**Содержание**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

ЭП-561.07.00ПЗ

Разраб.

Подгурский

Провер.

Сабирова

Реценз.

Н. Контр.

Утверд.

Гидравлический расчет радиальной двухтрубной тепловой сети с центральным качественным регулированием отпуска теплоты

Лит.

Листов

10

МГТУ Кафедра ЭиТ

Расчет графика температур…………………………………………………………………….3

Расчет расходов теплоносителя на отопление и горячее водоснабжение………………….5

Гидравлический расчет радиальной двухтрубной тепловой сети с центральным качественным регулированием отпуска тепла………………………………………………..7

Приложение…………………………………………………………………………………….13

Список литературы…………………………………………………………………………….14

Параметры системы теплоснабжения:

* система теплоснабжения – закрытая, двухтрубная, зависимая;
* температурный график – 115/65;
* температура сетевой воды на входе в отопительные приборы потребителей – 95 оС(смешение отсутствует);
* температура горячей воды, подаваемой потребителям – 60 оС;
* температура холодной воды – 5 оС;

**Расчет и построение графиков температур**

#### 1. Определение расчетной разности температур в тепловой сети Δτо’, оС:

**,

где *τо1*’- температура воды в подающем трубопроводе в расчетном режиме, оС;

*τо2*’- температура воды в обратном трубопроводе в расчетном режиме, оС.

** оС.

#### 2. Определение температурного напора Δ tо’, оС:

**,

где *τо3*’= 95 оС – температура сетевой воды на входе в отопительные приборы потребителей.

*tвр3* = 18 оС – внутренняя расчетная температура отапливаемых помещений

** оС.

*3. Определение расчетной разности температур на входе и выходе отопительных приборов,* *θо’, оС*:

θ*о*’ = *τо3*’- *τо2*’= 95 – 65 = 30 оС.

*4. Расчет температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе при качественном регулировании:*

*τо1* = *tвр* + Δ*tо*’*0,8* + (Δ*τо*’ – 0,5 θ*о*’) ,



*τо2* = *tвр* + Δ*tо*’*0,8* – 0,5 θ*о*’,



*τо3* = *tвр* + Δ*tо*’*0,8* + 0,5 θ*о*’,



где = (*tвр* – *tн*) / (*tвр* – *tно*) – относительная отопительная нагрузка;



*tн* – текущая температура наружного воздуха.

Задаваясь текущей температурой наружного воздуха будем определять , τ*о1*, τ*о2* и τ*о3* до тех пор, пока температура сетевой воды в прямом трубопроводе τ*о1* не станет равной 65 оС. Определяем температуру точки излома, в которой τ*о1*= 65 оС. Температура точки излома – *tиз* = 1,9 оС.



Действительная температура воздуха внутри отапливаемых помещений при *tн* > *tиз* будет больше, чем требуется.

Пример расчета.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

ЭП-561.07.00ПЗ

Определяем температуру точки излома:



** оС

**0,5 θ*о*’=65-0,5\*30\*0,435=43оС



**Расчет расходов теплоносителя на отопление и горячее водоснабжение**

#### 1. Определение расчетного расхода теплоносителя на отопление, Gот, т/ч:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

ЭП-561.07.00ПЗ

,

где *Qот* – отопительная нагрузка потребителя, Гкал/ч;

*τо1*’- температура воды в подающем трубопроводе в расчетном режиме, оС;

*τо2*’- температура воды в обратном трубопроводе в расчетном режиме, оС.

Для потребителя №1 расход на отопление составит:

, т/ч

Аналогично рассчитываются расходы для остальных потребителей. Результаты заносятся в таблицу Ведомость.

#### 2. Определение расчетного расхода теплоносителя на горячее водоснабжение, Gгв, т/ч:

Определяющим критерием для выбора схем присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения в закрытых системах ЦТ было принято соотношение максимальных нагрузок горячего водоснабжения  и отопления .



Так при их соотношении:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

применяют одноступенчатую последовательную схему с предвключенным или параллельно включенным подогревателем (детские сады, административные и общественные здания с небольшой нагрузкой ГВС);

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

применяют двухступенчатые смешанные или последовательные схемы (жилые микрорайоны, небольшие промпредприятия и др.). В этих схемах подогреватель ГВС разделен на две ступени, в каждой из которых обычно содержится по три-шесть секций;

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

применяют одноступенчатую параллельную схему (в банях, прачечных, крупных гостиницах и промышленных предприятиях с сосредоточенной нагрузкой ГВС).

При параллельной схеме подключения подогревателей:

,

где *Qгв* – нагрузка потребителя на горячее водоснабжение, Гкал/ч;

 – температура воды в подающем трубопроводе в точке излома температурного графика, = 65 оС;

 – температура воды после подогревателя горячего водоснабжения при расчетной нагрузке горячего водоснабжения; предварительно можно принять = 25-30 оС.

Для потребителя №1 расход на горячее водоснабжение составит:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

ЭП-561.07.00ПЗ

, т/ч

Аналогично рассчитываются расходы для остальных потребителей. Результаты заносятся в таблицу Ведомость.

При смешанной схеме подключения подогревателей:

, где

; 

- при зависимой схеме присоединения отопительной установки к тепловой сети

- температура обратной воды после отопительной установки в точке излома температурного графика

 - температура горячей воды после подогревательной установки ГВС

 - температура холодной водопроводной воды

**Гидравлический расчет радиальной двухтрубной тепловой сети с центральным качественным регулированием отпуска тепла**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

ЭП-561.07.00ПЗ

Исходная информация

1. Расчетная схема теплоснабжения проектируемой или существующей сети (или топографический план в М 1:500).

2. Температурный график качественного регулирования.

3. Информация обо всех потребителях:

2.1. Нагрузки в Гкал/час на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.

2.2. Проектируемая или существующая схема присоединения систем теплопотребления (т.е. зависимая, независимая, непосредственный водоразбор, закрытая схема).

2.3. Геодезические отметки объектов – потребителей относительно уровня моря (по Балтийской системе) или относительно котельной.

2.4. Высота местной системы отопления (или требуемый напор для заполнения местной системы отопления).

4. Геодезические отметки характерных точек проектируемой или существующей тепловой сети (т.е. источников тепла, тепловых камер, насосных, узлов автоматики и т.п.).

5. Основные конструктивные размеры трубопроводов для каждого участка тепловой сети: внутренний диаметр (*если проектируется новая сеть, то диаметры в дальнейшем определяются исходя из максимальных расчетных расходов теплоносителя по данному участку тепловой сети*), протяженность участка.

Порядок расчета

1. Определяем требуемые максимальные расчетные расходы теплоносителя для каждого потребителя (на отопление, ГВС, вентиляцию и суммарную) в зависимости от температурного графика тепловой сети, схемы присоединения его систем теплопотребления и сводим информацию обо всех потребителях в Ведомость тепловых нагрузок.

2. Наносим на расчетную схему тепловой сети для каждого потребителя величины суммарных расходов на все системы теплопотребления.

3. Определяем расходы на всех участках расчетной схемы теплосети, «собирая» расходы от конечных потребителей до источника тепла, и записываем их в соответствующие поля ёлочек гидравлического расчета. Одновременно нумеруем все участки.

4. Определяем для каждого участка рассчитываемой тепловой сети ниже приведенные параметры и записываем их в общую таблицу гидравлического расчета:

4.1. Диаметр трубопровода (в данном случае определяем его по величине допустимых удельных потерь напора по длине трубопровода 75 Па/м по номограммам из справочника Манюка [3] при полученном в п.3 расходе для каждого участка).

4.2. Длина участка (берется из расчетной схемы, которая должна быть дана по заданию).

4.3. СКМС (Суммарный коэффициент местных сопротивлений рассчитываемого участка тепловой сети) в таблице «Мест. сопр.», в данном случае заполнять не требуется.

4.4. Расход сетевой воды (берется из п. 3 для каждого участка).

Пример расчета для участка сети а – П23

Скорость воды, усредненная по сечению трубы, м/с:

м/с

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

ЭП-561.07.00ПЗ

где *G* - расход теплоносителя по участку трубопровода тепловой сети, т/ч;

*ρ* - плотность теплоносителя при средней расчетной температуре теплоносителя, принимаем *ρ = 958 кг/м3*;

*Dвн* - внутренний диаметр трубопровода участка тепловой сети, м.

Удельные потери напора, мм/м:



где *υ* - скорость теплоносителя, м/с;

*Dвн* - внутренний диаметр трубопровода участка тепловой сети, м;

*λ* - коэффициент гидравлического трения по формуле Прандтля-Никурадзе (для квадратичной зоны, в которой преимущественно работают тепловые сети):

,

где *kэ* - коэффициент эквивалентной шероховатости нового трубопровода, принимаем *kэ = 0,5 мм*.

- коэффициент шероховатости тепловых сетей, принимаем *k = 0,7 мм*;

- поправочный коэффициент *β* к вычисленным удельным потерям, определяется по [5], Таблица 4.14, с. 185 в зависимости от диаметра и шероховатости;

- удельные потери напора для рассчитываемого участка тепловой сети (для одной трубы) с учетом поправочного коэффициента *β*,

,

- линейные потери напора на участке теплосети

,

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

ЭП-561.07.00ПЗ

где *L* - длина рассматриваемого участка тепловой сети, м.

- местные потери напора на рассматриваемом участке тепловой сети, мм:

,

где *Σξ* - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Принимаем, что доля местных потерь напора составляет:



- суммарные потери напора на рассматриваемом участке теплосети:



Все определенные выше величины заносятся в Таблицу 2.

- потери напора на двух трубопроводах тепловой сети (т.е. на подающем и обратном), м:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

ЭП-561.07.00ПЗ



- потери напора в конце рассматриваемого участка тепловой сети от источника тепла, учитывая потери на предыдущих участках *ΔHот ист.*, м:

,

где  - потери напора на рассматриваемом участке теплосети, м;

- потери напора на предыдущем участке теплосети, м.

Аналогичным образом рассчитываются все вышеуказанные величины для всех участков рассчитываемой тепловой сети.

5. Проанализировав полученные потери напора в конце участков тепловой сети у потребителей, определяется потребитель – участок тепловой сети, потери напора в конце которого будут наибольшими. На основе этой величины потери напора и требуемого располагаемого напора у данного потребителя определяется величина располагаемого напора, которую необходимо поддерживать на источнике тепла - , м.



6. Определяется располагаемый напор в конце каждого участка тепловой сети, м:



7. Все определенные выше величины заносятся в Таблицу 3.

8. Строится пьезометрический график для магистрали рассматриваемой тепловой сети.

**Список литературы**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

ЭП-561.07.00ПЗ

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: МЭИ, 1999. – 472с.: ил.
2. Манюк В. И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. – 3-е изд., перераб., доп. – М.: Стройиздат, 1988.