Содержание

Введение

1. Тепловые нагрузки на отопление зданий

2. Гидравлический расчет трубопроводов тепловых сетей

3. Расчет участков с компенсацией тепловых напряжений

3.1 Расчет участков самокомпенсации без учета гибкости отводов

3.2 Расчет П-образных компенсаторов с гладким отводом

4. Расчет нагрузок на опоры

4.1 Расчет нагрузок на подвижные опоры

4.2 Расчет нагрузок на неподвижные опоры

Введение

В данной курсовом проекте выполнены проектные работа по прокладке трубопроводов тепловых сетей для теплоснабжения микрорайона города с расчетной температурой наружного воздуха tн= - 30°С.

Потребителями тепла являются жилые дома и здания школы. Теплоснабжение микрорайона осуществляется от существующего центрального теплового пункта (ЦТП). Теплоноситель подается потребителями от ЦТП по двух трубной сети для нужд отопления и вентиляции. Система теплоснабжения закрытая, с качественным регулированием теплоотдачи нагревательных приборов. Местные системы отопления присоединены к тепловым сетям по зависимой схеме.

В качестве теплоносителя принята вода со следующими параметрами: температура воды в подающем трубопроводе t1=+95°С, температура воды в обратном трубопроводе t2=+70°С.

Прокладка тепловых сете принята подземная в непроходном канале. Приняты каналы марки КЛп 90×45, КЛп 60×45. Трубопроводы в канале уложены на подвижные опоры, которые воспринимают все трубопроводас теплоносителем и изоляцией и передают его на опорные подушки. В качестве подвижных опор приняты скользящие опоры типа Т13 серии 4.903-10.

Для восприятия усилий, возникающих в результате температурных деформаций, на трубопроводах теплосети установлены неподвижные опоры, которые фиксируют положение трубопровода в определенных точках. В качестве неподвижных опор приняты лобовые опоры типа Т14 серии 4.903-10.

В качестве тепловой изоляции приняты прошивные маты из стеклянного штапельного волокна (δн=50мм) с покровным слоем из стеклопластика рулонного РСТ. Перед нанесением тепловой изоляции выполнена антикоррозионная защита трубопровода.

В местах установки арматуры и ответвлений к потребителям выполнены теплофикационные камеры из сборного железобетона.

Компенсация температурных деформаций осуществляется с помощью естественных поворотов трасс тепловой сети и устройством П-образных компенсаторов. Для устройства тепловых сетей используются электросварные трубы из стали 20 группы В, ГОСТ 10704-90. В местах ответвлений к потребителям и на вводах в здания на трубах устанавливаются фланцевые задвижки.

Для спуска воды в низших точках тепловых сетей установлены стальные вентили с отводом спускных вод в специальные колодцы с последующим выводом данных вод в канализацию.

1. Расчет тепловой нагрузки на отопление зданий

Тепловую нагрузку на отопление жилых и общественных зданий определяем по формуле:

Q=q0·Vн(tв-tн)·η·η1

где η – поправка на расчетную температуру наружного воздуха tн;

η1 – поправка на потери, η1=1,07;

q0 – отопительная удельная тепловая характеристика;

Vн – объем здания по внешнему обмеру;

tн – расчетная температура наружного воздуха на отопление;

tв – расчетная температура внутреннего воздуха

По формуле определяем максимальный тепловой поток на отопление каждого жилого и общественного здания в квартале:

Q пятиэтажного дома=0,46×20000×(18-(-30))×1×1,07=472000 Вт

Q девятиэтажного дома=0,46×35000×(18-(-30))×1×1,07=826000 Вт

Q двенадцатиэтажного дома=0,46×43000×(18-(-30))×1×1,07=1015000 Вт

Q д/с = 0,4×23000×(20-(-30))×1×1,07=492000 Вт

Q школа = 0,38×25000×(16-(-30))×1×1,07=467000 Вт

Расчетный расход теплоносителя

G0=Q/1,16 × (t1 – t2),

Где Q – тепловая нагрузка на отопление, Вт

t1 – температура теплоносителя в подающей магистрали, t1=95°С;

t2 – температура теплоносителя в обратной магистрали, t2=70°С;

уч. 1-2 G0 = 3272000/1,16 × (95 – 70) = 70,52 т/ч

уч. 2-3 G0 = 2446000/1,16 × (95 – 70) = 52,72 т/ч

уч. 3-4 G0 = 1974000/1,16 × (95 – 70) = 42,54 т/ч

уч. 4-5 G0 = 1482000/1,16 × (95 – 70) = 31,94 т/ч

уч. 5-6 G0 = 1015000/1,16 × (95 – 70) = 21,88 т/ч

уч. 2-2' G0 = 826000/1,16 × (95 – 70) = 17,81 т/ч

уч. 3-3' G0 = 472000/1,16 × (95 – 70) = 10,17 т/ч

уч. 4-4' G0 = 492000/1,16 × (95 – 70) = 10,6 т/ч

уч. 5-5' G0 = 467000/1,16 × (95 – 70) = 10,06 т/ч

По расходу теплоносителя по гидравлическим таблицам определяем диаметр трубопровода участка, удельный перепад давлений, скорость движения теплоносителя.

Приведенная длина участка определяется по формуле:

Lпр = L×(1+α)

где Lпр – приведенная длина участка, м;

L – длина участка по плану, м;

α – коэффициент для определения суммарных эквивалентных длин местных сопротивлений. Принимается по СНиП 2.04.07-86 Тепловые сети; приложение 6.

Для диаметра труб < 150 мм α = 0,3

Для диаметра труб > 200 мм α = 0,4

Потери давления на рассматриваемом участке определяем по формуле:

ΔPi = R×Lпр

где ΔPi – потери давления на рассматриваемом участке, Па;

R – удельные потери давления на рассматриваемом участке, Па;

Lпр – приведенная длина рассматриваемого участка, м.

2. Гидравлический расчет трубопроводов тепловых сетей

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов, потерь давления в трубопроводах, пропускной способности, давлений в различных точках сети, увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах, подбор насосов и другого оборудования тепловых сетей, предназначенных для транспортирования теплоносителя.

Таблица 1. Гидравлический расчет основной расчетной магистрали тепловой сети

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участок | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 |
| Расход теплоты Q, Вт | 3272000 | 2446000 | 1974000 | 1482000 | 1015000 |
| Расход теплоносителя G, т/ч | 70,5 | 52,7 | 42,5 | 31,9 | 21,9 |
| Условные диаметры dy, мм | 150 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Наружные диаметры dн×S, мм | 159×4,5 | 133×3,5 | 133×3,5 | 133×3,5 | 133×3,5 |
| Длина участка по плану L, м | 8 | 45 | 50 | 48 | 50 |
| Коэффициент α | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Приведенная длина Lпр = L×(1+α), м | 11 | 59 | 65 | 62 | 65 |
| Скорость движения теплоносителя ν, м/с | 1,15 | 1,16 | 0,98 | 0,74 | 0,51 |
| Удельная потеря давления R(i), Па/м | 113,38 | 145,46 | 102,64 | 59,58 | 28,16 |
| Потеря давления на участке ΔPi = R×Lпр, Па | 1247,18 | 8582,14 | 6671,6 | 3693,96 | 1830,4 |
| Суммарные потери давления, ∑ΔPi, Па | 1247,18 | 9829,32 | 16500,92 | 20194,88 | 22025,28 |

Таблица 2. Гидравлический расчет боковых ответвлений подающих трубопроводов тепловой сети

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Участок | 2-2' | 3-3' | 4-4' | 5-5' |
| Расход теплоты Q, Вт | 826000 | 472000 | 492000 | 467000 |
| Расход теплоносителя G, т/ч | 17,81 | 10,17 | 10,6 | 10,06 |
| Условные диаметры dy, мм | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Наружные диаметры dн×S, мм | 89×3,5 | 89×3,5 | 89×3,5 | 89×3,5 |
| Длина участка по плану L, м | 52 | 45 | 47 | 44 |
| Коэффициент α | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Приведенная длина Lпр = L×(1+α), м | 67 | 59 | 61 | 57 |
| Скорость движения теплоносителя ν, м/с | 0,94 | 0,54 | 0,56 | 0,54 |
| Удельная потеря давления R(i), Па/м | 162,94 | 53,2 | 58,66 | 53,2 |
| Потеря давления на участке ΔPi = R×Lпр, Па | 10916,98 | 3138,8 | 3578,26 | 3032,4 |
| Суммарные потери давления, ∑ΔPi, Па | 10916,98 | 14055,78 | 17634,04 | 20664,44 |
| Невязка %  Диаметр шайб dш, мм | 50%  46 мм | 36%  38 мм | 20%  45 мм | 6%  58 мм |

Примечание: В тепловых сетях диаметр труб не зависимо от расчетного расхода теплоносителя должен приниматься не менее 32 мм.

Расчет Невязки.

Расчет Невязки проводим следующим образом:

1. на участке 2-2'

× 100 = × 100 = 50%



1. на участке 3-3'

× 100 = × 100 = 36%



1. на участке 4-4'

× 100 = × 100 = 20%



1. на участке 5-5'

× 100 = × 100 = 6%



Расчет диаметра дроссельных шайб.

Дроссельные шайбы изготавливаются из 2-3 миллиметровой стали и устанавливаются между фланцами двух задвижек на подоющем трубопроводе. Делается это для того, чтобы можно было сменить шайбу, не спуская воду из системы. Предназначение дроссельных шайб – поглощение избыточных напоров на абонентских вводах для того, чтобы концевые здания не испытывали недостаток этого напора. В зданиях, где на вводах имеется недостаток напора, возникает вялая циркуляция сетевой воды в системе отопления, здания не дополучают теплоту для поддержания заданной температуры в отапливаемых помещениях.

Расчет диаметра дроссельных шайб производится по формуле:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

dш = 11,3×



где dш – диаметр дроссельных шайб, мм;

G – расход теплоносителя на участке, т/ч;

Н – избыточный напор на абонентском вводе, м.вод.ст.

Производим расчет избыточных напоров боковых ответвлений подающих трубопроводов тепловых сетей.

Н2-2' = = 22025,28 – 10916,98 = 11108,3 Па = 1,11м.вод.ст.



Н3-3' = = 22025,28 – 14055,78 = 7969,5 Па = 0,79 м.вод.ст.



Н4-4' = = 22025,28 – 17634,04 = 4391,2 Па = 0,44 м.вод.ст.



Н5-5' = = 22025,28 – 20664,44 = 1360,8 Па = 0,14 м.вод.ст.



Расход теплоносителя на расчетном участке берем из таблицы 2. исходя из имеющихся данных, производим расчет диаметра дроссельных шайб.

а) на участке 2-2' невязка составила 50%, поэтому устанавливаем дроссельную шайбу:

dш (2-2') = 11,3× = 11,3 × = 46 мм



б) на участке 3-3' невязка составила 36%, поэтому устанавливаем дроссельную шайбу:

dш (3-3') = 11,3× = 11,3 × = 38 мм



в) на участке 4-4' невязка составила 20%, поэтому устанавливаем дроссельную шайбу:

dш (4-4') = 11,3× = 11,3 × = 45 мм

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9



г) на участке 5-5' невязка составила 6%, поэтому устанавливаем дроссельную шайбу:

dш (5-5') = 11,3× = 11,3 × = 58 мм



Следует помнить, что регулировка систем отопления зданий с помощью дроссельных шайб достигается в том случае, когда шайбы будут рассчитаны и установлены на вводах всех отапливаемых зданий жилого района. Кроме того, чтобы не происходило засорение отверстий шайб взвешенными частицами, нужно обязательно перед шайбами врезать штуцер с вентилем для удаления скопившейся грязи около шайб. Расстояние между продувочным штуцером и шайбой должно быть не более 50 мм. Из-за значительного гидравлического сопротивления установка грязевиков перед шайбами не предусматривается. Размер отверстий шайб не должен быть менее 25 мм. Шайбы у станавливают после задвижек и вентилей по ходу теплоносителя.

3. Расчет участков с компенсацией тепловых напряжений

С целью устранения деформаций, возникающем при тепловом удлинении трубопроводов, применяются гнутые или сальниковые компенсаторы, а также используются местные повороты трассы для естественной компенсации (самокомпенсации). Назначение компенсаторов – разгружать трубы от тепловых напряжений.

3.1 Расчет участков самокомпенсации без учета гибкости отводов

Длину плеч трубопроводов на участках с естественной компенсацией следует принимать не более 20-25 м с проверкой продольного изгибающегося напряжения в заделке короткого плеча компенсатора δ≤8кгс/мм2 по номограмме справочного приложения А.

= (кгс/мм2



где /107 – вспомогательные величины, определяемые по таблице;



При расчетах сначала определяем соотношение плеч гнутого компенсатора по формуле:

n=,



где n – соотношение плеч гнутого компенсатора;

L1 – длина большого плеча, м;

L2 – длина короткого плеча, м;

n = = 1,1



с – безразмерный коэффициент определяемый по номограмме в зависимости от n; с=5

/107 = 0,0319 кгс м/м2



Определяем разность температур теплоносителя в подающем трубопроводе и температуры металла трубы по формуле:

Δt = t1 – tн.в,

где Δt – разность температур теплоносителя в подающем трубопроводе и температуры металла трубы, °С;

t1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, t1 = 95 °С;

tн.в. – температура металла, равная расчетной температуре наружного воздуха для отопления, tн.в. = -30 °С.

Δt = 95-(-30) = 125 °С

= 0,0319(125/24)•5 = 0,83 < 8 кгс/мм2



Участок 5-6 может быть использован для самокомпенсации.

3.2 Расчет П-образных компенсаторов с гладкими отводами

П-образные компенсаторы устанавливаются справа по ходу движения теплоносителя, на прямолинейных участках трубопроводов без ответвлений между неподвижными опорами. Гнутые П-образные компенсаторы монтируются с предварительной растяжкой на величину, равную половине теплового удлинения трубопровода.

Величину полного теплового удлинения расчетного участка подающего трубопровода определяем по формуле:

ΔL1 = α×L×(t1 – tн.в.)

где ΔL1 – величина полного теплового удлинения расчетного участка подающего трубопровода, мм; α – средний коэффициент линейного расширения трубной стали при нагреве от 0 °С до расчетной температуры, α = 0,012 мм/(м×°С); L – длина рассматриваемого участка трубопровода, м;

t1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, t1 = 95 °C;

Величину теплового удлинения расчетного участка подающего трубопровода с учетом предварительной растяжки компенсатора определяем по формуле:

ΔLраст.1 = ΔL1×ε,

где ΔLраст.1 - величина теплового удлинения расчетного участка подающего трубопровода с учетом предварительной растяжки компенсатора, мм; ΔL1 - величина полного теплового удлинения расчетного участка подающего трубопровода, мм; ε – коэффициент, учитывающий релаксацию компенсационных напряжений и предварительную растяжку компенсатора в размере 50% полного теплового удлинения при температуре теплоносителя t1≤400 °C.

Величину полного теплового удлинения расчетного участка обратного трубопровода определяем по формуле:

ΔL2 = α×L×(t2 – tн.в)

где ΔL2 - Величина полного теплового удлинения расчетного участка обратного трубопровода, мм; α – средний коэффициент линейного расширения трубной стали при нагреве от 0 °С до расчетной температуры, α = 0,012 мм/(м×°С); L – длина рассматриваемого участка трубопровода, м;

t2 – температура в обратном трубопроводе, t2 = 70 °С;

Величину теплового удлинения расчетного участка обратного трубопровода с учетом предварительной растяжки компенсатора определяем по формуле:

ΔLраст.2 = ΔL2×ε,

где ΔLраст.2 - величина теплового удлинения расчетного участка обратного трубопровода с учетом предварительной растяжки компенсатора, мм; ΔL2 - Величина полного теплового удлинения расчетного участка обратного трубопровода, мм; ε – коэффициент, учитывающий релаксацию компенсационных напряжений и предварительную растяжку компенсатора в размере 50% полного теплового удлинения при температуре теплоносителя t1≤400 °C.

Произведем подбор П-образных компенсаторов

Компенсатор №1



Компенсатор №2

ø = 89×3,5 L = 47 м

Для подающего трубопровода:

ΔL1 = 0,012×47×(95-(-30)) = 70,5 мм

ΔLраст.1 = 1/2× ΔL1 = 1/2×70,5 = 35,25 мм

Т1 Н=1,1 м В=0,7 м

Для обратного трубопровода:

ΔL1 = 0,012×47×(70-(-30)) = 56,4 мм

ΔLраст.1 = 1/2×ΔL1 = 1/2×56,4 = 28,2 мм

Т2 Н=1,2 м В=1,1 м

Компенсатор №3

Ø=133×3,5 L = 48 м

Для подающего трубопровода:

ΔL1 = 0,012×48×(95-(-30)) = 72 мм

ΔLраст.1 = 1/2 ×37,44 = 36 мм; Т1 Н=1,6 м В=1,7 м

Для обратного трубопровода:

ΔL1 = 0,012×48×(70-(-30)) = 57,6 мм

ΔLраст.1 = 1/2×57,6 = 28,8 мм; Т2 Н=1,4 м В=1,6 м

Компенсатор №4

Ø 89×3,5 L = 44 м

Для подающего трубопровода:

ΔL1 = 0,012×44×(95-(-30)) = 66 мм

ΔLраст.1 = 1/2×66 = 33 мм

Т1 Н=1,2 м В=1,4 м

Для обратного трубопровода:

ΔL1 = 0,012×44×(70-(-30)) = 52,8 мм

ΔLраст.1 = 1/2×52,8 = 26,4 мм

Т1 Н=1,1 м В=1,2 м.

4. Расчет нагрузок на опоры

4.1 Расчет нагрузок на подвижную опору

Подвижные опоры воспринимают вес трубопровода с теплоносителем и изоляцией и передают его на опорные подушки. Для того, чтобы при тепловом удлинении трубы свободно могли перемещаться, подвижные опоры устанавливают между неподвижными на некотором нормированном расстоянии, зависящем от диаметра трубопровода.

Вертикальную нормативную нагрузку на подвижные опоры труб определяем по формуле:

Fв=q×a×g,

где Fв - Вертикальная нормативная нагрузка на опору трубы, Н;

q – вес 1 пог.м. трубопровода, включающий вес трубы, теплоизоляции конструкции и воды, кг. Применяется по таблице;

а – максимальный пролет между подвижными опорами, м. Принимается по таблице;

g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м/с2.

Горизонтальную нагрузку нормативную нагрузку на подвижные опоры труб от сил трения определяем по формуле:

Fг=μ×q×a×g,

где Fг - Горизонтальная нормативная нагрузка на опору трубы, Н;

q – вес 1 пог.м. трубопровода, включающий вес трубы, теплоизоляции конструкции и воды, кг. Применяется по таблице;

а – максимальный пролет между подвижными опорами, м. Принимается по таблице;

g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м/с2.

μ – коэффициент трения в опорах при перемещении опоры в доль оси трубопровода. Принимается по СНиП 2.04.07-86 "Тепловые сети, приложение 8, таблица 1". В качестве подвижных опор выбираем скользящие опоры.

Участок 1-2

ø 133×3,5 прокладка подземная

q = 240,8 H а = 4,5 м

Fв = 1083,9 Н

Fг = 325,2 Н

Участок 2-3

ø 133×3,5 прокладка подземная

q = 240,8 H а = 4,5 м

Fв = 1083,9 Н

Fг = 325,2 Н

Участок 2-2'

ø 89×3,5 прокладка подземная

q = 128,7 H a = 3,5 м

Fв = 450,5 H

Fг = 135,1 H

Участок 3-3'

ø 89×3,5 прокладка подземная

q = 128,7 H a = 3,5 м

Fв = 450,5 H

Fг = 135,1 H

Участок 5-6

ø 133×3,5 прокладка подземная

q = 240,87 H a = 4,5 м

Fв = 1083,9 H

Fг = 325,2 H

4.2 Расчет нагрузки на неподвижные опоры

Неподвижные опоры фиксируют положение трубопровода в определенных точках, делят трубопроводы тепловой сети на независимые в отношении температурных изменений участка и воспринимают усилия, возникающих в трубопроводах этих участков при разных схемах компенсации тепловых напряжений.



Т.к. данная опора является концевой, то горизонтальные осевые нагрузки определяем по сумме сил, действующих на опору с одной стороны:

Fг.о = Рк + μ × q × L2

где Fг.о – осевая горизонтальная нагрузка на неподвижную опору, Н;

Рк – сила упругой деформации П-образного компенсатора, кгс;

μ – коэффициент трения в опорах при перемещении опоры в доль оси трубопровода. Принимается по СНиП 2.04.07-86 "Тепловые сети, приложение 8, таблица 1". В качестве подвижных опор выбираем скользящие опоры;q – вес 1 пог.м. трубопровода, включающий вес трубы, теплоизоляции конструкции и воды, кг.

L2 – длина между неподвижными опорами,м.

Fг.о = 170 + 0,3 × 24 × 24 = 3428 Н

Выбираем конструкцию опоры. ø 133×3,5