Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации

Саратовский государственный технический университет

# Кафедра “Теплогазоснабжение и вентиляция ”

## **ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ МИКРОРАЙОНА**

# Расчётно-пояснительная записка к курсовой работе

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил студент |  |
| Руководитель проекта: | Доцент, к.т.н. |

Саратов-2006

**Реферат**

Пояснительная записка – 22 страниц, 4 рисунка, 4 таблицы, 7 источников.

РАСХОД, ТЕМПЕРАТУРА, РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ, ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Объёктом разработки является жилой микрорайон.

Цель работы – проектирование и расчёт системы теплоснабжения микрорайона с разработкой чертежей и спецификаций.

В результате проектирования должны быть разработаны планы тепловых сетей и схемы трубопроводов, произведён гидравлический расчёт тепловых сетей, построены температурный, расходный и пьезометрический графики тепловых сетей, составлена спецификация оборудования и материалов.

#### Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| Реферат | 2 |
| Введение | 4 |
| Исходные данные | 5 |
| 1. Определение расчётных тепловых нагрузок, построение графика теплового потребления | 6 |
| 2. Расчёт и построение графика регулирования отпуска теплоты | 9 |
| 3. Определение расчётных расходов сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение | 11 |
| 4.Гидравлический расчёт | 12 |
| 5. Пьезометрический график | 15 |
| 6. Тепловой расчет | 16 |
| 7. Подбор сетевых и подпиточных насосов | 18 |
| 8. Подбор компенсаторной ниши и лоткового канала | 19 |
| Заключение | 20 |
| Список использованной литературы | 21 |
| Приложения | 22 |

#### Введение

Теплоснабжение – подача тепловой энергии в виде горячей воды или пара к потребителям. Тепло подаётся по специальным трубопроводам – тепловым сетям. Тепловые сети делятся на магистральные, прокладываемые на главных направлениях населённого пункта, распределительные – внутри квартала, микрорайона и ответвления к зданиям.

Тепло может подаваться потребителям в систему отопления, вентиляции, горячего водоснабжения двумя путями:

* централизованно;
* децентрализованно.

Централизованно, когда тепло одного источника подаётся многочисленным потребителям. Источниками могут быть:

* ТЭЦ
* районные котельные (водогрейные, промышленно-отопительные)

Теплоснабжение является одной из основных систем энергетики любой высокоразвитой страны. Теплоснабжение народного хозяйства требует приблизительно 1/3 всех используемых в стране топливно-энергетических ресурсов.

Водяные системы теплоснабжения применяют двух типов:

- закрытые;

- открытые.

В закрытых системах вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель. В открытых системах циркулирующая вода частично или полностью разбирается у абонентов горячего водоснабжения.

***Задание***

Разработать систему теплоснабжения микрорайона с жилыми зданиями по соответствующему варианту:

1. г. Москва

2. Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, расчетная -25 0С

3. Расчетная температура для вентиляции -14 0С

4. Средняя скорость ветра в январе 4,9 м/с

5. Продолжительность отопительного периода 205 сут.

6. Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, 0C | 49,9; -45 | 44,8; -40 | 39,9; -35 | 34,9; -30 | 29,9; -25 | 24,9; -20 | 19,9;-15 | 14,9; -10 | -9,9; -5 | -4,9; 0 | +0,1; +5 | +5,1; +8 |
| , ч | - | - | 0,5 | 11 | 49 | 130 | 332 | 593 | 940 | 1238 | 1408 | 219 |

всего часов 4920.

**1. Основная часть**

**1.1. Определение тепловых потоков.**

В процессе проектирования тепловых сетей, согласно рекомендациям СНиП 2.04.07-86\*, максимальные тепловые потоки на отопление , вентиляцию  и горячее водоснабжение жилых, общественных и производственных зданий следует принимать по соответствующим типовым проектам.

При отсутствии типовых проектов отопления, вентиляции и горячего водоснабжения допускается определять тепловые потоки для жилых районов городов и других населённых пунктов по формулам:

а) максимальный тепловой поток, Вт, на отопление жилых и общественных зданий

 (1.1.1)

средний тепловой поток на отопление, Вт, следует определять

 (1.1.2)

б) максимальный тепловой поток, Вт, на вентиляцию общественных зданий

 (1.1.3)

средний тепловой поток, Вт, на вентиляцию при *t0*

 (1.1.4)

в) максимальный тепловой поток, Вт, на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

 (1.1.5)

средний тепловой поток, Вт, на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

 (1.1.6)

или

, (1.1.7)

где *q0* – укрупнённый показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м2 общей площади [2];

*k1* – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий, при отсутствии данных принять *k1=0.25* [2];

*k2* – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий, при отсутствии данных следует принимать равным: для общественных зданий, построенных до 1985 г. *k2=0.4*, после 1985 г. *k2=0.6* [2];

*A* – общая площадь жилых зданий, м2;

*qh –* укрупнённый показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение на одного человека.

норма расхода воды в жилых зданиях, 85….115 л/сут на одного

человека;

норма расхода воды в общественных зданиях, 25л/сут на

одного человека;

Считаем все административно-общественные здания равномерно распределёнными по микрорайонам, а расчёты проводим, исходя из величины предусматриваемой площади и числа жителей.

Определим тепловые потоки на отопление и горячее водоснабжение для зданий № 194, 196, 217, 218, 228, 208, 200, 214 (жилые дома.):

1. Жилые дома на 50 квартир - № 194:

, ,

Вт.

 **Вт.**

 **Вт.**

2. Жилые дома на 80 квартир - № 208,209,210:

, ,

 Вт.

 **Вт.**

 **Вт.**

3. Жилой дом на 100 квартир - № 200:

, ,

 Вт.

 **Вт.**

 **Вт.**

Определим тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для зданий № 215, 214:

Кафе на 60 мест - №214:

, ,

**Вт,**

 **Вт,**

 **Вт.**

 **Вт.**

Кинотеатр на 800 мест - №215:

, ,

**Вт**

 **Вт,**

 **Вт.**

 **Вт,**

Находим суммарные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение:

82158+96534+185348=584351 **Вт.**

 **Вт.**

 **Вт.**

;

 МВт;

;

 МВт.

**1.2. Расчёт и построение графика регулирования отпуска теплоты.**

Регулирование отпуска теплоты на разнородное теплопотребление может быть по отопительной тепловой нагрузке или по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Регулирование отпуска теплоты по отопительно-бытовому графику температур производится при центрально-вентиляционной нагрузки в основном диапазоне от точки излома температурного графика , которая делит его на две части от  до расчётной температуры для проектирования отопления  и при местном регулировании от начала отопительного сезона при +80С до .

Построение графика центрального качественного регулирования отпуска теплоты по отопительной нагрузке основано на определении зависимости температуры сетевой воды в подающей  и обратной  магистралях от температуры наружного воздуха *t*.

Регулирование отпуска теплоты на отопление

Центральное качественное регулирование отопительной нагрузки в диапазонах от  до  ведётся по температуре горячей поды  и обратной воды  в тепловой сети.



(1.2.1)



(1.2.2)

где *Δt0* – температурный перепад в нагревательном приборе местной системы



 - средняя температура нагревательного прибора в местной системе ;

 - относительная тепловая нагрузка ;





 - температура внутри помещения (принять 180С);

 - перепад температур в тепловой сети, 0С; при 



 - перепад температур в местной системе; при 







Температура воды после элеватора будет



(1.2.3)



Местное количественное регулирование отопительной нагрузки в диапазоне от +80С до *t’* производится путём местных пропусков или изменением количества воды, поступающей в местную систему из тепловой сети путём перекрытия задвижек. В этом диапазоне *τ1* и *τ2* являются постоянными и соответствуют температуре горячей и обратной воды в тепловой сети для летнего периода.

Температура обратной воды при количественном регулировании нагрузки в диапазоне +80С до *t’* определяется по формуле



 (1.2.4)

где *U* - коэффициент инжекции при температуре в точке излома









**Регулирование отпуска теплоты на вентиляцию**

Местное количественное регулирование вентиляционной нагрузки в диапазоне +80С до *t’* ведётся изменением количества сетевой воды при постоянном расходе через калорифер. В этом случае температура воды после калорифера для различных значений в указанном диапазоне определяется методом подбора по уравнению

(1.2.5)



где при *t’*





Методом подбора определена температура

**Регулирование отпуска теплоты на горячее водоснабжение**

Так как по тепловым сетям одновременно подаётся теплота на отопление, приточную вентиляцию и горячее водоснабжение, для удовлетворения тепловой нагрузки горячего водоснабжения необходимо внести коррективы в отопительный график. Температура нагреваемой воды на выходе из водонагревателя горячего водоснабжения должна быть 60…650С. Поэтому минимальная температура сетевой воды в подающей магистрали принимается равной 700С. Для этого отопительный график срезается на уровне 700С.

Местное количественное регулирование нагрузки на горячее водоснабжение в диапазоне *t’* до *to* ведётся авторегулятором путём изменения количества сетевой воды, поступающей в водоподогреватель в зависимости от температуры обратной воды после водоподогревателя. В этом случае температура воды после водоподогревателя для различных значений *t* в указанном диапазоне определяется методом подбора.

, (1.2.6)

где  - средняя разность температур греющей и нагревающей среды







Принимаем 

**4. Гидравлический расчёт**

Расчётный расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять отдельно для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Используя данные температурных графиков, можно определить расчётные часовые расходы теплоносителя по формулам.

Расчётный расход сетевой воды на отопление в диапазоне  будет

, т/ч (1.4.1)

Расчётный часовой расход сетевой воды на вентиляцию в диапазоне  будет

, т/ч (1.4.2)

Расчётный часовой расход сетевой воды на горячее водоснабжение при закрытых тепловых сетях в диапазоне  будет

, т/ч (1.4.3)

Суммарные расчётные расходы сетевой воды, т/ч, в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять по формуле:

 (1.4.4)

Коэффициент *k3*, учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления, следует принимать для закрытых систем с тепловым потоком, МВт: 1000 и более –1.0, и менее 1000 - 1.2.

Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для зданий № 141, 142,145,146 (жилые дома):









Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для зданий № 147, 148, 151 (жилые дома):









Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для здания № 165 (жилой дом):









Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для здания № 185:









Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для здания № 105 (школа):











Определим расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для здания № 122 (комбинат бытового обслуживания):











При гидравлическом расчёте определяется падение давления в подающей и обратной трубах.

Линейное падение давления на участке определяется;

 (1.4.5)

где  - удельное падение давления на 1 м длины трубы, Па/м;

 - длина расчётного участка, м.

Падение давление на местные сопротивления:

 (1.4.6)

 - эквивалентная длина теплопровода, м.

Общая потеря давления на участке:

. (1.4.7)

Таблица №2 Гидравлический расчёт тепловых сетей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участок | Расход | Диаметр, мм |  |  | По плану, |  |  |  |  |
| Ут-4-аб | 3,636 | 57×3,5 | 0,53 | 104 | 79 | 9,75 | 88,75 | 9230 | 0,00923 |
| Ут-3-Ут-4 | 6,643 | 76×3,5 | 0,51 | 63,1 | 46 | 10,8 | 56,8 | 3584,08 | 0,012814 |
| Ут-2-Ут-3 | 9,355 | 89×3,5 | 0,52 | 52,2 | 70 | 11,43 | 81,43 | 4250,65 | 0,017065 |
| Ут-1-Ут-2 | 12,635 | 108×4 | 0,46 | 31,5 | 66 | 16,4 | 82,4 | 2595,6 | 0,0196606 |
| К-Ут-1 | 21,382 | 133×4 | 0,5 | 27,3 | 58 | 14,7 | 72,7 | 1984,71 | 0,0216453 |

**5. Пьезометрический график тепловых сетей**

Пьезометрический график составляется на основании данных гидравлического расчёта. При построении графика пользуются единицей измерения гидравлического потенциала – напором. Напор и давление связаны следующей зависимостью:

 (1.5.1)

где *H* и *ΔH* – напор и потеря напора, м;

P и *ΔP* – давление и потеря давления, Па;

ρ - удельный вес теплоносителя, кг/м3.

h, R – удельная потеря напора и удельное падение давления, Па/м.

Величина напора, отсчитанная от уровня прокладки оси трубопровода в данной точке, называется пьезометрическим напором. Разность пьезометрических напоров подающего и обратного трубопроводов тепловой сети даёт величину располагаемого напора в данной точке. Пьезометрический график определяет полный напор и располагаемый напор в отдельных точках тепловой сети на абонентских вводах. На основании пьезометрического графика выбирают подпиточные и сетевые насосы, автоматические устройства.

При построении пьезометрического графика должны быть соблюдены условия:

1. непревышение допускаемых давлений в абонентских системах, присоединенных к сети. В чугунных радиаторах не должно превышать 0,6 МПа, поэтому давление в обратной линии тепловой сети не должно быть более 0,6 МПа и превышать 60м.
2. обеспечении избыточного (выше атмосферного) давления в тепловой сети и абонентских системах для предупреждения подсоса воздуха и связанного с этим нарушения циркуляции воды в системах.
3. обеспечение невскипания воды в тепловой сети и местных системах, где температура воды превосходит 100 ºС .
4. обеспечение требуемого давления во всасывающем патрубке сетевых насосов из условия предупреждения кавитации не менее 50 Па, пьезометрический напор в обратной линии должен быть не ниже 5м.

**6. Тепловой расчёт**

Назначением теплового расчёта является определение количество тепла, теряемого при его транспортировке, способов уменьшения этих потерь, действительной температуры теплоносителя, вида изоляции и расчёта её толщины.

Задачи теплового расчёта:

1. определение количества теплоты, теряемого при транспортировке;

2. поиск способов уменьшения этих потерь;

3. определение действительной температуры теплоносителя;

4. определение вида и толщины изоляции;

В теплоотдаче участвуют только термические сопротивления слоя и поверхности.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 метров толщина теплоизоляционного слоя определяется:



где В=dиз/dн – отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру;



.

α – коэффициент теплоотдачи от наружной изоляции, принимаемый по справочнику 9[6], для трубопроводов прокладываемых в каналах принимается равным 8,2 Вт/(м3 оС);

λиз – теплопроводность теплоизоляционного слоя, определяемая по пп 2,7 3,11[6] для пенополиуритана 0,036 Вт/(м оС);

*rm*— термическое сопротивление стенки трубопровод.

— наружный диаметр изолируемого объекта, м.

– сопротивление теплопередаче на 1 м длины изоляционного слоя;

о С∙м/Вт

– температура вещества;

 – температура окружающей среды;

– коэффициент, равный 1.

 – норма плотности теплового потока, в нашем случае равный 42Вт/м;

Теперь рассчитаем термические сопротивления.

1. тепловое сопротивление наружной поверхности Rпиз:

 оС∙м/Вт

2. тепловое сопротивление изоляции

 оС∙м/Вт

3. Тепловое сопротивление грунта определяется по формуле:

 (25)

где - коэффициент теплопроводности грунта, Вт/м2 0С

d – диаметр теплопровода цилиндрической формы с учетом всех слоев изоляции, м



Тепловое сопротивление канала:

 (26)







Должно выполняться условие:





что свидетельствует о правильности выбора изоляции

Фактический тепловой поток:



Определим тепловые потери.

Тепловые потери в сети слагаются из линейных и местных потерь. Линейными теплопотерями являются теплопотери трубопроводов, не имеющих арматуры и фасонных частей. Местными теплопотерями являются фасонных частей, арматуры, опорных конструкций, фланцев и т.д.

Линейные потери определяются по формуле:





А падение температуры теплоносителя:



Следовательно, температура в конце расчетного участка:



**7. Подбор сетевых и подпиточных насосов**

Для теплоснабжения микрорайона города в котельной устанавливаются одинаковых попеременно работающих центробежных насоса – рабочий и резервный. Циркуляционные насосы имеют обводную линию, которая позволяет регулировать работу насосов ив случае их остановки (при авариях) поддерживать небольшою естественную циркуляцию.

По построенному пьезометрическому графику определяем напоры для сетевого и подпиточного насосов.

м

м

Подбираем насосы:

Таблица 3. Характеристики подпиточного насоса.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Насос | марка | Производительность м³/ч | Полный напор  Н, м | Мощность, кВт | | К.п.д. проц. | Допустимая высота всасывания, м | Диаметр рабочего колеса, мм. |
| На валу насоса | электродвигателя |
| Подпиточный | 2К-6а | 30 | 20 | 2,6 | 2,8 | 64 | 5,7 | 142 |

Таблица 4. Характеристики сетевого насоса.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Насос | марка | Производительность м³/ч | Полный напор  Н, м | Мощность, кВт | | К.п.д. проц. | Допустимая высота всасывания, м | Диаметр рабочего колеса, мм. |
| На валу насоса | электродвигателя |
| Подпиточный | 3К-9 | 30 | 34,8 | 4,6 | 7 | 62 | 7 | 168 |

**8. Подбор компенсаторной ниши и лоткового канала**.

Сначала рассчитаем температурные деформации. При изменении температуры теплоносителя в трубопроводах происходит изменение их длины, которая вызывает в них соответствующие напряжение на сжатие или растяжение. Компенсацию температурных деформаций выполняют компенсаторы, устанавливаемые на участках тепловых сетей, ограниченных неподвижными опорами. По конструкции компенсаторы различаются на гнутые, сальниковые и линзовые. В местах поворота трассы происходит угловая (естественная) компенсация.

Величина температурного удлинения на участке определяется по формуле:



где l - длина участка, м;

tг – температура теплоносителя (принять τ10);

tм – температура наружного воздуха (принять tо).

Полученные данные сведём в таблицу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № уч | L, м | Δl, мм |
| УТ-1-К | 58 | 8,9562 |
| УТ-2-Ут-1 | 66 | 9,3024 |
| УТ-3-Ут-2 | 70 | 11,6235 |
| УТ-3-УТ-4 | 46 | 7,2532 |
| УТ-4-аб | 79 | 13,1328 |

Размер и ширину канала подбираем исходя из диаметров, найденных в гидравлическом расчёте, по приложению из ГОСТа 21,605-82.

Возьмём марку компенсатора НК 120×45, тип компенсатора x, № компенсатора К3, при диаметре 108×4 мм.

Для лотка:

ширина лотка 1600 мм;

вес одного лотка 1800кг;

марка канала лотка КЛ 120-45 (при диаметре труб 108×4мм).

**Заключение**

В результате проведённых работ по расчёту и проектированию тепловых сетей микрорайона:

1. Разработаны план тепловых сетей и схема прокладки труб тепловых сетей
2. Распределена потеря давления в системе теплоснабжения 
3. Разработана спецификация потребных материалов и оборудования

4. Построены температурный, пьезометрический и график расходов

5 Подобрано оборудование для котельной

**Список используемых источников.**

1. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. Нормы проектирования. М. , 1986.
2. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Нормы проектирования. М., 1985.
3. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция. Нормы проектирования. М., 1988.
4. Теплоснабжение: Методические указания по курсу «Теплоснабжение». /Сост.: Э.М. Малая. Саратовский политехнический институт. Саратов, 1997.
5. Горячее водоснабжение: Методические указания по курсу «Теплоснабжение». /Сост.: Э.М. Малая. Саратовский политехнический институт. Саратов, 1997.
6. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е, переработанное и дополненное) Книга 1-я. Р.В. Щекин, С.М. Кореневский, Г.Е. Беем, Ф.И. Скороходько, В.А. Мельник и др. Киев «Будiвельник», 1976, стр.416.
7. ГОСТ 21.605-82. Тепловые сети. Тепломеханическая часть.