# Аннотация

В данной работе проведен расчет стального трубопровода для подачи кислорода в цех. Для этого рассчитываются потери напора на трение и на местных сопротивлениях, по имеющимся данным строится характеристика сети для одного трубопровода. Также рассчитано уравнение Бернулли для исходных данных.

Для наглядного отображения графических результатов использован процессор MS Excel. Отчет оформлен в Microsoft Word.

# The summary

In the given work for submission of oxigen calculation of the steel pipeline is lead(carried out) to shop. For this purpose losses of a pressure on friction and on local resistance pay off, on the available data for one pipeline. Also equation Bernoulli for the initial data is designed.

For evident display of graphic results processor MS Excel is used. The report is made out in Microsoft Word.

**Введение**

Под воздухопроводами понимают обычно трубопроводы для воздуха высокого давления (свыше 0,15 ати), подаваемого нагнетателями и компрессорами. Трубопроводы воздуха низкого давления, подаваемого вентиляторами, называют воздуховодами.

Воздухопроводы изготавливаются обычно из стальных шовных (водогазопроводных) или бесшовных горячекатаных труб; иногда применяются стальные холоднотянутые и холоднокатаные трубы. Шовные трубы имеют сравнительно невысокое допускаемое давление (с обычной стенкой должны выдерживать до 20 кгс/см2), поэтому их применяют в неответственных случаях и умеренных давлениях. При прокладке воздухопроводов их сваривают.

Воздуховоды чаще всего бывают сварные или клепанные. При давлении воздуха до 200 – 300 мм их изготовляют из листового железа толщиной от 0,5 – 2 мм и доставляют на место в виде отдельных секций длиной 1 – 3 м. Секции снабжены фланцами и собираются при помощи болтов. Воздуховоды такого типа бывают круглого и прямоугольного сечения (короба). При небольших расходах вентиляторного воздуха, а также при более высоком его давлении воздуховоды изготавливают из стальных труб и делают цельносварными из листовой стали. В ряде случаев воздуховоды делают из кирпича, бетона, железобетона и других материалов (подземные воздуховоды).

В воздухопроводах может допускаться скорость в пределах 5 -20 м/с, но рекомендуются значения скоростей 12 – 15 м/с.

В данной работе будет рассчитан стальной газопровод, с двумя слоями изоляции – огнеупорным, толщиной 50 мм, и асбестовыми хлопьями, толщиной 40 мм, температура наружной поверхности изоляции (по выбору студента) – 700С. В газопроводе протекает газ – кислород (О2), расход кислорода 450м3/мин. Температуру газа принимаем равной 300С. Давление на выходе из воздухопровода (на входе в конвертерный цех) составляет 12 ати.

В ходе гидравлического расчета будет найдено давление на входе, а также построена характеристика сети газопровода.

Данные о коэффициентах сопротивлений, эквивалентная абсолютная шероховатость были взяты из приложений книги А.А.Гальнбека ”Водовоздушное хозяйство металлургических заводов”.

В ходе расчета тепломассообмена будут рассчитаны потери тепла в окружающую среду.

Различают три способа распространения теплоты в природе – теплопроводность, конвекция и тепловое излучение и два вида теплообмена между телами – конвективный и лучистый.

Под конвекцией понимают распространение теплоты в среде с неоднородным распределением температур, осуществляемое макроскопическими элементами жидкости при ее перемещении. Распространение теплоты конвекцией всегда сопровождается теплопроводностью, т.е. молекулярным переносом теплоты.

Тепловое излучение – это излучение, возникающее в результате возбуждения частиц вещества и распространяющееся в пространстве электромагнитными волнами.

Теплообмен, обусловленный совместным действием конвективного и молекулярного переноса теплоты, называют конвективным теплообменом.

При лучистом теплообмене происходит двойное превращение энергии.

# Гидравлический расчет для конкретных данных

## 1)Расчет плотности газа при данном давлении и температуре





Температура и давление газа при нормальных условиях:

То =298 К, po = 1,013·105 Па.

Температура и давление газа:

р = 12 ати = 12·9,81·104 Па = 11,8·105 Па,

Т = 30+273 = 303 К.



## 2) Определение расчетных скоростей на отдельных участках

В данной работе задан объемный расход Q=450м3/мин.

****

Пусть W=12 м/с (рекомендованная скорость газа в кислородопроводе)

Тогда:



Стандартная стальная труба d1 = 0,9м = 900мм.

Расчетная скорость:

,

что также входит в диапазон рекомендованных значений (11~15 м/с)

При расширении задаемся меньшей сокростью

****



Тогда:

Стандартная стальная труба d2 = 1м = 1000мм.

Расчетная скорость:

,

## 3)Определение потерь напора на участках

Для расчета кинематической вязкости необходимо сначала рассчитать динамическую вязкость.

μо = 0,082·10-3 Па·с - динамическая вязкость газа при 0 оС;

T = 303 К - температура газа;

С = 114 - постоянная для кислорода.



Тогда:

,

где ρ – плотность газа, μ – динамическая вязкость газа

***1 участок.*** Для определения режима движения на первом участке рассчитаем число Рейнольдса:



Re1>Reкр (2320), следовательно режим движения турбулентный.

Рассчитаем толщину ламинарного подслоя:



Абсолютная шероховатость ∆=1мм.Тогда ∆ больше δ, имеем область гидравлически шероховатых труб.

Для гидравлически шероховатых труб λ рассчитывается по формуле Никурадзе



Определим коэффициент сопротивления b на первом участке.

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем равными:

Ξвентили = 5\*2=10;

ξповорот на 90 = 4·1,2=4,8;

Следовательно, ∑ξ = 14,8.

Длина первого участка=450м

Таким образом потери на трение составят



Тогда местные потери составят:



***2 участок.*** Для определения режима движения на втором участке рассчитаем число Рейнольдса:



Re2>Reкр=2320, следовательно режим движения турбулентный.

Рассчитаем толщину ламинарного подслоя:



Абсолютная шероховатость ∆=1мм. Тогда ∆ больше δ, имеем область гидравлически шероховатых труб.

Коэффициент трения λ2 определяем по формуле Никурадзе:



Определим коэффициент сопротивления b на втором участке.

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем равными:

ξвентиля =5.

ξповорот на 90 = 1,2;

ξрезкое расширение = .

Длина второго участка 

Таким образом потери на трение составят



Тогда местные потери составят:



Общие потери составят



4) Уравнения Бернулли и определение давления на входе

При заданном давлении на выходе уравнение Бернулли позволяет определить давление на входе, которое необходимо знать для построения характеристики сети.

Уравнение Бернулли для изотермического процесса:



Выберем два сечения 1-1 и 2-2, для них  Будем исходить из того что режим у нас изотермический T=const. Также учтем .

Тогда уравнение примет вид:



Подставляем известные значения, для этого необходимо перевести давление из ати в Па, т.е. р = 12 ати = 12·9,81·104 Па = 11,8·105 Па,

Т = 30+273 = 303 К.



Т.е. водород необходимо подавать в сеть под давлением 12,08 ати чтобы потребляемое давление было 16,1 ати, что в Па не составляет шести процентов от Рнач. Следовательно нужно пересчитать потери и изменить скорость подачи кислорода для получения нужного результата.

## 1)Расчет плотности газа при данном давлении и температуре





Температура и давление газа при нормальных условиях:

То =298 К, po = 1,013·105 Па.

Температура и давление газа:

р = 12 ати = 12·9,81·104 Па = 11,8·105 Па,

Т = 30+273 = 303 К.



## 2) Определение расчетных скоростей на отдельных участках

В данной работе задан объемный расход Q=450м3/мин.

****

Пусть W=15 м/с (рекомендованная скорость газа в кислородопроводе)

Тогда:



Стандартная стальная труба d1 = 0,8м = 800мм.

Расчетная скорость:

,

что также входит в диапазон рекомендованных значений (12~15 м/с)

При расширении задаемся меньшей сокростью

****



Тогда:

Стандартная стальная труба d2 = 0,9м = 900мм.

Расчетная скорость:

,

что также почти входит в диапазон рекомендованных значений (12~15 м/с)

## 3)Определение потерь напора на участках

Для расчета кинематической вязкости необходимо сначала рассчитать динамическую вязкость.

μо = 0,082·10-3 Па·с - динамическая вязкость газа при 0 оС;

T = 303 К - температура газа;

С = 114 - постоянная для кислорода.



Тогда:

,

где ρ – плотность газа, μ – динамическая вязкость газа

***1 участок.*** Для определения режима движения на первом участке рассчитаем число Рейнольдса:



Re1>Reкр (2320), следовательно режим движения турбулентный.

Рассчитаем толщину ламинарного подслоя:



Абсолютная шероховатость ∆=1мм.Тогда ∆≤δ имеем область гидравлически гладких труб.

Для гидравлически гладких труб λ рассчитывается по формуле Блазиуса:



Определим коэффициент сопротивления b на первом участке.

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем равными:

Ξвентили = 5\*2=10;

ξповорот на 90 = 4·1,2=4,8;

Следовательно, ∑ξ = 14,8.

Длина первого участка=450м

Таким образом потери на трение составят



Тогда местные потери составят:



***2 участок.*** Для определения режима движения на втором участке рассчитаем число Рейнольдса:



Re2>Reкр=2320, следовательно режим движения турбулентный.

Рассчитаем толщину ламинарного подслоя:



Абсолютная шероховатость ∆=1мм. Тогда ∆ больше δ, имеем область гидравлически шероховатых труб.

Коэффициент трения λ2 определяем по формуле Никурадзе:



Определим коэффициент сопротивления b на втором участке.

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем равными:

ξвентиля =5.

ξповорот на 90 = 1,2;

ξрезкое расширение = .

Длина второго участка 

Таким образом потери на трение составят



Тогда местные потери составят:



Общие потери составят 

4) Уравнения Бернулли и определение давления на входе

При заданном давлении на выходе уравнение Бернулли позволяет определить давление на входе, которое необходимо знать для построения характеристики сети. Уравнение Бернулли для изотермического процесса:



Выберем два сечения 1-1 и 2-2, для них  Будем исходить из того что режим у нас изотермический T=const. Также учтем .

Тогда уравнение примет вид:



Подставляем известные значения, для этого необходимо перевести давление из ати в Па, т.е. р = 12 ати = 12·9,81·104 Па = 11,8·105 Па,

Т = 30+273 = 303 К.



Т.е. водород необходимо подавать в сеть под давлением 12,08 ати чтобы потребляемое давление было 19,2 ати.

## 5)Построение характеристики сети

Для построения характеристики сети необходимо вычислить коэффициент b, из формулы

 имеем , где



, где 

Уравнение напорной характеристики сети записывается следующим образом:

H=a+(c+b)·Q2, где 

-коэффициент сопротивления трубопровода.

.

Теперь необходимо построить график H(Q), построение выполняем в Microsoft Excell. Характеристика сети показана на рисунке .

Для данного трубопровода уравнение характеристики сети имеет вид:



**Заключение**

В данном курсовом проекте был рассчитан стальной кислородопровод от кислородной станции до конвертерного цеха. В гидравлическом расчете было определено значение давления на входе P=12,08 ати и построена характеристика сети кислородопровода, представлен её график.

Для данной сети коэффициент трения 0,026<λ<0,142, коэффициент местных потерь ξ может быть легко изменен с помощью дроссельных устройств: вентилей, кранов и пр.