

Тема 14. Общие сведения о трубопроводах

14.1 Общие понятия и определения о трубопроводах

Трубопровод - это сооружение из труб, деталей трубопровода и арматуры, плотно соединенных между собой, предназначенное для транспортирования газообразных и жидких продуктов.

В состав технологических трубопроводов входят:

- прямые участки (линии);
- фасонные детали (отводы, переходы, тройники, заглушки);
- опоры и подвески;
- крепежные детали (болты, шпильки, гайки, шайбы);
- запорно-регулирующая арматура;
- контрольно-измерительные приборы и средства автоматики;
- тепловая и антикоррозионная изоляция.

В зависимости от транспортируемой среды применяются названия: водопровод, паропровод, воздухопровод, маслопровод, газопровод, нефтепровод, продуктопровод и т.д.

Для геометрической характеристики труб используют следующие размеры:

- условный внутренний диаметр (проход) D_y ,
- наружный диаметр D_n ,
- толщина стенки b ,
- длина l .

Основной характеристикой любого трубопровода является диаметр, определяющий его проходное сечение. Величина проходного сечения определяет расход потока при его рабочих параметрах (давление, температура, скорость).

Условный диаметр D_y - это номинальный внутренний диаметр присоединяемого трубопровода (мм). Труба при одном и том же наружном диаметре может иметь различные номинальные внутренние диаметры.

В нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях промышленности обычно применяют трубы с условным внутренним диаметром 25-1400 мм, толщиной стенки 2-16 мм и длиной 4-12 м. Для каждого наружного диаметра трубы в зависимости от давления перекачиваемой среды предусмотрено несколько толщин стенок. Следовательно, труба при конкретном наружном диаметре может иметь различные внутренние диаметры. Внутренний диаметр определяет сечение трубопровода, необходимое для прохождения заданного количества вещества при рабочих параметрах эксплуатации (давлении, температуре, скорости).

В Российской Федерации существует Государственный комитет по стандартизации и метрологии, который разрабатывает государственные стандарты (ГОСТы) на всю выпускаемую в стране продукцию. Слово «стандарт» происходит от английского слова «*stadart*», что в переводе означает «норма, образец».

Кроме государственного стандарта в промышленности используются *отраслевые стандарты* (ОСТы).

Для сокращения количества видов и типоразмеров входящих в состав трубопроводов соединительных деталей и арматуры используют единый

унифицированный ряд условных диаметров D_y . Для технологических трубопроводов наиболее часто применяют условные проходы, мм: 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600. Этот ряд условных диаметров введен для ограничения числа применяемых при проектировании и сооружении трубопроводов и, как следствие, сокращение числа типоразмеров входящих в их состав соединительных деталей, арматуры, а также труб.

При выборе трубы для трубопровода под условным диаметром (проходом) понимают ее расчетный округленный внутренний диаметр. Например, для труб наружным диаметром 219 мм и толщиной стенки 6 и 16 мм, внутренний диаметр которых соответственно равен 207 и 187 мм, в обоих случаях принимают ближайший условный диаметр трубы, т. е. $D_y=200$ мм.

Для выбора толщины стенки (наружного диаметра трубы) и типа стали, которые обеспечат механическую прочность трубопровода при заданных рабочих параметрах среды, вводится понятие «условное давление».

Условное давление P_y - это наибольшее избыточное рабочее давление (при температуре среды 20 °С), при котором обеспечивается длительная работа трубопровода. Для сокращения числа типоразмеров арматуры и деталей трубопроводов ГОСТом установлен унифицированный ряд условных давлений (МПа): 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 160; 250. Например, если предполагается транспортировать поток с давлением 2 МПа, то необходимо выбрать трубу, рассчитанную на условное давление 2,5 МПа.

Рабочее давление $P_{раб}$ - это наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации арматуры и деталей трубопроводов.

Пробное давление $P_{пр}$ - это избыточное давление, при котором должно проводиться гидравлическое испытание арматуры и деталей трубопроводов на прочность и герметичность водой с температурой не менее 5 и не более 70 °С.

Соотношение между условным, пробным и рабочим давлениями для арматуры и соединительных частей трубопроводов с учетом температуры рабочей среды установлены ГОСТ 356-80.

Применение ограниченного числа размеров труб упрощает проектирование трубопроводов, обеспечивает сокращение типоразмеров комплектующих изделий (соединительных деталей, арматуры и пр.), способствует организации их массового изготовления, а также упрощает комплектование строительных, ремонтных и производственных организаций трубами и изделиями.

Трубопроводы должны быть надежны в эксплуатации, так как неисправность в какой-либо части трубопровода может привести к аварии и полной остановке производства или всего промышленного объекта, а также к загрязнению окружающей среды.

В зависимости от размещения на промышленном объекте технологические трубопроводы подразделяют на *внутрицеховые*, соединяющие агрегаты, машины и аппараты технологических установок цеха, и *межцеховые*, соединяющие технологические установки разных цехов.

Внутрицеховые трубопроводы называют *обвязочными*, если они устанавливаются непосредственно в пределах отдельных аппаратах, насосов, компрессоров, резервуаров и др. и соединяют их.

Внутрицеховые трубопроводы имеют сложную конфигурацию, большое число деталей, арматуры и сварных соединений. На каждые 100 м длины таких трубопроводов приходится до 8СН-120 сварных стыков. Масса деталей и арматуры в таких трубопроводах достигает 37% от общей массы трубопровода.

Межцеховые трубопроводы, наоборот, характеризуются довольно прямыми участками (длиной до несколько сот метров), сравнительно небольшим количеством деталей, арматуры и сварных швов. Общая масса деталей и арматуры в межцеховых трубопроводах составляет 5%. Но в состав межцеховых трубопроводов необходимо включать П-образные температурные компенсаторы, на долю которых приходится около 7% массы.

Технологические трубопроводы считаются *холодными*, если они работают при среде, имеющей рабочую температуру $t_p < 50$ °С, и *горячими*, если температура рабочей среды больше 50 °С.

В зависимости от условного давления среды трубопроводы подразделяются на вакуумные, работающие при абсолютном давлении среды ниже ОДМПа, среднего давления, работающие при избыточном давлении среды от 1,5 до 10 МПа и высокого давления, когда избыточное давление рабочей среды находится в пределах от 10 до 100 МПа.

Кроме того, существуют ещё так называемые *безнапорные* трубопроводы, в которых среда движется самотёком.

Все применяемые в промышленности соединения можно разделить на неразъёмные и разъёмные (см. раздел 1.2). В трубопроводах применяются, как правило, неразъёмное соединение - сварка. Сварка является наиболее целесообразным и надёжным методом соединения стальных труб. Она широко применяется в трубопроводных системах различного назначения. Но во многих случаях целесообразнее применять разъёмные (фланцевые и резьбовые) соединения, обладающие своими достоинствами и недостатками. Так, в местах установки арматуры, с целью присоединения ее к трубопроводу, принято применять именно фланцевые соединения. Они могут быть использованы и в трубопроводах, требующих периодической разборки в целях очистки или замены отдельных участков. А в трубопроводах с малыми условными диаметрами часто используются резьбовые соединения.

По методу прокладки труб трубопроводы или их участки подразделяют на:

- *подземные* - трубы прокладывают в траншее под землей;
- *наземные* - трубы прокладывают на земле;
- *надземные* - трубы прокладывают над землей на стойках, опорах или с использованием в качестве несущей конструкции самой трубы;
- *подводные* - сооружают на переходах через водные препятствия (реки, озера и т.п.), а также при разработке морских месторождений.

Подробная классификация технологических трубопроводов приведена в таблице (Таб. 1).

В зависимости от класса опасности транспортируемого вещества технологические трубопроводы делятся на *три группы* А, Б и В. К группе А

относятся трубопроводы для транспорта чрезвычайно и высокоопасных веществ I и II классов опасности (бензол, дихлорэтан, метилхлорид и др.).

К группе Б относятся трубопроводы для транспорта умеренно опасных веществ III класса опасности (жидкий аммиак, винилацетат, ксилол, метанол, фурфурол и др.). К группе В отнесены трубопроводы, предназначенные для перекачивания взрыво- и пожароопасных веществ (горючие сжиженные газы, легковоспламеняющиеся жидкости, горючие жидкости).

Кроме деления на группы, применяется также деление технологических трубопроводов на *пять категорий* I, II, III, IV, V в зависимости от давления и температуры перекачиваемой среды. Для того чтобы определить группу и категорию трубопровода, необходимо воспользоваться «Правилами устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»

Таблица 1. Классификация технологических трубопроводов

Признак классификации	Наименование группы	Классификационный критерий
Место расположения	Межцеховые	Между отдельными видами оборудования в пределах цеха или установки
	Внутрицеховые	Между установками, цехами, объектами
Способ прокладки	Надземные	На эстакадах, колоннах, стойках, по стенам зданий
	Наземные	По поверхности земли, в лотках, открытых траншеях, на низких опорах, подкладках или подставках
	Подземные	В каналах, тоннелях, бесканально
Внутреннее давление	Вакуумные	Абсолютное давление менее 0.1 МПа
	Безнапорные или самотёчные	Давление близко к атмосферному
	Низкого давления	Давление от 0.1 до 10 МПа
	Высокого давления	Давление свыше 10 МПа
Температура транспортируемого вещества	Криогенные	Температура ниже минус 153 °С
	Холодные	Температура ниже температуры окружающей среды, но не ниже минус 153 °С
	Нормальные	Температура равна температуре окружающей среды
	Тёплые	Температура не более 45 °С
	Горячие	Температура более 45 °С
Агрессивность транспортируемого вещества	Неагрессивные	Коррозия незначительна
	Малоагрессивные	Скорость коррозии до 0.1 мм/год

	Среднеагрессивные	Скорость коррозии от 0.1 до 0.5 мм/год
	Агрессивные	Скорость коррозии свыше 0.5 мм/год
Транспортируемое вещество	Паропроводы	Водяной пар
	Водопроводы	Холодная и горячая вода
	Нефтепроводы	Нефть и нефтепродукты
	Газопроводы	Горючие, токсичные и сжиженные газы
	Кислородопроводы	Кислород и его смеси с другими газами
	Ацетиленопроводы	Ацетилен
	Аммиакопроводы и ДР-	Аммиак и другие вещества
Материал	Стальные	Из углеродистой, низко- и высоколегированной стали
	Стальные с внутренним или наружным покрытием	С покрытием резиной, пластмассой, стеклопластиком, эмалью, биметаллические и др.
	Из цветных металлов	Из меди, алюминия, титана, и других металлов и сплавов
	Из неметаллических материалов	Стекланные, керамические, пластмассовые, камнелитные и др.
Способ соединения	Неразъёмные	Соединяемые пайкой, сваркой, склеиванием
	Разъёмные	Соединяемые на резьбе, фланцах, вращающихся, или развальцовкой

Расположение трубопроводов должно обеспечивать:

- безопасность и надежность эксплуатации в пределах нормативного срока;
- возможность непосредственного наблюдения за техническим состоянием;
- возможность выполнения всех видов работ по контролю, термической обработке сварных швов и испытанию;
- изоляцию и защиту трубопроводов от коррозии, вторичных проявлений молний и статического электричества;
- предотвращения образования ледяных и других пробок в трубопроводе;
- исключения провисания и образования застойных зон.