Гр.19-1 20.05.20 Техническое обслуживание турбинного оборудования Захаров Г,П.

Практическое занятие : Определение диаметра трубопровода

**Задача №1. Подбор и расчет оптимального диаметра трубопровода**

**Теоритическая часть .**

**Условие:** Проектируются две технологические линии, в которых обращается невязкая жидкость с расходами Q1 = 20 м3/час и Q2 = 30 м3/час. В целях упрощения монтажа и обслуживая трубопроводов было принято решение использовать для обеих линий трубы одного диаметра.

**Исходные данные:** Q1 = 20 м3/час; Q2 = 30 м3/час.

**Задача:** Необходимо определить подходящий под условия задачи диаметр трубы d.

**Решение:** Поскольку дополнительных требований к трубопроводу не указано, то основным критерием соответствия будет являться возможность перекачивать жидкость с указанными расходами. Воспользуемся табличными данными оптимальных скоростей для невязкой жидкости в напорном трубопроводе. Этот диапазон будет равен 1,5 – 3 м/с.

Отсюда следует, что можно определить соответствующие значениям оптимальных скоростей диапазоны оптимальных диаметров для разных расходов, и установить область их пересечения. Диаметры труб из этой области, очевидно, будут удовлетворять требованиям применимости для перечисленных случаев расхода.

Определим диапазон оптимальных диаметров для случая Q1 = 20 м3/час, воспользовавшись формулой расхода, выразив из нее диаметр трубы:

*Q = [(π·d²)/4] · v*

Откуда:

*d = √(4·Q)/(π·v)*

Подставим минимальное и максимальное значение оптимальной скорости:

*d1min = √(4·20)/(3600·3,14·1,5) = 0,069 м*

*d1max = √(4·20)/(3600·3,14·3) = 0,049 м*

То есть для линии с расходом 20 м3/час подходят трубы с диаметром от 49 до 69 мм.

Определим диапазон оптимальных диаметров для случая Q2 = 30 м3/час:

*d2min = √(4·30)/(3600·3,14·1,5) = 0,084 м*

*d2max = √(4·30)/(3600·3,14·3) = 0,059 м*

Итого получим, что для первого случая диапазон оптимальных диаметров составляет 49-69 мм, а для второго – 59-84 мм. Пересечение двух этих диапазонов и даст набор искомых величин. Получим, что для двух линий могут использоваться трубы диаметром от 59 до 69 мм.

В расчётах диаметров в качестве основной применяется формула:

формула1.jpg

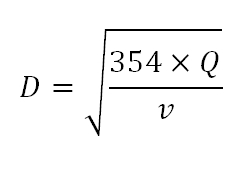
, где:

Q = расход пара, воздуха и воды в м3/с.

D = диаметр трубопровода в м.

v = допустимая скорость потока в м/с.

В практике рекомендуется вести расчет по расходу в м3/ч и по диаметру трубопровода в мм. в этом случае выше приведённая формула расчёта диаметра трубопровода изменяется следующим образом:



, где:

D = диаметр конденсатопровода в мм.

Q = расход в м3/ч.

V = допустимая скорость потока в м/с.

Расчет трубопроводов всегда ведется по объёмному расходу (м3/ч), а не по массовому (кг/ч). Если известен только массовый расход, то для пересчёта кг/ч в м3/ч необходимо учитывать удельный объём по таблице пара.

Пример:

Удельный объем насыщенного пара при давлении 11 бар составляет 0,1747 м3/кг. Таким образом, объемный расход от 1000 кг/ч насыщенного пара при 11 бар будет составлять 1000 \* 0,1747 = 174,7 м3/ч. Если речь будет идти о таком же количестве перегретого пара при давлении 11 бар и 300 °С, то удельный объём составит 0,2337 м3/кг, а объемный расход 233,7 м3/ч. Таким образом это означает, что один и тот же паропровод не может одинаково подходить для транспорта одного количества насыщенного и перегретого пара.

Также для случая воздуха и других газов расчет необходимо повторить с учетом давления. Производители компрессорного оборудования указывают производительность компрессоров в м3/ч, под которым понимается объем в м3 при температуре 0 °С.

Если производительность компрессора 600 мп3/ч и давление воздуха 6 бар, то объемный расход составляет 600/6 = 100 м3/ч. в этом также заключается основа расчета трубопроводов.

Допустимая скорость потока

Допустимая скорость потока в системе трубопроводов зависит от многих факторов.

* стоимость установки: низкая скорость потока приводит к выбору большего диаметра.
* потеря давления: высокая скорость потока позволяет выбрать меньший диаметр, однако вызывает большую потерю давления.
* износ: особенно в случае конденсата высокая скорость потока приводит к повышенной эрозии.
* шум: высокая скорость потока увеличивает шумовую нагрузку, напр. Паровой редукционный клапан.

В ниже приведенной таблице представлены данные норм относительно скорости потока для некоторых сред протекания.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Среда | Назначение | Скорость потока в м/с |
| пар | До 3 бар | 10 – 15 |
| 3 – 10 бар | 15 – 20 |
| 10 – 40 бар | 20 – 40 |
| Конденсат | Заполненный конденсатом | 2 |
| Конденсато-паровая смесь | 6 – 10 |
| Питательная вода | Трубопровод всаса | 0,5 – 1 |
| Трубопровод подачи | 2 |
| Вода | Питьевого качества | 0,6 |
| Охлаждение | 2 |
| Воздух | Воздух под давлением | 6 – 10 |
| \* Трубопровод всаса насоса питательной воды: из-за низкой скорости потока низкая потеря давления, что препятствует образованию пузырьков пара на всасе питательного насоса. | | |

|  |
| --- |
| 4_1.JPG |
| **Нормы для определения скорости потока** |

Примеры:

a) Вода

Расчет диаметра трубопровода для воды при 100 м3/ч и скорости потока v = 2 м/с.

D = √ 354\*100/2 = 133 мм. Выбранный номинальный диаметр DN 125 или DN 150.

b) Воздух под давлением

расчет диаметра трубопровода для воздуха при 600 м3/ч, давление 5 бар и скорости потока 8 м/с.

Перерасчет с нормального расхода 600 м3/ч на рабочий м3/ч 600/5 = 120 м3/ч.

D = √ 354\*120/8 = 72 мм. Выбранный номинальный диаметр DN 65 или DN 80.

В зависимости от назначения воды или воздуха выбирается трубопровод DN 65 или DN 80. Необходимо иметь ввиду, что расчет диаметра трубопровода усреднен и не предусматривает случая наступления пиковой нагрузки.

c) Насыщенный пар

Расчет диаметра трубопровода для насыщенного пара при 1500 кг/ч, давлении 16 бар и скорости потока 15 м/с.

В соответствии с таблицей пара удельный объем насыщенного пара при давлении 16 бар составляет v = 0,1237 м3/кг.

D = √ 354\*1500\*0,1237/15 = 66 мм.

И здесь должен быть решен вопрос DN 65 или DN 80 в зависимости от возможной пиковой нагрузки. В случае необходимости предусматривается также возможность расширения установки в будущем.

d) Перегретый пар

Если в нашем примере пар перегреет до температуры 300 °С, то его удельный объем изменяется на v = 0,1585 м3/кг.

D = √ 354\*1500\*0,1585/15 = 75 мм, выбирается DN 80.

Изображение 4.9 в форме номограммы показывает, как можно произвести выбор трубопровода без проведения расчета. На изображении 4-10 этот процесс представлен для случая насыщенного и перегретого пара.

е) Конденсат

Если речь идёт о расчёте трубопровода для конденсата без примеси пара (от разгрузки), тогда расчёт ведётся как для воды.

Горячий конденсат после конденсатоотводчика, попадая в конденсатопровод, разгружается в нём. В главе 6.0 Работа с конденсатом поясняется, как определить долю пара от разгрузки.

Правило к проведению расчёта:

Доля пара от разгрузки = (температура перед конденсатоотводчиком минус температура пара после конденсатоотводчика) х 0,2. При расчёте конденсатопровода необходимо учитывать объём пара от разгрузки.

Объём оставшейся воды в сравнении с объёмом пара от разгрузки настолько мал, что им можно пренебречь.

Расчёт диаметра конденсатопровода на расход 1000 кг/ч сконденсированного пара 11 бар (h1 = 781 кДж/кг) и разгруженного до давления 4 бар (h' = 604 кДж/кг,v = 0,4622 м3/кг и r - 2133 кДж/кг).

Доля разгруженного пара составляет: 781 – 604/ 100 % = 8,3%

Количество разгруженного пара: 1000 х 0,083 = 83 кг/ч или 83 х 0,4622 -38 м3/ч. Объёмная доля разгруженного пара составляет около 97 %.

Диаметр трубопровода для смеси при скорости потока 8 м/с:

D = √ 354\*1000\*0,083\*0,4622/8 = 40 мм.

Для сети атмосферного конденсата (v“ = 1,694 м3/кг) доля разгруженного пара составляет:

781 – 418/2258\*100 % = 16 % или 160 кг/ч.

В этом случае диаметр трубопровода:

D = √ 354\*1000\*0,16\*1,694/8 = 110 мм.

# Расчет диаметра трубы водопровода

Начало формы

|  |  |
| --- | --- |
| Расход воды в трубе, л/с = |  |
| Скорость воды в трубе, м/с (оптимально 0,7 ... 1,5 м/с) = |  |
|  |  |
| Внутренний диаметр трубы, мм = |  |

Конец формы

|  |
| --- |
|  |

**Расчет диаметра трубы** водопровода производится на основании расхода воды в трубе и оптимальных значений скорости жидкости в водопроводной трубе.  
  
Формула расчета диаметра водопроводной трубы:  
  
**d = √ (4000 \* q / v / π)**, где  
  
d - диаметр водопроводной трубы в мм;  
q - расход воды в л/с;  
v - скорость воды в трубе в м/с.  
  
Оптимальная скорость воды в трубе составляет от 0,7 до 1,5 м/с.

**Источник**: "Рекомендации по применению оборудования ARI. Практическое руководство по пару и конденсату. Требования и условия безопасной эксплуатации. Изд. [ARI-Armaturen](https://nomitech.ru/ari-armaturen/" \o "ARI-Armaturen) GmbH & Co. KG 2010"

Для более верного выбора оборудования можно обратиться на эл. почту: **info@nomitech.ru**

Задание :

1.Определить диаметр трубопровода в квартире( на участке) по показаниям водосчетчиков л.сек