Гр.19-2 30.04.20 Техническое обслуживание турбинного оборудования Захаров Г,П.

Лекция: Основные положения по компоновке и трассеровке трубопроводов.

## Трассировка водоводов и водопроводных сетей

Водопроводная сеть представляет собой совокупность трубопроводов, по которым вода транспортируется потребителям.

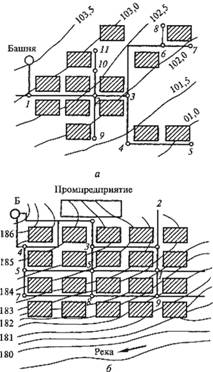
Она состоит из водоводов, магистральной сети и распределительных трубопроводов. Для транспортирования воды от водоприемника к очистным сооружениям и от регулирующих емкостей к магистральной сети прокладывают водоводы. Их проектируют не менее чем в две линии. Количество линий водоводов выбирают на основании технико-экономического расчета с учетом стоимости мероприятий по обеспечению бесперебойности водоснабжения потребителей. При этом необходимо учитывать, что при отключении одного водовода или его части в систему водоснабжения должно быть подано не менее 50% расчетного расхода водопотребления населения и обеспечена работа промышленных предприятий по аварийному графику.

При проектировании водовода в одну линию необходимо предусматривать запасные емкости с запасом воды на время ликвидации аварии на водоводе и обеспечения расхода на пожаротушение. В это время в сеть города необходимо подавать 50% расчетного расхода в городе и обеспечивать подачу воды на промышленные предприятия при их работе по аварийному графику.

Трассу водовода выбирают из условия подачи воды к потребителю по кратчайшему направлению, по возможности она должна иметь минимальное количество искусственных сооружений и быть доступной для обслуживания. Исходя из этого, водоводы рекомендуется прокладывать вблизи существующих или проектируемых автодорог. Трасса водоводов не должна проходить по территории свалок, кладбищ и скотомогильников. При прокладке нескольких линий водоводов расстояние между ними рекомендуется принимать не менее 5 м при диаметре труб до 300 мм и 10 м – при диаметре труб более 300 мм.

На территории города водоводы прокладывают по разным улицам по одной из ее сторон и присоединяют к магистральной сети в двух различных точках. Точки присоединения соединяют между собой трубопроводом диаметром, равным диаметру водовода.

По начертанию в плане различают два основных вида сетей: тупиковые (рис. 8.1, а) и кольцевые (рис. 8.1, ***б).***



***Рис. 8.1.*** **Схемы водопроводных сетей:**

***а –*** тупиковая; ***б –*** кольцевая; 1 – 11 – расчетные колодцы водопроводной сети

***Тупиковые сети*** в оптимальном варианте обеспечивают подачу воды к потребителю по кратчайшему пути, но не полностью удовлетворяют требование бесперебойности водоснабжения. Поэтому, как правило, в городах и на промышленных предприятиях проектируют кольцевые водопроводные сети.

***Кольцевые сети*** имеют несколько бо́льшую протяженность, но обеспечивают более высокую степень надежности и бесперебойности подачи воды к потребителю, чем тупиковые.

Тупиковые водопроводные сети разрешается применять для снабжения водой объектов, допускающих перерыв в водоснабжении на время ликвидации аварии, и в населенных пунктах с населением до 500 человек.

Линии водопроводной сети в зависимости от их назначения можно разделить на магистральные и распределительные.

***Магистральными*** называют линии, которые предназначены в основном для транспортирования воды по территории населенного пункта.

***Распределительными*** называют линии, которые получают воду из магистральных линий и подают ее к потребителям через центральные пункты или домовые вводы. При этом, как правило, гидравлический расчет производят только для магистральных линий. Минимальный диаметр распределительных линий городского хозяйственно-противопожарного водопровода принимается не менее 100 мм и диктуется в основном расходом воды на пожаротушение. В крупных городах подача пожарного расхода требует увеличения диаметра труб распределительной сети до 150 мм, а иногда и до 200 мм.

При проектировании магистральной сети руководствуются следующими соображениями.

Кольца, образуемые транзитными магистралями и перемычками, должны иметь вытянутую форму в направлении основного движения воды.

По основному направлению движения воды должно быть проложено несколько параллельных магистральных линий (не менее двух). С точки зрения экономики число параллельно работающих транзитных магистралей должно быть по возможности наименьшим. Однако чтобы обеспечить бесперебойность водоснабжения, количество транзитных линий должно быть не менее двух.

Опыт проектирования магистральных сетей показывает, что оптимальное расстояние между магистральными линиями составляет 300...600 м. Соответственно расстояние между перемычками принимается равным 400...800 м. Диаметры трубопроводов (перемычек), соединяющих магистральные линии, должны назначаться с учетом работы их при аварии на магистральной линии, так как при нормальной работе они несут весьма малую нагрузку. Обычно диаметр трубопровода перемычки назначается на один-два размера меньше диаметра магистральной линии.

Магистральные линии водопроводных сетей рекомендуется трассировать по наиболее возвышенным отметкам территории для создания достаточных напоров в распределительной сети.

Магистральная сеть должна охватывать всех крупных потребителей и подавать воду к регулирующим емкостям. Крупные потребители и регулирующие емкости должны иметь не менее двух присоединений по возможности от магистральных линий смежных колец.

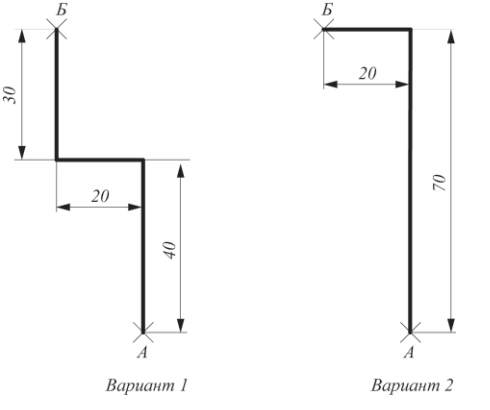
При трассировке магистральных линий необходимо учитывать строительно-эксплуатационные условия и увязывать трассы магистральной сети с размещением других сетей и сооружений городского хозяйства.

На крупных магистральных линиях рекомендуется устраивать сопроводительные линии в тех случаях, когда транзитный расход составляет не менее 80% суммарного расхода.

Водопроводные линии располагают в проездах по одной из сторон, по возможности вне бетонных или асфальтовых покрытий, прямолинейно и параллельно линии застройки. Трубопроводы должны пересекать проезды под прямым углом.

Выбирая трассу водопроводной линии, необходимо соблюдать минимальные расстояния от наружной поверхности трубопровода до различных подземных коммуникаций в соответствии с требованиями СНиПа. Глубину заложения водоводов и водопроводных сетей следует принимать с учетом исключения возможности замерзания воды в зимний период и недопустимого нагрева в летний период. Минимальную глубину заложения трубопроводов, считая от низа труб, принимают на 0,3...0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта.

Простой сравнительный анализ при выборе наилучшего варианта трассировки при строительстве трубопроводов

[](https://chemtech.ru/wp-content/uploads/2018/03/%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%B2_%D1%80%D0%B8%D1%811.jpg)

*Автор:****О.М. Долгирев****(ООО «ИНТРА ПРОЕКТ»).*

*Опубликовано в журнале Химическая техника №9/2015*

В процессе разработки проектов по строительству трубопроводов часто появляется необходимость выбора трассировки труб из нескольких вариантов. Еще большую актуальность задача приобретает при коллективной работе над проектом. Данная статья поможет найти простые и понятные критерии, которые могут быть использованы в процессе обсуждения и при выборе правильного решения.

Для сравнительного анализа при выборе лучшего варианта разводки трубопровода в качестве критериев могут быть использованы следующие:

* общая масса трубопровода;
* длина прямых участков трубопровода;
* число элементов трубопровода (отводы, тройники, переходы и др.);
* число сварных швов;
* величина, обратная площади свободного сечения трубопровода;
* общая масса наплавленного металла;
* площадь наружной поверхности трубопровода.

Экономическая обоснованность выбранного варианта является одним из критериев эффективного инженерного подхода. В связи с этим критерии сравнительного анализа должны отражать, в том числе, стоимость проведения работ.

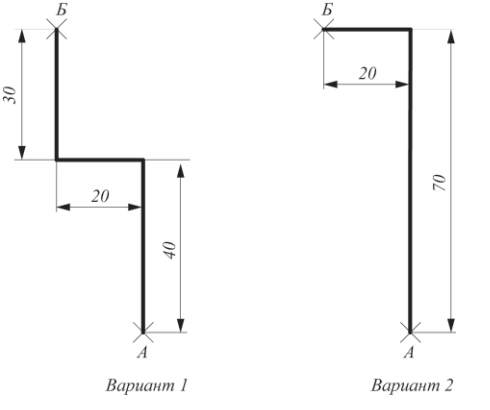
Однако не стоит забывать и про другие величины, характеризующие проектируемый трубопровод: потери гидравлического давления среды, тепловые потери, исполнительная толщина стенки трубопровода и т.п.

Уменьшить число критериев можно объединением части из них. Например, критерий «длина трубопровода» можно объединить с критерием «число элементов трубопровода», складывая получившуюся длину труб с величиной, равной произведению развернутой длины элемента трубопровода (например, отвода) на коэффициент местного гидравлического сопротивления. Таким образом, величина «эквивалентная длина трубопровода» будет служить одним из комплексных критериев оценки энергетических затрат на транспортировку среды и затрат на монтаж трубопровода. Формула для вычисления данного критерия тогда выглядит следующим образом:

где Lтр.э – эквивалентная длина трубопровода (является критерием для сравнения), м; n – общее число прямых участков трубопровода; li – длина i-го прямого участка трубопровода, м; m – общее число элементов трубопровода; lразв.j – развернутая длина j-го элемента трубопровода, м; ξj – коэффициент местного гидравлического сопротивления j-го элемента трубопровода (принимается на основе данных, приведенных, например, в работе [1]).

Приведенные критерии могут быть подробно рассмотрены. Например, два проектировщика предложили свои варианты трассировки трубопровода из точки А в точку Б.

Руководитель принял чертежи обоих вариантов для проведения сравнительного анализа (см. рисунок).

Предложенные варианты трассировки трубопровода

**Исходные данные для сравнительного анализа**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Вариант 1 | Вариант 2 |
| Размер трубопровода (*D*нx*S*), мм | 108×4 | 133×5 |
| Число крутоизогнутых (90°) отводов | 2 | 1 |
| Общая длина прямых участков трубопровода, м | 89,4 | 89,6 |

В обоих вариантах приняты крутоизогнутые отводы по ГОСТ 17375–2001 со средним радиусом гиба, равным 1,5 номинального диаметра трубопровода. Для таких отводов коэффициент местного сопротивления ξ = 0,18 [1].

Развернутая длина отводов для каждого варианта разная: для варианта 1 – 235,5 мм (при радиусе отвода R = 150 мм); для варианта 2 – 298,3 мм (R = 190 мм).

В целях упрощения сравнительного анализа объединяем часть вычисляемых критериев. Длину прямых участков трубопровода и число элементов трубопровода (в нашем случае отводов) заменяем комплексным критерием (см. выше) – эквивалентной длиной трубопровода (1).

Вместо критериев «число сварных швов» и «общая масса наплавленного металла» используем только один – «общая масса наплавленного металла» как наиболее характерный показатель трудоемкости сварочных работ.

Для вычисления числа сварных швов на прямых участках труб задаемся средней длиной поставляемых труб.

В нашем случае среднюю длину поставляемых труб примем равной 8 м. Каждый отвод требует двух сварных швов. Поскольку диаметры трубопровода у каждого из вариантов различны, для корректного сравнения добавляем критерий, равный обратной величине площади сечения трубопровода, – эквивалент скорости потока среды в трубе. Полученные значения заносим в таблицу.

**Результаты расчета критериев сравнительного анализа**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Вариант 1 | Вариант 2 | Отношение |
| Общая длина трубопровода, м | 89,5 | 89,7 | ~1 |
| Эквивалент скорости потока среды, 1/м2 | 127,4 | 84,2 | 1,51 |
| Общая масса трубопровода, кг | 953 | 1470 | 0,65 |
| Общая масса наплавленного металла, кг | 0,36 | 0,88 | 0,41 |

Из результатов сравнительного анализа видно, что преимущество у варианта 1 (более низкая трудоемкость монтажа). У варианта 2 – меньшие затраты мощности на перекачку среды. Если потери давления не играют большой роли, то определяющим является трудоемкость монтажа: вариант 1 будет предпочтительнее.

Для проведения вычислений можно использовать стандартные средства известных программ автоматизированного проектирования (AutoCAD, КОМПАС и т.п.).

Дополнительно рекомендуется составить таблицы значений произведения развернутой длины на коэффициент местного гидравлического сопротивления наиболее ходовых элементов трубопровода. Подобные таблицы наиболее удобно составлять в Microsoft Excel. Рекомендуется использовать не более трех или четырех критериев – это значительно упростит подготовку к сравнительному анализу.

В дельнейшей работе над проектами строительства и трассировки трубопроводов может быть полезным ведение статистики лучших удельных показателей для тех или иных критериев, они могут быть хорошими ориентирами, особенно для молодых инженеров.

Задание: Сделать конспект.

Список литературы

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлением. Под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд., переработанное и дополненное. М:. Машиностроение, 1992.