Виноградов Ю.Г., Орлов К.С. Материаловедение для слесарей-монтажников. М. 1983

2 Лупачёв В.Г. Ручная дуговая сварка. Мн. 2006

3. Тавастшерна Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. М. 1985

4.Тавастшерна Р.И. Монтаж технологических трубопроводов. М.1980

5. Тавастшерна Р.И, Бесман А.И., Позднышев В.С. Технологические трубопроводы промышленных предприятий. Справочник строителя. М. 1991