Коммунально-строительный техникум

Якутского государственного инженерно технического института.

**Курсовой проект**

по отоплению жилого района г. Чокурдах.

Выполнили: студенты 3-го курса гр. ТиТО-2000

Сорокин Андрей.

Проверил: преподаватель по курсу

 “Теплоснабжение” Колодезникова А.Н.

г. Якутск 2002 г.

# Содержание.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стр. |
| 1. Исходные данные:
 | 2 |
| 1. Определение тепловых нагрузок района:
 | 3 |
| 1. График расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха:
 | 6 |
| 1. График центрального качественного регулирования отпуска теплоты:
 | 8 |
| 1. Гидравлический расчёт тепловых сетей:
 | 12 |
| 1. Разработка монтажной схемы и выбора строительных конструкций тепловой сети:
 | 16 |
| 1. Теплоизоляционная конструкция:
 | 16 |
| 1. Расчёт опор:
 | 20 |
| 1. Водоподогреватели горячего водоснабжения:
 | 21 |
| Библиографический список: | 28 |

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 1 |

# 1. Исходные данные.

## **1.1 Климатологические данные.**

## Населённый пункт: г. Чокурдах.

1. Расчётная температура самой холодной пятидневки: -48 °С.
2. Расчётная температура зимняя вентиляционная: -49 °С.
3. Средняя годовая температура: -14,2 °С.
4. Отопительный период:
	* начало: 08.08,
	* конец: 23.06,
	* продолжительность: 318 суток,
	* средняя температура наружного воздуха: -17,4 °С,
	* градусо-дней: 11909.

## **1.2 Повторяемость температур наружного воздуха.**

|  |  |
| --- | --- |
| tн °С. | Количествочасов. |
| –50 °С и ниже. | 756 |
| –49,9 ÷ –45 °С. | 633 |
| –44,9 ÷ –40 °С. | 628 |
| –39,9 ÷ –35 °С. | 495 |
| –34,9 ÷ –30 °С. | 456 |
| –29,9 ÷ –25 °С. | 377 |
| –24,9 ÷ –20 °С. | 329 |
| –19,9÷ –15 °С. | 341 |
| –14,9÷ –10 °С. | 377 |
| –9,9 ÷ –5 °С. | 407 |
| –4,9 ÷ 0 °С. | 514 |
| +0,1 ÷ 5 °С. | 662 |
| +5,1 ÷ 8 °С. | 553 |
| Всего часов: 6528 ч. |

## **1.3. Средняя месячная и годовая температура наружного воздуха.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль |
| –35,5 | –33,9 | –28,3 | –18,9 | –6,1 | 5,8 | 9,7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | год |
| 6,9 | 0,9 | –12,4 | –25,8 | –33,3 | –14,2 |

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 2 |

## **1.4. Удельные потери тепла зданиями.**

|  |  |
| --- | --- |
| to | Этажность. |
| 1 ÷ 2 | 3 ÷ 4 |
| –50 °С. | qo=255В/м2 | qo=169 В/м2 |

## **1.5 Нормы расхода горячей воды.**

Жилой дом: 120 л/сут.

Школы, лицеи: 8 л/сут.

Детский сад: 30 л/сут.

Столовая: 6 л/сут.

# Определение тепловых нагрузок района.

2.1. Расход тепла на отопление жилых и общественных зданий <Вт>:

**Qo max=qoA(1+K1)**

**qo** – укрупнённый показатель максимального теплового потока на отопление жилых и общественных зданий на 1м2  площади (прил. 2 СНиП “Тепловые сети”) <Вт> .

**A** – общая площадь здания <м2>.

**К1 –** коэффициент учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий (К1=0,25 – если данных нет).

**2.2. Расход тепла на вентиляцию общественных зданий** <Вт>**:**

**Qv max=K1K2qoA**

**К2**– коэффициент учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий (К2=0,6).

2.3. Средний тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий <Bт>:



**m** – число потребителей.

**а –** нормы расхода воды на горячее водоснабжение на 1-го человека в сутки.

**b –** нормы расхода воды на горячие водоснабжение в общественных зданиях при температуре наружного воздуха –55 °С (принимается равным 25л в сутки на одного человека).

**tx**– температура холодной воды в отопительный период.

**с** – теплоёмкость воды.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 3 |

2.4. Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий <Bт>:

**Qh max=2,4Qh m**

2.5. Средний тепловой поток на отопление <Bт>:



**ti­ –** средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений (при отсутствии данных в жилых принимается 18 °С, в производственных 16 °С).

**tom** – средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой 8 °С и ниже.

**To –** расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления.

**2.6. Среднийтепловойпотокнавентиляцию** **<**Bт**>:**



2.7. Средний тепловой поток на отопление <Bт>:



 – температура холодной водопроводной воды в неотопительный период (+15°С).

 **tc**–температура холодной водопроводной воды в отопительный период (+5 °С).

  –коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на ГВС в неотопительный период по отношению к отопительному периоду:

 **0,8** – для жилищно–коммунального сектора,

 **1** – для предприятий.

2.8. Годовой расход тепла на отопление жилых и общественных зданий < кДж >:

**Qoy=86,4Qo mno**

2.9. Годовой расход тепла на вентиляцию общественных зданий < кДж >:

****

2.10. Годовой расход тепла на ГВ жилых и общественных зданий < кДж >:

****

**no** – продолжительность отопительного периода соответствующее периоду со среднесуточной температурой наружного воздуха +8 °С и ниже.

**Z** – усреднённое за отопительный период число работы системы вентиляции общественных зданий в течении суток (16 часов).

**nh y** – расчётное число суток в году работы системы ГВ (350 суток).

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 4 |

**Все расчёты сведены в таблицу №1.**

|  |
| --- |
| **Таблица №1 “Тепловые нагрузки района”:** |
| **Наименование****здания.** | **Тепловая нагрузка.** |
| **Qo max,** Вт. | **Qv max,** Вт. | **Qh m,** Вт. | **Qh max,** Вт. | **Qo m,** Вт. | **Qv m,** Вт. | **,** Вт. | **Qoy,**ГДж. | **Qvy,** ГДж. | **Qhy,** ГДж. |
| **1. Жилой дом.** | 63750 | 7650 | ––––– | ––––– | 34193 | 4103 | ––––– | 939,5 | 75,15 | ––––– |
| **2. Жилой дом.** | 122400 | ––––– | 12600 | 30340 | 65651 | ––––– | 8064 | 1803,7 | ––––– | 368,48 |
| **3. Лицей.** | 194350 | 23322 | 18667 | 44801 | 101426 | 12171 | 14934 | 2786,7 | 223 | 554,17 |
| **5. Жилой дом.** | 153000 | ––––– | 15750 | 37800 | 82064 | ––––– | 10080 | 2254,7 | ––––– | 460,6 |
| **6. Жилой дом.** | 76500 | ––––– | 8050 | 19320 | 41032 | ––––– | ­­­­­12365 | 1127,4 | ––––– | 255,5 |
| **7. Гараж.** | 12750 | 7650 | ––––– | ––––– | 6023 | 3614 | ––––– | 165,5 | 66,2 | ––––– |
| **9. Школа.** | 190125 | 22815 | 16334 | 39202 | 99222 | 11942 | 13067 | 2726,2 | 218,8 | 485 |
| **11. Школа** | 395125 | 43095 | 35000 | 84000 | 187419 | 22490 | 28000 | 5149,4 | 411,95 | 1039 |
| **13. Жилой дом.** | 67600 | ––––– | 10500 | 25200 | 36258 | ––––– | 6720 | 996,2 | ––––– | 307,07 |
| **15. Жилой дом.** | 67600 | ––––– | 10500 | 25200 | 36258 | ––––– | 6720 | 996,2 | ––––– | 307,07 |
| **сумма:** | 1343200 | 104532 | 127401 | 305763 | 689546 | 54320 | 99950 | 18945,5 | 995,1 | 3776,9 |

|  |
| --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. |
| 5 |

# 3. График расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха.

Для определения годового расхода тепла, планирования в течение года загрузки оборудования котельной и составления графика ремонта используют график расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха.

; (3.1)

; (3.2)

**tн** – температура наружного воздуха (от +8 и ниже).

**Все расчёты для построения графика сведены в таблицу №2.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица №2:** |  |  |  |  |
| **Tн,** °С. | **Qo m,** Вт. | **Qv m,** Вт. | **Qh m,** Вт. | **Qoбщ. m,** Вт. |
| **+8** | 176852 | 12577 | 127401 | 316830 |
| **+5** | 237406 | 17504 | 382311 |
| **0** | 338330 | 25713 | 491444 |
| **–5** | 439254 | 33924 | 600579 |
| **–10** | 540179 | 42135 | 709715 |
| **–15** | 641102 | 50344 | 818847 |
| **–20** | 742026 | 58555 | 927982 |
| **–25** | 842950 | 66764 | 1037115 |
| **–30** | 943874 | 74976 | 1146251 |
| **–35** | 1043698 | 83185 | 1254284 |
| **–40** | 1145721 | 91396 | 1364518 |
| **–45** | 1246647 | 92634 | 1466682 |
| **–48** | 1307200 | 104532 | 1539133 |

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 6 |

# 4. График центрального качественного регулирования отпуска теплоты.

## Регулирование отпуска тепла в закрытых системах теплоснабжения.

В водяных тепловых станциях принимают центральное качественное регулирование отпуска теплоты по нагрузке отопления или по совмещённой нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

Центральное качественное регулирование заключается в регулировании отпуска теплоты путём изменения температуры теплоносителя на входе в прибор, при сохранении постоянным количество теплоносителя подаваемого в регулирующую установку.

**4.1.** Если тепловая нагрузка на жилищно-коммунальные нужды составляет менее 65% от суммарной тепловой нагрузки, а также при отношении:

 –– регулирование отпуска теплоты принимают по нагрузке на отопление.

 При этом в тепловой сети поддерживается **отопительно-бытовой температурный график**.

Построение графика центрального качественного регулирования по отопительной нагрузке основано на определении зависимости температуры сетевой воды, подающей и обратной магистрали, от температуры наружного воздуха.

Для зависимых схем присоединения отопительных установок к отопительным сетям температуру в подающей () и обратной () магистралях в течение отопительного периода, т.е. в диапазоне температур наружного воздуха от +8 до to по следующим формулам:

; (4.1.1.)

; (4.1.2.)

**ti –** средняя температура воздуха отапливаемых зданий.

 **∆t** – температурный напор нагреваемого прибора:

 ; (4.1.3.)

– температура воды в подающем трубопроводе системы отопления после элеватора при to.

**to –** расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления.

– температура воды в обратном трубопроводе после системы отопления при to.

– расчётный перепад температур воды в тепловой сети:

; (4.1.4.)

– температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчётной температуре наружного воздуха (to).

– расчётный перепад температуры воды в местной системе отопления.

; (4.1.5.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 8 |

При регулировании по отопительной нагрузке, водоподогреватели горячего водоснабжения присоединяются к тепловым сетям в зависимости от отношения максимальной тепловой нагрузки на горячее водоснабжение (Qh max) к максимальной тепловой нагрузки на отопление (Qо max) типа регулятора, по следующим схемам:

  – с установкой регулятора расхода по двухступенчатой смешанной схеме.

При таком же отношении с электронным регулятором расхода по двухступенчатой смешанной схеме с ограничением максимального расхода воды на ввод.

При остальных отношениях по параллельной схеме.

**4.2.** Если в системе теплоснабжения нагрузка на жилищно-коммунальные нужды составляет, более 65% от суммарной тепловой нагрузки принимают центральное качественное регулирование отпуска теплоты по совмещённой нагрузке горячего водоснабжения и отопления.

Применение данного метода регулирования позволяет рассчитать магистральные теплопроводы по суммарному расходу воды на отопление и на вентиляцию, не учитывая расхода на горячее водоснабжение. Для удовлетворения нагрузки на горячее водоснабжение температура воды в подающем трубопроводе принимается выше, чем по отопительному графику и большинство абонентов системы отопления и горячего водоснабжения должны присоединятся к тепловой сети по принципу связанной подачи теплоты:

**1)**  – с установкой регулятора расхода по последовательной двухступенчатой схеме.

**2)** При том же отношении с электронным регулятором расхода по двухступенчатой смешанной схеме с ограничением максимального расхода воды на ввод.

При этом способе регулирования отпуска теплоты в тепловой сети поддерживается **повышенный отопительно-бытовой температурный график**, который строится на основании отопительно-бытового температурного графика.

Расчёт повышенного температурного графика заключается в определении перепада температур сетевой воды в подогревателях верхней (δ1) и нижней (δ2) ступени при различных температурах наружного воздуха (tн) и балансовой нагрузки горячего водоснабжения (): **=X·Qh m** ; (4.2.1.)

**X** – балансовый коэффициент учитывающий неравномерность расхода теплоты на горячие водоснабжение в течении суток (для закрытых систем теплоснабжения X=1,2).

Суммарный перепад температур сетевой воды в подогревателях верхней и нижней ступени в течение всего отопительного периода постоянен и определяется:

; (4.2.2.)

Задавая величину недогрева водопроводной воды до температуры греющей воды в нижней ступени подогревателя (∆t = 5 ÷ 10 °С) определяют температуру нагреваемой воды после первой ступени подогревателя (t') при температуре наружного воздуха, соответствующей точки излома графика (t'н): **t' = – ∆t'н**; (4.2.3.)

Штрих обозначает, что значение взяты при температуре точки излома графика.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 9 |

Перепад температур сетевой воды в нижней ступени подогревателя (δ2) при различных температурах наружного воздуха определяется:

при t'н: **δ'2 = δ·(t' – tc)/(th – tc)**; (4.2.4.)

при to: **δ2 = δ'·(τ2 – tc)/(τ'2 – tc)**; (4.2.5.)

**th** – температура воды поступающая в систему горячего водоснабжения.

**tc** – температура холодной водопроводной воды в отопительный период.

Зная δ2 и δ'2 находим температуру сетевой воды от обратной магистрали по повышенному температурному графику:

**τ2П** = **τ2 – δ2**; (4.2.6.)

**τ'2П = τ'2 – δ'2**; (4.2.7.)

Перепад температур сетевой воды в верхней ступени подогревателя при t'н и tо:

**δ'1 = δ – δ'2**; (4.2.8.)

**δ1 = δ – δ2**; (4.2.9.)

Температуры сетевой воды подающей магистрали тепловой сети для повышенного температурного графика определяются по следующим формулам:

**τ1П** = **τ1 – δ1**; (4.2.10.)

**τ'1П = τ'1 – δ'1**; (4.2.11.)

## **Расчёт графика центрального качественного регулирования отпуска теплоты.**

 – регулирование отпуска теплоты принимают по нагрузке на отопление. При этом в тепловой сети поддерживается отопительно-бытовой температурный график (формулы 4.1.)

Данные для расчёта графика: τ1= 130 °С

τ**2** = 70 °С

**ti** = 18 °С

**to** = – 48 °С

τэ = 95 °С

Минимальную температуру сетевой воды в подающем магистрали принимается равной 70 °С (на уровне 70 °С график срезается).

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 10 |

# 5. Гидравлический расчёт тепловых сетей.

**5.1. Задачи гидравлического расчёта.**

В задачу гидравлического расчёта входят:

* 1. Определение диаметров,
	2. Определение величины давлений (напоров) в различных тачках сети,
	3. Определение падения давления (напора),
	4. Увязка всех тачек системы при статической и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети и абонентских установок.

Результаты гидравлического расчёта дают исходный материал для решения следующих задач: **1.** Определение капиталовложений, расхода металла и основного объёма работ по сооружению тепловой сети,

**2.** Установление характеристик циркуляционных и подпиточных насосов, и. их размещение,

**3.** Выяснение условия работы тепловой сети и абонентских систем и выбора схем присоединения абонентских установок,

**4.** Выбор авторегулятора для тепловой сети и абонентских вводов,

**5.** Разработка режимов эксплуатации.

**5.2. Основные расчётные зависимости.**

При гидравлическом расчёте тепловых сетей определяют потери давления на участках трубопровода для последующей разработки гидравлических режимов и выявление располагаемых напоров на тепловых пунктах потребителей.

Гидравлический расчёт производится на суммарный расчётный расход сетевой воды, складывающийся из расчётных расходов на отопление, вентиляцию и на горячие водоснабжение.

Расчётные расходы воды определяют <кг/ч>:

1. **максимальный расход воды на отопление:**

; (5.2.1.)

**б) максимальный расход воды на вентиляцию:**

; (5.2.2.)

**в) на горячие водоснабжение в открытых системах теплоснабжения:**

; (5.2.3.)

; (5.2.4.)

**г) на горячие водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения:**

– при параллельной схеме присоединения водоподогревателей:

; (5.2.5.)

; (5.2.6.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 12 |

* при двухступенчатой схеме присоединения водоподогревателей:

; (5.2.7.)

; (5.2.8.)

τ**1** – температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчётной температуре наружного воздуха,

τ**2 –** температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети при расчётной температуре наружного воздуха,

**th –** температура воды поступающей в систему горячего водоснабжения потребителей,

τ**'1 –** температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома графика,

τ**'2** – температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети после системы отопления здания в точке излома графика,

τ**'3 –** температура воды после параллельно включённого водоподогревателя горячего водоснабжения в точке излома графика температур воды (рекомендуется 30 °С),

**t| –** температура воды после первой ступени подогревателя при двухступенчатой схеме водоподогревателя.

Суммарный расчётный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых, сетях в закрытых и открытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты определяется:

**Gd = Go max + Gv max + k3 · Gi h m** ; (5.2.9.)

**k3 –** коэффициент учитывающий долю среднего расхода воды на горячие водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления (таблица 2 СНиП “Тепловые сети”).

Перед гидравлическим расчётом составляют расчётную схему тепловых сетей с нанесением на ней длин, местных сопротивлений и расчётных расходов теплоносителя по всем участкам сети.

#### 5.3 Порядок гидравлического расчёта теплопроводов:

1. Выбираем на трассе тепловых сетей расчётную магистраль наиболее протяжённую и загруженную соединяющую источник теплоты с дальними потребителями.

Разбивают тепловую сеть на расчётные участки, определяют расчётные расходы и измеряют по Ген. плану длину участка.

1. Задавшись удельными потерями давления на трение (h) (на главной магистрали до наиболее удалённого потребителя, с учётом дополнительного подключения абонентов h принимают не более 8 мм. вод. ст./м, на ответвлениях 30 мм. вод. ст/м), исходя из расходов теплоносителя на участках по таблицам и номограммам находят диаметры теплопроводов, действительные потери давления на трение и скорость движения теплоносителя, которая должна быть не более 25 м/сек.

 Следует отметить, что для районов вечно мерзлотных грунтов минимальный диаметр труб, не зависимо от расхода воды и параметров теплоносителя должен приниматься 50 мм.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 13 |

1. Определив диаметры расчётных участков, разрабатывают монтажную схему теплопроводов, размещают на трассе запорную арматуру, неподвижные опоры, компенсаторы. Монтажная схема вычерчивается в две линии, причём подающий теплопровод располагается с правой стороны по ходу движения теплоносителя от источника теплоты.
2. Потери напора определяются: **H = h·(L + Lэкв)** [мм. вод. ст.]

Эквивалентной длиной (Lэкв) принято называть такую условную длину прямолинейного участка, на котором падения давления на трение равно падению вызываемого местными сопротивлениями.

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений эквивалентная длина определяется: **Lэкв = a1·L**

**a1** – коэффициентучитывающий долю потерь давления в местных сопротивлениях по отношению падений давления на трение (по СНиП “Тепловые сети” приложения): для Ду до 150 мм. a1 = 0,3

 для Ду до 200 мм. a1 = 0,4

1. После определения суммарного гидравлического сопротивления для всех участков расчётной магистрали необходимо сравнить располагаемым напором:



– суммарные гидравлические сопротивления для всех участков расчётной магистрали,

– располагаемый напор в конечной точке тепловой сети.

1. Расчёт считается удовлетворительным, если гидравлическое сопротивление не превышает располагаемый перепад давлений и отличается от него не более чем на 10 %

Схема присоединения теплообменников горячего водоснабжения выбирается по следующему соотношению:

 – двухступенчатая смешанная схема,

При другом отношении – одноступенчатая параллельная схема.

**Гидравлический расчёт сведён в таблицу №3.**

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 14 |

|  |
| --- |
| Таблица №3 Гидравлический расчёт: |
| **№****уч.** | **Q,****ккал/ч** | **G,****т/ч** | Диаметр | **Длина** | **U,****м/с** | **Потери напора** |
| **Ду** | **Дн х S** | **L, м** | **Lэкв** | **L +Lэкв** | **h, мм. вод. ст.** | **H, мм. вод. ст.** | **Hc, мм. вод. ст.** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 17544 | 0,291 | 50 | 57 х 3,5 | 34 | 10,2 | 44,2 | 0,12 | 0,53 | 23,43 | 23,43 |
| 2 | 316909 | 4,05 | 65 | 76 х 3,5 | 68 | 20,4 | 88,4 | 0,32 | 2,58 | 228,07 | 251,5 |
| 3 | 909222 | 15,75 | 100 | 108 х 4 | 14 | 4,2 | 58,8 | 0,59 | 5,17 | 304 | 555,5 |
| 4 | 1101896 | 19,07 | 100 | 108 х 4 | 22 | 6,6 | 28,6 | 0,7 | 7,3 | 209 | 764,5 |
| 5 | 1345792 | 23,36 | 125 | 133 х 4 | 90 | 27 | 117 | 0,57 | 3,57 | 417,7 | 1182,2 |
| 6 | 1428197 | 24,8 | 125 | 133 х 4 | 26 | 7,8 | 33,8 | 0,59 | 3,88 | 131,2 | 1313,4 |
| 7 | 1508005 | 26,23 | 125 | 133 х 4 | 17 | 5,1 | 22,1 | 0,64 | 4,52 | 99,9 | 1413,3 |
| 8 | 216842 | 3,75 | 50 | 57 х 3,5 | 3 | 0,9 | 3,9 | 0,27 | 2,51 | 9,79 | ––––– |
| 9 | 449109 | 7,79 | 65 | 76 х 3,5 | 26 | 7,8 | 33,8 | 0,63 | 9,3 | 314,34 | ––––– |
| 10 | 674836 | 11,71 | 80 | 108 х 4 | 15 | 4,5 | 19,5 | 0,67 | 8,9 | 173,55 | 487,9 |
| 11 | 225727 | 3,92 | 50 | 57 х 3,5 | 5 | 1,5 | 6,5 | 0,59 | 12,9 | 83,85 | ––––– |
| 12 | 61404 | 1,02 | 50 | 57 х 3,5 | 10 | 3 | 13 | 0,15 | 0,9 | 11,7 | ––––– |
| 13 | 192674 | 3,32 | 50 | 57 х 3,5 | 20 | 6 | 26 | 0,5 | 9,34 | 242,84 | 254,54 |
| 14 | 131270 | 2,3 | 50 | 57 х 3,5 | 3 | 0,9 | 3,9 | 0,34 | 4,27 | 16,65 | ––––– |
| 15 | 79808 | 1,42 | 50 | 57 х 3,5 | 92 | 27,6 | 119,6 | 0,21 | 1,7 | 203,32 | ––––– |
| 16 | 243896 | 4,29 | 65 | 76 х 3,5 | 50 | 15 | 65 | 0,34 | 2,81 | 182,65 | 385,97 |
| 17 | 164088 | 2,87 | 50 | 57 х 3,5 | 2 | 0,6 | 2,6 | 0,43 | 6,79 | 17,65 | ––––– |
| 18 | 79808 | 1,42 | 50 | 57 х 3,5 | 83 | 24,9 | 107,9 | 0,21 | 1,7 | 183,43 | ––––– |
| 19 | 82405 | 1,44 | 50 | 57 х 3,5 | 21 | 6,3 | 27,3 | 0,21 | 1,7 | 46,41 | ––––– |

|  |
| --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. |
| 15 |

# 6. Разработка монтажной схемы и выбор строительных конструкций тепловой сети.

Тепловая сеть представляет собой систему прочно и плотно соединёнными между собой участков теплопроводов, по которым тепло с помощью теплоносителя транспортируется от источников тепла к тепловым потребителям.

Направление теплопроводов выбирается по тепловой карте района с учётом геодезической съёмки, планов существующих и намечаемых наземных и подземных сооружений, состояния грунтовых вод.

При прокладке стремятся к: – прокладке магистральной трассы по району наиболее плотной тепловой нагрузки,

* минимальные объёмы работ по сооружению сети,
* наименьшей длины теплопровода.

Теплопроводы прокладываются прямолинейно, параллельно оси проезда или линии застройки. Нежелательно перебрасывать трассу магистрального теплопровода с одной стороны проезда на другую.

При выборе трассы следует руководствоваться следующим:

* надёжности теплоносителя,
* быстрая ликвидация возможных неполадок и аварий,
* безопасность обслуживающего персонала.

Для обеспечения опорожнения и дренажа теплопроводы прокладываются с уклоном к горизонту. Минимальная величина уклона водяных сетей принимается равной 0,002, где направление уклона безразлично.

По трассе тепловых сетей строится продольный профиль, на который наносят:

* планировочные и существующие отметки земли,
* уровень стояния грунтовых вод,
* существующие и проектируемые подземные коммуникации, сооружаемые с указанием вертикальных отметок этих сооружений.

Теплопровод состоит из трёх основных элементов:

* трубопровод,
* теплоизоляционная конструкция,
* строительная конструкция.

# 7. Теплоизоляционная конструкция.

Теплоизоляционная конструкция состоит из трёх основных слоёв:

1. противокоррозионный слой,
2. теплоизоляционный слой,
3. покровный слой.

Противокоррозионный слой предназначен для защиты теплопровода от наружной коррозии.

Теплоизоляционный слой устраивается на трубопроводах, арматуре, фланцевых соединениях и для следующих целей:

**1.** уменьшение потерь тепла при его транспортировании, что снижает установочную мощность источников тепла,

**2.** уменьшения падения температуры теплоносителя, что снижает расход теплоносителя,

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 16 |

**3.** понижения температуры на поверхности теплопровода и воздуха в местах обслуживания.

Покровный слой предназначен для защиты тепловой изоляции от атмосферных осадков.

# 7.1. Расчёт тепловой изоляции.

В качестве основного теплоизоляционного материала принимаем минераловатную плиту.

При проектировании тепловых сетей толщину изоляции определяют исходя из:

* норм потерь тепла,
* заданного перепада температур на участке тепловой сети,
* допустимой температуры на поверхности конструкции,
* технико-экономического расчёта.

Толщина тепловой изоляции определяется по формуле:

; (7.1.1.)

**λк** – коэффициент теплопроводности основного слоя (для мин. ваты 0,07 Вт/м2 °С),

**de** – наружный диаметр теплопровода <мм>,

**Rиз** – термическое сопротивление основного слоя изоляции < м2°С/Вт>:

****; (7.1.2)

τ**m** – расчётная среднегодовая температура теплоносителя (средняя за отопительный период):

; (7.1.3.)

τ**m1** – средняя температура теплоносителя по месяцам определяемая по графику центрального качественного регулирования в зависимости от среднемесячных температур наружного воздуха,

**n1** – количество часов в году по месяцам,

**te –** расчётная температура окружающей среды (средняя за отопительный период).

**qe –** норма потерь теплоты <Вт/м> (СНиП “Тепловая изоляция” приложение 4–8).

**k1** – коэффициент учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции в зависимости от районо строительства и способа прокладки (k1 = 088).

**Расчёт толщины минераловатной плиты сведён в таблицу № 4:**

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 17 |

**Таблица № 4 “Расчёт тепловой изоляции”:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Трубопровод.** | τ**m,** °С | **Ду** | **Rиз,**м2°С/Вт. | **δк,**мм. |
| **Подающий:** | 87,63 | 50 | 4,34 | 163,7 |
| 65 | 3,76 | 160,6 |
| 80 | 3,46 | 159,3 |
| 100 | 3,12 | 159 |
| 125 | 2,75 | 156,4 |
| **Обратный:** | 54,92 | 50 | 4,4 | 168 |
| 65 | 3,93 | 176 |
| 80 | 3,56 | 204 |
| 100 | 3,12 | 159 |
| 125 | 2,77 | 158,4 |

# 7.2 Определение потерь тепла в наружных тепловых сетях.

**Qпот = Σ (β·qн ·L)·a**

**β –** коэффициент по потери тепла арматурой и компенсаторами (1,25 для наружной прокладки),

**qн –** потери тепла теплопроводами (ккал/ч·м),

**L –** протяжённость теплопровода (м),

**а –** поправочный коэффициент, зависит от средней годовой температуры воздуха:

–20 °С: 1,11 для Т1. –10 °С: 1

1,07 для Т2. 1

–18 °С: 1,07 –8 °С: 0,99

1,04 0,99

–15 °С: 1,04 –5 °С: 0,98

1,02 0,98

–12 °С: 1,01

1,01

**Расчёт потерь тепла сведён в таблицу № 5:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Трубопровод.** | **Дн** | **Qпот,****ккал/ч.** |
| Т1 | 57 | 9555 |
| 76 | 5580 |
| 89 | 656 |
| 108 | 1755 |
| 133 | 7149 |
| Т2 | 57 | 7166 |
| 76 | 5040 |
| 89 | 488 |
| 108 | 1260 |
| 133 | 5320 |
| ΣQпот·а = 45234 ккал/ч. |

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 18 |

|  |
| --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. |
| 19 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наим.****Изоляц.****объекта.** | **Дн** | **τmax,** °С | **L,**м | **Окрашиваемая поверхность.** | **Основной изоляционный слой** | **Покровный слой** |
| **Материал** | **Толщина** | **Объём, м3** | **Материал** | **Толщина,**мм**.** | **Поверхность** |
| **Ед.,** м2 | **Общая,**м2 | **Ед.** | **Общ.** | **Ед.** | **Общ.,**м2 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** |
| Т1 | 57 | 130 | 273 | 0,179 | 48,9 | Маты минераловатные. | 163,7 | 0,0293 | 8 | Сталь листовая оцинкованная | 0,7 | 1,2 | 329,7 |
| 76 | 144 | 0,239 | 34,4 | 160,6 | 0,0383 | 5,5 | 1,25 | 179,7 |
| 89 | 15 | 0,28 | 4,2 | 159,3 | 0,045 | 0,6 | 1,28 | 19,2 |
| 108 | 36 | 0,34 | 12,24 | 159 | 0,054 | 1,94 | 1,34 | 48,2 |
| 133 | 133 | 0,418 | 55,6 | 156,4 | 0,065 | 8,7 | 1,4 | 186,3 |
| Т2 | 57 | 70 | 273 | 0,179 | 48,9 | 168 | 0,03 | 8,2 | 1,24 | 337,1 |
| 76 | 144 | 0,239 | 34,4 | 176 | 0,042 | 6,1 | 1,35 | 193,6 |
| 89 | 15 | 0,28 | 4,2 | 204 | 0,057 | 0,86 | 1,56 | 23,4 |
| 108 | 36 | 0,34 | 12,24 | 159 | 0,053 | 1,9 | 1,34 | 48,2 |
| 133 | 133 | 0,418 | 55,6 | 158,4 | 0,066 | 8,8 | 1,31 | 188 |

**7.3 Ведомость изоляционной конструкции:**

1. π·Дн
2. (5)·L

9) π·Дн·δиз

1. (9)·L

13) 2π·(Дн/2 + δиз)

14) (13)·L

# 8. Расчёт опор.

## **8.1. Расстояние между неподвижными опорами:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ду** | **L, мм.** |
| Ø 50 | 60 |
| Ø 65 | 70 |
| Ø 80 | 80 |
| Ø 100 | 80 |
| Ø 125 | 90 |
| Ø 150 ÷ 175 | 100 |
| Ø 200 | 120 |

## **8.2. Расстояние между подвижными опорами:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Дн х S** | **L1, мм.** |
| Ø 57 х 3,5 | 5,4 |
| Ø 76 х 3,5 | 6,2 |
| Ø 89 х 3,5 | 6,8 |
| Ø 108 х 4 | 8,3 |
| Ø 133 х 4 | 8,4 |
| Ø 159 х 4,5 | 9,3 |
| Ø 194 х 5 | 10,2 |
| Ø 219 х 6 | 11,6 |

Количество подвижных опор рассчитывается по формуле:

**n = L·2:L1**

**L –** расстояние между неподвижными опорами по монтажной схеме, или общая длина, данного диаметра, теплопровода,

**L1** – расстояние между подвижными опорами.

|  |
| --- |
| **Таблица № 6 “Количество подв. опор”:** |
| **Ду** | **n** |
| Ø 50 | 101 |
| Ø 65 | 46 |
| Ø 80 | 5 |
| Ø 100 | 9 |
| Ø 125 | 32 |
| ∑ | 193 подв. опор. |

**Расчёт количества подвижных опор сведён в таблицу № 6.**

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 20 |

# 9. Водоподогреватели горячего водоснабжения.

К расчёту принимаем водоводяные кожухотрубчатые подогреватели.

В кожухотрубчатых подогревателях основным элементом является цилиндрический корпус и пучок гладких трубок размещаемых внутри корпуса. Один из теплоносителей протекает внутри трубок, другой в межтрубном пространстве – такие теплообменники называются скоростными.

Скоростные водоводяные подогреватели, у которых греющая и нагреваемая вода движутся навстречу, называются противоточными. Противоток эффективнее прямотока, т.к. обеспечивает большую среднюю разность температур и позволяет нагревать воду до более высокой температуры.

В подогревателях предназначенных для горячего водоснабжения греющую воду направляют в межтрубное пространство, нагреваемую в трубки. В подогреватели для системы отопления греющая вода направляется в трубки, а нагреваемая в межтрубное пространство.

Основным элементом подогревателя является корпус из стальной бесшовной трубы. Внутри корпуса расположены трубки из латуни Дв 16 х 1 мм., теплопроводность составляет 135 Вт/м °С, корпус теплообменника имеет длину 3 – 4 м, Ø57 – 530 мм., число трубок 4 – 450, Рр = 1 Мпа.

## Тепловой и гидравлический расчёт водоподогревательных установок.

Расчет сводится к определению: – расчётной поверхности нагрева,

* выбора номера и количество секций.
* гидравлического сопротивления водоподогревателя по греющей и нагреваемой воде.

Расчёт подогревателя системы горячего водоснабжения при любых схемах подключения к тепловым сетям производится для самого неблагоприятного режима, соответствующего точке излома температурного графика.

Для скоростных секционных водоподогревателей следует принимать противоточную схему потоков теплоносителя, при этом греющая вода должна поступать в межтрубное пространство.

 – двухступенчатая смешанная схема,

При другом отношении – одноступенчатая параллельная схема.

## **9.1 Расчёт водоподогревателя при двухступенчатой смешанной схеме.**

**1.** В зимний период расход сетевой воды вычисляется по формуле:

– на отопление <кг/ч>:

; (9.1.1.)

* на горячие водоснабжение <кг/ч>:

; (9.1.2.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 21 |

В этих формулах Qo max и Qh max в кВт.

**2.** Расчётный расход на абонентский ввод <кг/ч>:

**Gаб. max** = **Go max** + **Gh max** ; (9.1.3.)

**3.** Расход нагреваемой воды для горячего водоснабжения <кг/ч>:

****; (9.1.4.)

**4.** Температура нагреваемой воды на выходе из подогревателя первой ступени <°С>:  ****; (9.1.5.)

**5.** Теплопроизводительность подогревателя Ⅰ и Ⅱ ступени <кВт>:

****; (9.1.6.)

****; (9.1.7.)

**6.** Температура сетевой воды на выходе из подогревателя Ⅰ ступени:

****; (9.1.8.)

**7.** Средне логарифмические разности температур между греющим и нагреваемым теплоносителями в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени:

****; (9.1.9.)

****; (9.1.10.)

**8.** Средние температуры сетевой и нагреваемой воды в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени:  ****; (9.1.11.)

****; (9.1.12.)

****; (9.1.13.)

****; (9.1.14.)

**9.** Задавшись скоростью нагреваемой воды Uтр=1 м/с, определяем требуемую площадь живого сечения трубного пространства подогревателей <м2>:

; (9.1.15.)

По вычисленной fтр. подбираем вид подогревателя и выписываем его характеристики.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 22 |

**10.** Эквивалентный диаметр межтрубного пространства:

; (9.1.16.)

**Дi** – внутренний диаметр теплообменного аппарата (корпуса).

**de** – наружный диаметр трубок.

**11.** Действительная скорость нагреваемой воды в трубках подогревателей <м/с>:

; (9.1.17.)

**fтр. –** площадь межтрубного пространства выбранного подогревателя.

**12.** Скорость сетевой воды в межтрубном пространстве в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени <м/с>:

; (9.1.18.)

; (9.1.19.)

**13.** Коэффициент теплоотдачи от сетевой воды к стенкам трубок в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени <Вт/м2°С>:

; (9.1.20.)

; (9.1.21.)

**14.** Коэффициент теплопередачи от стенок трубок к нагреваемой воде в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени:

; (9.1.22.)

; (9.1.23.)

**15.** Коэффициенттеплоотдачи для подогревателей Ⅰ и Ⅱ ступени <Вт/м2°С>:

; (9.1.24.)

; (9.1.25.)

**16.** Требуемая площадь поверхности нагрева подогревателей Ⅰ и Ⅱ ступени <м2>:

; (9.1.26.)

; (9.1.27.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 23 |

**17.** Количество секций подогревателя Ⅰ и Ⅱ ступени:

; (9.1.28.)

; (9.1.29.)

**18.** Потери давления в подогревателях Ⅰ и Ⅱ ступени <кПа>:

; (9.1.30.)

; (9.1.31.)

; (9.1.32.)

; (9.1.33.)

В летний период расчётные параметры сетевой воды составляют:

τ**|1**= 70 ºC,

τ**|3**= 30 ºC,

**=** 15 ºC.

**19.** Расход теплоты на горячие водоснабжение <кВт>:

; (9.1.34.)

**20.** Расход нагреваемой воды <кг/ч>:

; (9.1.35.)

; (9.1.36.)

**21.** Средне логарифмическая разность температур теплоносителей:

; (9.1.37.)

**22.** Средние температуры нагреваемой и сетевой воды в подогревателе:

; (9.1.38.)

; (9.1.39.)

**23.** Скорость сетевой воды и нагреваемой в водоподогревателях <м/с>:

; (9.1.40.)

; (9.1.41.)

**24.** Коэффициент теплоотдачи:

; (9.1.42.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 24 |

; (9.1.43.)

**25.** Коэффициент теплопередачи:

; (9.1.44.)

**26.** Поверхность нагрева подогревателей в летний период <м2>:

; (9.1.45.)

**27.** Количество секций подогревателя:

; (9.1.46.)

**28.** Потери давления в летний период <кПа>:

; (9.1.47.)

; (9.1.48.)

## **9.2 Расчёт водоподогревателя при одноступенчатой параллельной схеме.**

**1.** Расход греющей воды <т/ч>: ; (9.2.1)

**2.** Расход нагреваемой воды <т/ч>: ; (9.2.2.)

**3.** задавшись ориентировочно типом и номером подогревателя с диаметром корпуса Dв находим: **–** скорость воды в межтрубном пространстве <м/с>:

; (9.2.3.)

– скорость нагреваемой воды в трубах <м/с>:

; (9.2.4.)

**4.** Средняя температура греющей воды <°С >: **Т = 0,5 · (Т1 – Т2)** ; (9.2.5.)

**5.** Средняя температура нагреваемой воды <°С >: **t = 0,5 · (t1 – t2)** ; (9.2.6.)

**6.** Коэффициент теплоотдачи от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубок <ккал/м2ч°С >:

; (9.2.7.)

; (9.2.8.) – эквивалентный диаметр межтрубного пространства <м>:

**7.** Коэффициент теплопередачи от стенок трубок к нагреваемой воде, проходящей по трубкам <ккал/м2ч°С >:

; (9.2.9.)

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 25 |

**8.** Коэффициент теплопередачи <ккал/м2ч°С >:

; (9.2.10.)

При латунных трубках диаметром 16/14 мм значение δст/λст = 0,000011

**9.** Средне логарифмическая разность температур в подогревателе <°С >:

; (9.2.11.)

**10.** Площадь поверхности нагрева подогревателя <м2>:

; (9.2.12.)

**μ** – коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок:

**11.** Активная длина секций подогревателя <м2>:

; (9.2.13.)

**dср = 0,5·(dн – dв)** ; (9.2.14.)

**12.** Число секций подогревателя при длине секций 4 м:

; (9.2.15.)

**13.** Потери давления на одну секцию 4 м определяется по формулам <кгс/см2>:

**ΔPтр = 530**; (9.2.16.)

**ΔPтр = 1100**; (9.2.17.)

В этих формулах: Q – расчётный расход тепла в ккал/ч,

Т1 – температура греющей воды на входе в подогреватель в °С,

Т2 – температура греющей воды на выходе из подогревателя в °С,

t1 – температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя в °С (65 °С),

t2 – температура нагреваемой воды на входе в подогреватель в °С,

Dв – внутренний диаметр корпуса подогревателя в м,

dн и dв – наружный и внутренний диаметр трубок в м.

## Расчет водоподогревателя:

 – принимаем двухступенчатую смешанную схему присоединения теплообменников горячего водоснабжения.

Исходные данные для расчёта: Qo max = 1343,2 кВт, Qh max = 305,763 кВт, , , τ1 = 130 °С, τ2 = 70 °С, th = 60 °С, tc = 5 °С.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 26 |

**Расчёт водоподогревателей сведён в таблицу № 7.**

|  |
| --- |
| **Таблица № 7 “Расчёт водоподогревателей ГВ”:** |
| **№** | **Обозначение** | **Ед.****измер.** | **Получ.****значен.** | **№** | **Обозначение** | **Ед.****измер.** | **Получ.****значен.** |
| **1** | Go max | кг/ч | 19234,4 | **20** |  | Кг/ч | 3821,3 |
| G3 h max | кг/ч | 5557,3 |  | кг/ч | 4299 |
| **2** | Gаб max | кг/ч | 24791,7 | **21** |  | °С | 12,3 |
| **3** |  | кг/ч | 4776,5 | **22** |  | °С | 37,5 |
| **4** | t| | °С | 39 |  | °С | 50 |
| **5** |  | кВт | 116,75 | **23** | Uтр. | м/с | 0,574 |
|  | кВт | 189,013 | Uм. тр. | м/с | 0,416 |
| **6** |  | °С | 37,5 | **24** |  | Вт/м2°С | 3554,6 |
| **7** | Δtm,І | °С | 14,7 |  | Вт/м2°С | 3030,5 |
| Δtm,ІІ | °С | 7,2 | **25** | Кл | Вт/м2°С | 1602 |
| **8** | τm,І | °С | 40,75 | **26** | Fs | м2 | 12,7 |
| tm,І | °С | 22 | **27** | n | шт. | 6 |
| τm,ІІ | °С | 57 | **28** |  | кПа | 10,48 |
| tm,ІІ | °С | 49,5 |  | кПа | 11,42 |
| **9** | fтр. | м2 | 0,00133 |
| **10** | dee | м2 | 0,01333 |
| **11** | Uтр | м/с | 0,72 |
| **12** |  | м/с | 2,4 |
|  | м/с | 0,54 |
| **13** |  | Вт/м2°С | 11550,5 |
|  | Вт/м2°С | 3902,2 |
| **14** |  | Вт/м2°С | 3741,7 |
|  | Вт/м2°С | 4638,9 |
| **15** | КІ | Вт/м2°С | 2726 |
| КІІ | Вт/м2°С | 2062,6 |
| **16** | FІ | м2 | 5,9 |
| FІІ | м2 | 9,9 |
| **17** |  | шт. | 3 |
|  | шт. | 5 |
| **18** |  | кПа | 190,08 |
|  | кПа | 8,2 |
|  | кПа | 16,04 |
|  | кПа | 13,74 |
| **19** |  | кВт | 200,14 |

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 27 |

По результатам расчёта к установке принимаем скоростной водоподогреватель типа 06 по ОСТ 34 – 588 – 68 со следующими техническими характеристиками:

Дн = 89 мм.

Двн = 82 мм.

L = 4410 мм.

l = 200 мм.

Z = 12

F = 2,24 м2

fтр = 0,00185 м2

fм. тр. = 0,00287 м2

В зимний период работают 2-ва подогревателя ГВ (Ⅰ и Ⅱ ступени) соединённые по двухступенчатой смешанной схеме. Подогреватель Ⅰ ступени имеет 3 секции. Подогреватель Ⅱ ступени имеет 5 секций.

В летний период включается только подогреватель Ⅱ ступени и к нему добавляется 1 секция.

## **Библиографический список.**

1. Теплоснабжение. Учеб. для вузов/ А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов и др. Под ред. А.А. Ионина, -М.: Стройиздат, 1989.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Учуб. для вузов, -М.: Энергоиздат, 1999.
3. Расчёт и проектирование тепловых сетей. / А.Ю. Строй, В.Л. Скальский . –Киев.: Будивельник, 1981.
4. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»./ Госстрой России, 2000.
5. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник./ В.И. Манюк, ЯЧ.И. Каплинских и др. М.: Стройиздат, 1988.
6. СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети». / Гострой СССР. –М.: ЦИТ Госстроя СССР, 1987.

|  |  |
| --- | --- |
| Курсовой проект “Теплоснабжение”. | 28 |