**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт математики и интеллектуальных систем

Кафедра «Цифровая энергетики»

**РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Курсовой проект

Для студентов очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 13.03.01

– «Теплоэнергетика и теплотехника»

Дисциплина «Потребители теплоты»

**Курган**

**20\_\_\_**

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Потребители теплоты»

(направление 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,

Направленность -Энергообеспечение предприятий,

(для студентов очной и заочной форм обучения).

Методические указания по выполнению курсового проекта.

Составил: доцент, канд. техн. наук Титов С.В.

Составлено на основе переработанных методических указаний Иванова В.Д. (Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров),

**Иванов В.Д. Системы теплоснабжения предприятий: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 118 с.**

Утверждены на заседании кафедры «5» сентября 2012 г., протокол №1.

Рекомендованы редакционно-издательским советом университета

« » 2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ стр.

1. Общие методические указания……………………………………………3
2. Задание на курсовой проект. ………………………………………………4
3. Пример выполнения курсового проекта…………………………………..14
4. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения …………………15
5. Расход теплоты на отопление …………………………………..…………16
6. Расход теплоты на вентиляцию ……………………………………………19
7. Расход теплоты на горячее водоснабжение ………………………………20
8. Расходы теплоты на переменных режимах ……………………………….24
9. Годовые расходы теплоты и топлива. Построение графика продолжительности тепловой нагрузки ……………………………………...25
10. Обоснование выбора и краткая характеристика источника теплоснабжения ………………………………………………………… ...31
11. Выбор способа регулирования тепловой нагрузки и схемы присоединения абонентских установок …………………………………………………………..32
12. Расчёт и построение температурного графика сетевой воды ………………35

12.1. Регулирование отпуска теплоты по температурным зонам ……………37

12.2. Регулирование отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке. Построение повышенного температурного графика …………………………41

1. Определение расходов теплоносителей ……………………………………44
2. Экономическое обоснование проекта(стоимость тепловых потерь)…..47
3. Выводы по работе (проекту) ………………………………………………49
4. Библиографический список ..........................................................................50
5. Приложения…………………………………………………………………...52

2

1. **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Курсовой проект предназначен для закрепления теоретических знаний и развития навыков самостоятельных решений при расчете потребления теплоты промышленными и коммунально-бытовыми потребителями. Выполнение курсового проекта подготавливает студента к будущей специальности. Принимаемые при выполнении проекта решения должны быть основаны на действующих нормативах, стандартах, достижениях передовых предприятий и учитывать конкретные условия потребления теплоты различными предприятиями, учреждениями и населением. (Технологические затраты теплоты не учитываются). Проект базируется на знаниях курса «Теплотехника» , «Гидравлика, «Теплообменное оборудование». Темой курсового проекта, как правило, является проект теплоснабжения микрорайона города с автотранспортного предприятия –грузового, автобусного, таксомоторного. Для повышения результативности работы темы курсовых проектов, как правило, частично связаны с заданиями предприятий, на которых работают студенты. В проекте должны быть использованы последние достижения техники и передовые методы работы.

В методических указаниях указаны 15 вариантов заданий для выполнения курсового проекта. Вариант выбирается по номеру списка студентов в зачетной ведомости.

**2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

Рассчитать систему теплоснабжения, а именно:

* дать краткий анализ объектов теплопотребления и выбранного источника тепла (котельная или ТЭЦ);
* произвести выбор теплоносителя (перегретая вода или пар) и системы теплоснабжения (открытая, закрытая, двух- или многотрубная);
* определить тепловые нагрузки абонентов, построить график продолжительности;
* выбрать способ и метод регулирования отпуска тепла;
* выбрать и рассчитать температурный график и произвести его корректировку;
* дать экономическое обоснование принятых в работе технических решений;
* сформулировать выводы по курсовой работе.

В графической части курсовой работы необходимо выполнить 2 чертежа формата А1:

* схему тепловых сетей (1 л.),

Образцы чертежей приведены в Прил. 4.

Методика выполнения расчетов изложена в [4, 5]. При выполнении курсовой работы целесообразно использовать техническую, нормативную и справочную литературу [1 - 23].

**Расчетная схема**

теплосети принимается одинаковой для всех вариантов.

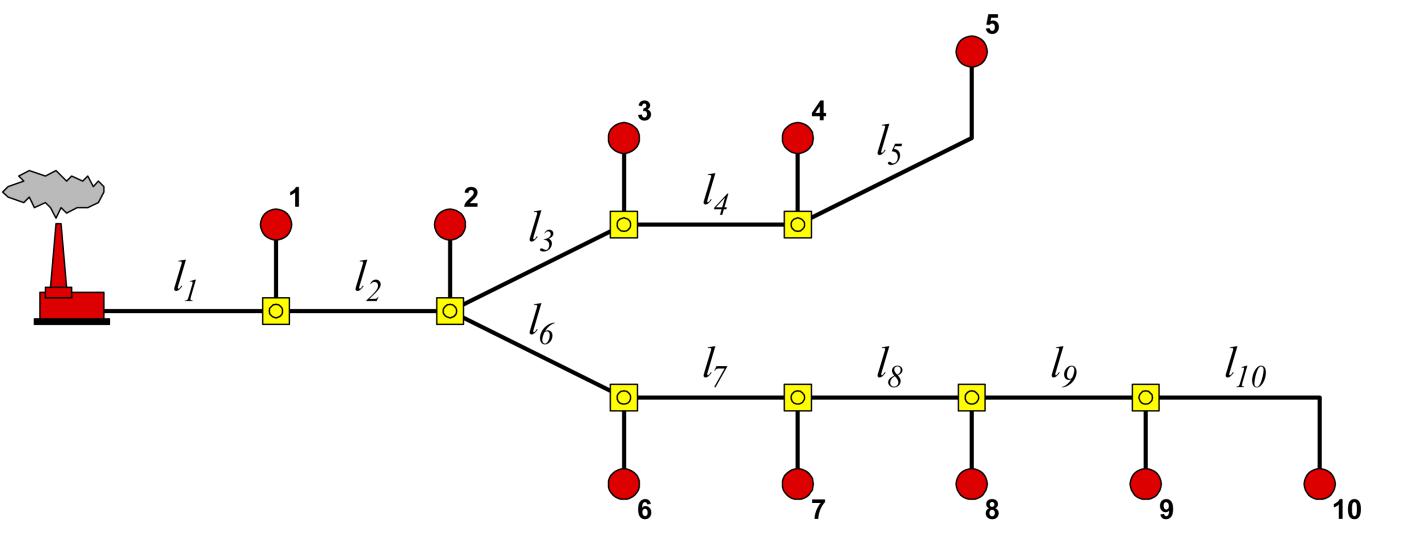


Рис. 1 Расчетная схема тепловой сети

***Обозначения объектов:***

***Промышленные цехи****:* Б–цех бумагоделательных машин;В–варочныйцех целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК); Д – деревообрабатывающий цех; К – кузнечный цех; М – механический цех; Р – цех регенерации извести ЦБК; РМ – ремонтно-механический цех; Ч – чугунолитейный цех.

***Жилищно-коммунальные объекты***:А–административное здание;БН – больница; Г – гостиница; ДЖ – дом жилой; КТ – кинотеатр; МГ – магазин; О – общежитие; П – поликлиника; ПП – предприятие общест-венного питания; Т – театр; У – учебное заведение; Я – ясли-сад.

***Показатели обитания* (число,количество**):БК–больничных коек;ДС – душевых сеток; Ж – жителей; КБ – блюд; КМ – мест; ЧП – посещений.

Варианты заданий по выполнению курсового проекта.

Населенные пункты

**Вариант 1**

г. Архангельск

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | Д | К | РМ | П | ДЖ | ДЖ | ПП | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 18 | 27 | 11 | 12 | 8х20 | 12х25 | 5 | 6х18 | 12х20 | 10х24 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 12 | 17 | 24 | 32 | 40 | 52 | 45 | 27 | 30 | 35 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ЧП- | Ж- | Ж- | КБ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 6 | 12 | 4 | 350 | 320 | 410 | 1600 | 300 | 325 | 400 |
| Длина участка | 500 | 200 | 350 | 720 | 380 | 650 | 510 | 320 | 250 | 600 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – глинистый; уровень грунтовых вод – низкий.

**Вариант 2**

г. Вологда

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | Ч | К | М |  | Я | ДЖ | ДЖ | КТ | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 30 | 32 | 16 | 7 | | 9х23 | 11х27 | 12 | 8х18 | 10х20 | 12х24 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 17 | 19 | 20 | 12 | | 32 | 29 | 35 | 28 | 32 | 36 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | КМ- | | Ж- | Ж- | ЧП- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 12 | 16 | 6 | 150 | | 380 | 450 | 850 | 300 | 330 | 400 |
| Длина участка | 650 | 170 | 400 | 820 | | 390 | 670 | 320 | 420 | 280 | 500 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – крупнопесчаный; уровень грунтовых вод – низкий.

**Вариант 3**

г. Иркутск

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | М | К | РМ | У | ДЖ | ДЖ | Б | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 12 | 26 | 13 | 3х50 | 10х26 | 14х31 | 32 | 9х16 | 11х22 | 12х20 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 14 | 16 | 21 | 27 | 42 | 39 | 37 | 29 | 33 | 37 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | КМ- | Ж- | Ж- | БК- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 5 | 10 | 6 | 700 | 430 | 510 | 430 | 260 | 360 | 320 |
| Длина участка | 120 | 160 | 180 | 1420 | 310 | 690 | 250 | 400 | 250 | 450 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – слабый; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 4**

г. Москва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | РМ | К | М | Т | ДЖ | ДЖ | МГ | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 15 | 32 | 25 | 28 | 12х30 | 17х33 | 35 | 14х16 | 18х22 | 12х28 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 18 | 20 | 22 | 30 | 45 | 50 | 40 | 32 | 35 | 38 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | ЧП- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 6 | 12 | 10 | 8 | 500 | 550 | 6000 | 250 | 360 | 450 |
| Длина участка | 130 | 80 | 70 | 1300 | 350 | 800 | 310 | 380 | 420 | 650 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – крупнопесчаный; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 5**

г. Новосибирск

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| схеме |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Назначение | К | Ч | М | О | ДЖ | ДЖ | Я | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 35 | 40 | 18 | 28 | 7х25 | 12х23 | 15 | 12х16 | 18х25 | 13х26 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 24 | 22 | 28 | 33 | 40 | 52 | 24 | 30 | 34 | 32 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 12 | 15 | 9 | 1000 | 410 | 440 | 135 | 260 | 410 | 430 |
| Длина участка | 320 | 140 | 80 | 1050 | 420 | 700 | 265 | 330 | 415 | 455 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – слабый; уровень грунтовых вод – низкий.

**Вариант 6**

г. Орел

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Б | Д | Т | ДЖ | ДЖ | У | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 180 | 200 | 90 | 5 | 12х25 | 15х30 | 20 | 7х18 | 11х20 | 9х22 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 13 | 18 | 25 | 32 | 50 | 42 | 22 | 28 | 32 | 36 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 11 | 10 | 6 | 8 | 410 | 500 | 230 | 300 | 325 | 360 |
| Длина участка | 300 | 250 | 340 | 1200 | 500 | 830 | 150 | 310 | 240 | 550 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 7**

г. Соликамск

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Б | Р | А | ДЖ | ДЖ | Т | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 200 | 210 | 125 | 28 | 12х30 | 14х35 | 26 | 6х18 | 8х22 | 12х15 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 18 | 21 | 23 | 25 | 34 | 35 | 22 | 32 | 35 | 30 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 14 | 12 | 7 | 4 | 500 | 570 | 750 | 300 | 360 | 250 |
| Длина участка | 120 | 90 | 45 | 765 | 1250 | 850 | 570 | 230 | 440 | 375 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Объект расположен в районе вечной мерзлоты.

**Вариант 8**

г. Тверь

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Д | Р | А | Г | ДЖ | У | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 160 | 120 | 140 | 25 | 30 | 12х30 | 24 | 6х18 | 10х22 | 12х25 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 12 | 19 | 24 | 30 | 34 | 35 | 22 | 29 | 33 | 38 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | КМ- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 10 | 8 | 12 | 2 | 500 | 500 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Длина участка | 80 | 130 | 90 | 800 | 450 | 850 | 1250 | 300 | 230 | 500 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – глинистый; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 9**

г. Хабаровск

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | Д | Ч | М | КТ | ДЖ | ДЖ | Б | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 35 | 70 | 20 | 17 | 9х22 | 12х27 | 28 | 12х15 | 15х20 | 10х18 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 17 | 20 | 23 | 20 | 32 | 40 | 33 | 31 | 36 | 29 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ЧП- | Ж- | Ж- | БК- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 16 | 10 | 8 | 1200 | 360 | 450 | 3500 | 250 | 320 | 280 |
| Длина участка | 70 | 85 | 75 | 920 | 450 | 700 | 380 | 420 | 370 | 525 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – скальный.

**Вариант 10**

г. Ярославль

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Д | Р | ПП | ДЖ | ДЖ | Я | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 180 | 150 | 135 | 16 | 11х28 | 16х32 | 2х15 | 6х14 | 10х18 | 11х21 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 26 | 28 | 24 | 21 | 38 | 30 | 24 | 30 | 34 | 37 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | КБ- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 12 | 10 | 8 | 2500 | 450 | 525 | 280 | 220 | 300 | 330 |
| Длина участка | 155 | 70 | 95 | 970 | 550 | 850 | 180 | 330 | 260 | 350 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – низкий.

Вариант 11

г. Калининград

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Б | Д | Т | ДЖ | ДЖ | У | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 180 | 200 | 90 | 5 | 12х25 | 15х30 | 20 | 7х18 | 11х20 | 9х22 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 13 | 18 | 25 | 32 | 50 | 42 | 22 | 28 | 32 | 36 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 11 | 10 | 6 | 8 | 410 | 500 | 230 | 300 | 325 | 360 |
| Длина участка | 300 | 250 | 340 | 1200 | 500 | 830 | 150 | 310 | 240 | 550 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 12**

г. Дудинка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Б | Р | А | ДЖ | ДЖ | Т | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 200 | 210 | 125 | 28 | 12х30 | 14х35 | 26 | 6х18 | 8х22 | 12х15 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 18 | 21 | 23 | 25 | 34 | 35 | 22 | 32 | 35 | 30 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 14 | 12 | 7 | 4 | 500 | 570 | 750 | 300 | 360 | 250 |
| Длина участка | 120 | 90 | 45 | 765 | 1250 | 850 | 570 | 230 | 440 | 375 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Объект расположен в районе вечной мерзлоты.

Вариант 13

г. Алма-Ата

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Б | Д | Т | ДЖ | ДЖ | У | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 180 | 200 | 90 | 5 | 12х25 | 15х30 | 20 | 7х18 | 11х20 | 9х22 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 13 | 18 | 25 | 32 | 50 | 42 | 22 | 28 | 32 | 36 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 11 | 10 | 6 | 8 | 410 | 500 | 230 | 300 | 325 | 360 |
| Длина участка | 300 | 250 | 340 | 1200 | 500 | 830 | 150 | 310 | 240 | 550 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – высокий.

**Вариант 14**

г. Астана

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Д | Р | А | Г | ДЖ | У | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 160 | 120 | 140 | 25 | 30 | 12х30 | 24 | 6х18 | 10х22 | 12х25 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 12 | 19 | 24 | 30 | 34 | 35 | 22 | 29 | 33 | 38 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | ДС- | КМ- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 10 | 8 | 12 | 2 | 500 | 500 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Длина участка | 80 | 130 | 90 | 800 | 450 | 850 | 1250 | 300 | 230 | 500 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – глинистый; уровень грунтовых вод – высокий

Вариант 15

г. Курган

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  |  |  |  | Объекты | |  |  |  |  |
|  | промышленные | | |  | жилищно-коммунальные | | | | |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Назначение | В | Д | Р | ПП | ДЖ | ДЖ | Я | ДЖ | ДЖ | ДЖ |
| Количество х | 180 | 150 | 135 | 16 | 11х28 | 16х32 | 2х15 | 6х14 | 10х18 | 11х21 |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка | 26 | 28 | 24 | 21 | 38 | 30 | 24 | 30 | 34 | 37 |
| от оси сетевого |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | КБ- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |
| обитания | 12 | 10 | 8 | 2500 | 450 | 525 | 280 | 220 | 300 | 330 |
| Длина участка | 155 | 70 | 95 | 970 | 550 | 850 | 180 | 330 | 260 | 350 |
| *l*,м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – низкий.

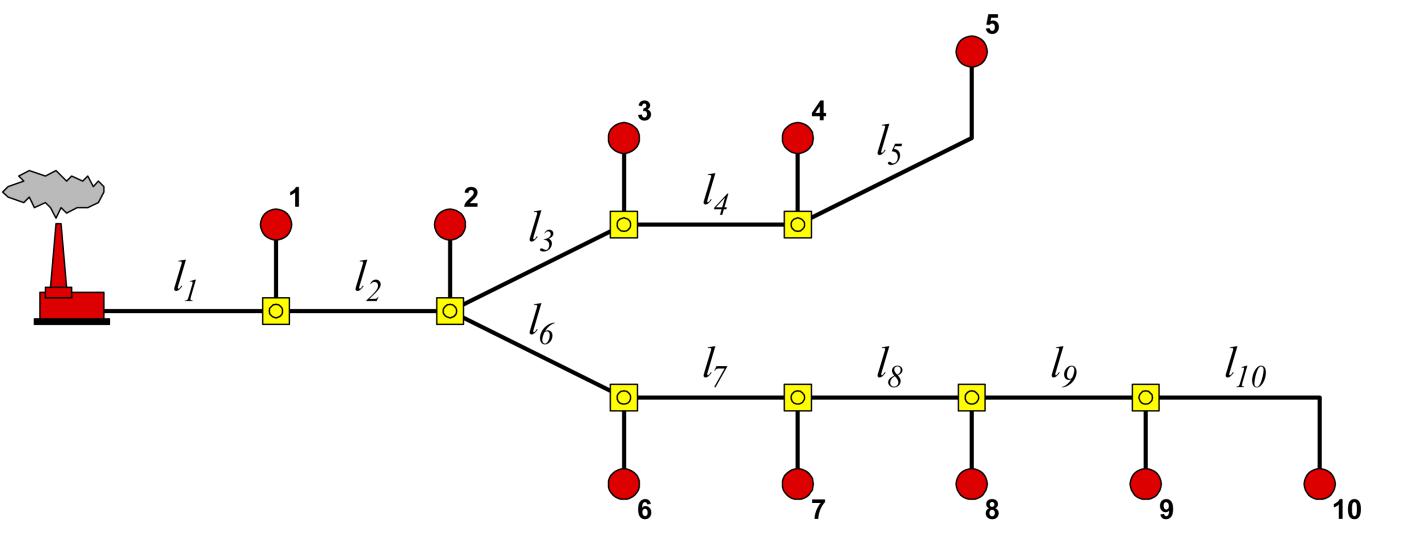
1. **Пример** выполнения курсового проекта.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Населённый пункт: г. Курган

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ***Объекты*** | |  |  |  |  |  |
| ***Наименование*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ***промышленные*** | | |  | ***жилищно-коммунальные*** | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номер на схеме | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Назначение | К | Ч | М | У | ДЖ | ДЖ | Я | ДЖ | ДЖ | ДЖ |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество х | 257,15 | 218, 57 | 120 | 17 | 9х22 | 16х32 | 2х15 | 8х20 | 12х24 | 10х18 |  |
| объем, тыс. м3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высота-отметка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| от оси сетевого | 26 | 28 | 24 | 20 | 32 | 34 | 12 | 27 | 30 | 35 |  |
| насоса, м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Показатель | ДС- | ДС- | ДС- | КМ- | Ж- | Ж- | КМ- | Ж- | Ж- | Ж- |  |
| обитания | 12 | 10 | 8 | 1200 | 350 | 500 | 60 | 320 | 400 | 300 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Длина участка, | 140 | 60 | 85 | 110 | 450 | 300 | 180 | 310 | 440 | 600 |  |
| м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Грунт – сильный; уровень грунтовых вод – низкий.



Расчетная схема теплосети

1. **Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения**

***Климатологические данные г. Кургана [12]***

Расчётная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления: tНО = -25° С.

Расчётная температура зимняя вентиляционная: tНВ = - 12° С.

Отопительный период:

* продолжительность: nО = 216 суток = 5 184 часа,
* средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца:

tХМ = -7,7° С,

* средняя температура наружного воздуха в отопительном сезоне: tСР.З = -2,2° С.
* средняя температура наружного воздуха в неотопительном сезоне: tСР.Л = + 17,8° С.

Тепловая нагрузка объектов теплопотребления состоит из отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Технологическая нагрузка в курсовой работе (проекте, далее по тексту проект) не рассматривается. Таким образом, поскольку все указанные виды теплового потребления являются низко-потенциальными, ***в качестве теплоносителя выбираем перегретую воду.***

***Основные преимущества воды как теплоносителя:***

1. Бóльшая удельная комбинированная выработка электроэнергии на ТЭЦ на базе теплового потребления.
2. Возможность центрального регулирования однородной тепловой нагрузки или определенного сочетания двух разных видов нагрузки при одинаковом отношении расчетных величин этих нагрузок у абонентов.
3. Сохранение конденсата на ТЭЦ, что имеет особенно важное значение для станций высокого давления.
4. Повышенная аккумулирующая способность водяной системы.
5. Возможность транспортировки воды на большие расстояния без заметного уменьшения ее теплового потенциала (до 25 ÷ 30 км).
6. Сравнительно низкая температура воды, а следовательно, и поверхности нагревательных приборов.

***Основные недостатки воды как теплоносителя:***

1. Большой расход электроэнергии на транспортировку.
2. Бóльшая чувствительность к авариям.
3. Жесткая гидравлическая связь между всеми точками системы вследствие большой плотности и несжимаемости воды.

***По количеству труб выбираем двухтрубную систему*** как наиболее

4

дешевую.

* + соответствии со статьей 29 п. 8 и 9 Федерального закона № 190 ФЗ от 27 июля 2010 г. «О теплоснабжении» (с поправками согласно Федеральному закону от 7 декабря 2011 г. № 417-ФЗ "О внесении изменений
* отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О водоснабжении и водоотведении")

[21, 22]:

*- с 1 января 2013 года подключение объектов капитального строительства потребителей к централизованным открытым системам теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается;*

* + - *с 1 января 2022 года использование централизованных открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается.*

***Основные преимущества закрытых систем теплоснабжения:***

1. Гидравлическая изолированность водопроводной воды, поступающей на ГВС, повышает ее качество и упрощает санитарный контроль за ГВС.
2. Упрощен контроль герметичности системы теплоснабжения.

***Основные недостатки закрытых систем теплоснабжения:***

1. Усложнение оборудования и эксплуатации абонентских вводов из-за наличия водоподогревателей ГВС.
2. Выпадение накипи в водоподогревателях и трубопроводах местных установок ГВС при использовании водопроводной воды, имеющей повышенную карбонатную жесткость.
3. Коррозия местных установок ГВС из-за поступления в них недеаэрированной воды, особенно при мягкой водопроводной воде с большим содержанием растворенных газов О2 и СО2, а также при наличии в воде хлоридов и сульфитов.

Таким образом, ***выбираем закрытую систему теплоснабжения***.

Для уменьшения диаметров трубопроводов и затрат на транспортировку сетевой воды ***принимаем расчётную температуру*** ***сетевой воды в подающем трубопроводе в отопительном сезоне равной 150 ºС, а в обратном – равной 70 ºС, в неотопительном периоде – в подающем трубопроводе 70 ºС, в обратном 40 ºС.***

1. **Расход теплоты на отопление**

Задачей отопления является поддержание внутренней температуры помещений на заданном уровне, что достигается путем сохранения равновесия между теплопритоком и тепловыми потерями здания.

Тепловые потери зданий возникают за счет теплопередачи через наружные ограждения QОГР и инфильтрации за счет проникновения холод-ного воздуха через неплотности наружных ограждений QИ, за счет на-гревания поступающих извне материалов, естественного испарения влаги с открытых поверхностей и других причин.

Потеря тепла теплопередачей через наружные ограждения QОГР зависит от термического сопротивления ограждающих конструкций, степени остекленности здания, этажности, степени обдуваемости стен ветром, ориентации наружных поверхностей и других факторов.

Теплоприток в здание складывается из подвода тепла через отопительную систему QО и внутренних тепловыделений QТВ*.* Источником внутренних тепловыделений в жилых зданиях являются обычно люди, приборы для приготовления пищи (газовые, электрические плиты), электроприборы (холодильники, освещение и пр.). Эти тепловыделения носят в значительной мере случайный характер и не поддаются регулированию по времени. Кроме того, они не распределяются равномерно по зданию.

Источником внутренних тепловыделений в промышленных зданиях являются различного рода тепловые и силовые установки и механизмы (печи, сушила, двигатели и др.).

Таким образом, тепловой баланс отапливаемого здания определяется по уравнению:

|  |  |
| --- | --- |
| QО = QОГР + QИ – QТВ . | (2.1) |

Для расчета тепловых нагрузок системы отопления чаще всего применяют метод, основанный на использовании понятия удельной теплопотери здания.

*Удельная теплопотеря здания q0, представляет собой* ***часовые*** *потери тепла через наружные ограждения при разности внутренней и наружной температур в 1 градус, отнесенные к 1 м3 объема здания по наружному обмеру.*

Значения удельных теплопотерь приводятся в таблицах для расчетной температуры наружного воздуха tНО = -30º С. При значении температуры наружного воздуха в рассчитываемом регионе tНО, отличном от -30º С, используют поправочный коэффициент β. Например, для tНО = -25º С,

* = 1,08. Значение qО определяется по формуле qО = β · q(-30° С).

Расчетный расход теплоты на отопление определяем по уравнению теплового баланса отапливаемого здания, Вт:

|  |  |
| --- | --- |
| QОР = (1 + μ) · qО · V · (tВР – tНО) – QТВР, | (2.2) |
| 6 |  |

где μ – коэффициент инфильтрации, представляющий собой отношение теплопотерь от инфильтрации к теплопотерям от теплопередачи через наружные ограждения, μ = QИ/QОГР;

q(-30°С) – выбираем по табл. 3.4П [5], Вт/(м3 · ºС); поправочный коэффициент β выбираем по табл. 3.3П [5];

V – объём отапливаемого здания по наружному обмеру (указан в задании на проектирование ), м3;

tВР – выбираем по табл. 3.5П [5], °С;

tНО – выбираем по климатологической табл. 3.6П [5], °С;

QТВР **–** расчетное значение внутренних тепловыделений; его величину выбираем по табл. 3.7П [5], Вт.

Расчет расхода тепла на отопление приведен в табл. 1.

Таблица 1

**Расчётный расход теплоты на отопление**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Объект | V | μ | qО | β | tВР | tНО | QТВР | QОР | |  |
|  |  |  |  | Вт/ |  | °С | °С |  |  |  |  |
|  |  | м3 |  | (м3· °С) |  | Вт | Вт | кДж/ч |  |
| 1 | Кузнечный |  | 0,25 |  | 1,08 |  |  |  |  |  |  |
|  | цех | 257 150 |  | 0.18 |  | 16 | - 25 | 2 180 630 | 381 355 | 1 372 878 |  |
| 2 | Чугунолитей- |  | 0,25 |  | 1,08 |  | - 25 |  |  |  |  |
|  | ный цех | 218 570 |  | 0.21 |  | 16 |  | 1 923 416 | 617 132 | 2 221 170 |  |
| 3 | Механичес- |  | 0,25 |  | 1,08 |  | - 25 |  |  |  |  |
|  | кий цех | 120 000 |  | 0.44 |  | 15 |  | 1 800 000 | 1 051 200 | 3 784 320 |  |
| 4 | Учебное | 17 000 | 0 | 0.49 | 1,08 | 18 | - 25 | - | 386 845 | 1 392 643 |  |
|  | заведение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 9 жилых |  | 0 |  | 1,08 |  | - 25 |  |  |  |  |
|  | домов | 22 000 |  | 0.44 |  | 18 |  | - | 4 045 851 | 14 565 064 |  |
| 6 | 16 жилых |  | 0 |  | 1,08 |  | - 25 |  |  |  |  |
|  | домов | 32 000 |  | 0.42 |  | 18 |  | - | 9 986 288 | 35 950 637 |  |
| 7 | 2 ясли-сада | 15 000 | 0 | 0.5 | 1,08 | 20 | - 25 | - | 729 000 | 2 624 400 |  |
| 8 | 8 жилых |  | 0 | 0.45 | 1,08 | 18 | - 25 | - |  |  |  |
|  | домов | 20 000 |  |  |  |  |  |  | 3 343 680 | 12 037 248 |  |
| 9 | 12 жилых | 24 000 | 0 | 0.43 | 1,08 | 18 | - 25 | - |  |  |  |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  | 5 751 132 | 20 704 075 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 10 жилых | 18 000 | 0 | 0.49 | 1,08 | 18 | - 25 | - |  |  |  |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  | 4 096 010 | 14 745 630 |  |
|  | ИТОГО: |  |  |  |  |  |  |  | 30 432 961 | 109 558 660 |  |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

При наличии нескольких одинаковых объектов в группе определение расчетного расхода тепла производят для одного объекта, а затем полученный расход тепла умножают на количество объектов.

Для промышленных объектов с концентрированными источниками тепловыделений (кузнечный и чугунолитейный цехи) принимаем объем источников тепловыделений в пределах 10 ÷ 40 % от объема здания: для

7

кузнечного цеха 21,2 %, для чугунолитейного 11 %. Тогда для кузнечного цеха Q**ТВР** = 0,212 ∙ 257 150 ∙ 40 = 2 180 630 Вт, для чугунолитейного цеха Q**ТВР** = 0,11 ∙ 218 570 ∙ 80 = 1 923 416 Вт.

Для промышленных объектов с рассредоточенными источниками тепловыделений (механический цех) принимаем объем источников тепловыделений, равный объему цеха. Тогда для механического цеха Q**ТВР** = 120 000 ∙ 15 = 1 800 000 Вт.

Для жилых и общественных зданий максимальное значение ин-фильтрации в большинстве случаев не превосходит 3 ÷ 6 %, что лежит в пределах погрешности расчета теплопотерь; кроме того, величина внутренних тепловыделений также составляет 3 ÷ 6 %, от теплопотерь и имеет противоположный знак. Поэтому с целью упрощения для жилых и общественных зданий принимаем μ = 0 и не учитываем величину внутренних тепловыделений.

Теплопотери инфильтрацией промышленных зданий составляют за-метную величину, нередко достигающую 25 ÷ 30 % теплопотерь через наружные ограждения, учитываем её при расчете, принимаем коэффициент инфильтрации μ = 0,25.

Таким образом, суммарный расчетный расход тепла на отопление всех объектов составил 30,4 МВт или **109,6** **ГДж/ч**.

1. **Расход теплоты на вентиляцию**

Основным назначением вентиляции является поддержание в здании нормального состояния воздушной среды путем нагнетания в него чистого атмосферного воздуха и удаления из помещений вредных выделений производства, излишних внутренних тепловыделений и влаги. При этом в помещении должна поддерживаться внутренняя расчетная температура.

Расход теплоты на вентиляцию общественных зданий составляет значительную долю от суммарного теплопотребления объекта, а для производственных предприятий может превышать расход теплоты на отопление. В жилых зданиях, общежитиях, система вентиляции, как правило, не применяется.

Для определения тепловых нагрузок системы вентиляции используем метод, основанный на использовании понятия удельной вентиляционной характеристики здания.

*Удельный расход теплоты на вентиляцию qВ представляет собой расход теплоты за единицу времени при разности внутренней и наружной температур в 1 градус, отнесенные к 1 м3 объёма здания по наружному обмеру.*

Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования систем вентиляции общественных и производственных помещений принимаем соответствующей параметрам А для теплого и параметрам Б для холодного периодов года.

32

Расчетный расход теплоты на вентиляцию определяем по формуле, Вт:

|  |  |
| --- | --- |
| QВР = qВ · V · (tВР – tНВ), | (3.1) |

где qВ – выбираем по табл. 3.4П [5], Вт/(м3 · °С); tНВ – выбираем по табл. 3.6П [5].

Расчет расхода тепла на вентиляцию приведен в табл. 2.

Таблица 2

**Расчётный расход теплоты на вентиляцию**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Объект | V | |  | qВ | | tВР | tНВ |  | QВР | |  |
|  |  |  | Вт/ | |  |  |  |  |  |  |
| п/п |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | м | 3 | (м | 3 | · °С) | °С | °С | Вт |  | кДж/ч |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | | |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Кузнечный |  |  | 0,35 | | |  | -12 | 2 520 000 |  | 9 072 000 |  |
|  | цех | 257 150 | |  |  |  | 16 |  |  |  |  |  |
| 2 | Чугунолитей- |  |  | 0,95 | | |  | -12 | 5 814 000 |  | 20 930 400 |  |
|  | ный цех | 218 570 | |  |  |  | 16 |  |  |  |  |  |
| 3 | Механический |  |  | 0,13 | | |  | -12 | 421 200 |  | 1 516 320 |  |
|  | цех | 120 000 | |  |  |  | 15 |  |  |  |  |  |
| 4 | Учебное | 17 000 | | 0,42 | | | 18 | -12 | 214 200 |  | 771 120 |  |
|  | заведение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 2 ясли-сада | 15 000 | | 0,12 | | | 20 | -12 | 57 600 |  | 207 360 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ИТОГО: |  |  |  |  |  |  |  | 9 027 000 |  | 32 497 200 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таким образом, суммарный расчетный расход тепла на вентиляцию всех объектов составил 9,03 МВт или **32,5** **ГДж/ч**. Вентиляция жилых зданий не предусматривается.

1. **Расход теплоты на горячее водоснабжение**

ГВС имеет неравномерный характер как по часам суток, так и по дням недели. При известных нормах расхода горячей воды для потребителей средний (средненедельный) часовой расход теплоты на бытовое ГВС отдельных жилых, общественных и промышленных зданий в зимнем периоде определяем по формуле, Вт:

, 

(4.1)

где

1,2 – коэффициент, учитывающий остывание

горячей

воды

в абонентских системах горячего водоснабжения;

m – количество потребителей или единиц измерения, указано в задании на проектирование;

аСР – норма суточного расхода горячей воды в средние сутки с температурой τГ **=** 60**°** C на одного потребителя или единицу изме-рения; определяем по табл. 3.9П [5] или по табл. А2 и А3 [11];

b – расход горячей воды с температурой τГ, кг (л) для общественных зданий, отнесенный к одному жителю района; при отсутствии более точных данных рекомендуется принимать b = 25 кг (л) на 1 чел. в сутки; в настоящем курсовом проекте принимаем b = 0;

Г – температура горячей воды, С; для жилых, общественных и производственных зданий обычно принимают Г = 60 С; для детских учреждений – яслей-садов температура воды, поступаю-щей в краны ГВС, должна быть τГ **=** 37**°** C;

X – температура холодной водопроводной воды, С; при отсутствии данных о температуре холодной воды ее принимают

* отопительном периоде XЗ = 5С, в летнем периоде XЛ = 15С; сРСР – теплоёмкость воды, сРСР = 4,19 кДж/(кг ∙ **°**C);

nС – расчетная длительность подачи тепла на ГВС, ч/сут; для жилых зданий, общежитий, гостиниц, больниц, санаториев, физкультурно-оздоровительных учреждений принимают круглосуточный режим водоразбора nС = 24 ч/сут; для детских яслей-садов принимают nС = 10 ÷ 24 ч/сут, для промышленных предприятии в зависимости от сменности nС = 6 ÷ 24 ч/сут;

3,6 – коэффициент перевода кДж/ч в Вт.

* соответствии с СанПиН 2.1.4.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого

водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования

* обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (п. 2.4) температура горячей воды в местах водоразбора τГ независимо от применяемой системы теплоснабжения должна быть не ниже 60**°** C и не выше 75**°** C [8].

Средний часовой расход теплоты на бытовое ГВС за сутки наи-большего водопотребления определяем по формуле, Вт:

|  |  |
| --- | --- |
| QГСР.С = КСУТ · QГСР.Н , | (4.2) |

где КСУТ – коэффициент суточной неравномерности расхода теплоты; выбираем по табл. 3.9П [5].

Максимальный часовой расход теплоты на бытовое ГВС определяем по формуле, Вт:

|  |  |
| --- | --- |
| QГМАКС = КСУТ · КЧ · QГСР.Н, | (4.3) |

где КЧ – коэффициент часовой неравномерности расхода теплоты за сутки наибольшего водопотребления; определяем по табл. 3.9П [5].

При известных нормах суточного расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления аСР.С (см. табл. 3.9П [5]) средний часовой расход теплоты на ГВС в этом режиме может быть определен также по формуле, Вт:

. (4.4)

При известных нормах часового расхода воды на ГВС в душевых сетках промышленных предприятий в час наибольшего водопотребления аМАКС = 270 л/(ч · душ. сет) (см. табл. 3.9П [5]) максимальный часовой расход теплоты на душевые сетки определяем по формуле, Вт:



. (4.5)

При расчете теплопотребления душевыми сетками в бытовых по-мещениях промышленных предприятий нагрузку ГВС в средние сутки и в сутки наибольшего водопотребления определяем следующим образом. Принимая график работы душевых сеток в режиме наибольшего водопотребления в течение 1 часа после каждой смены и следующее количество смен z в работе промпредприятий:

* кузнечный цех – 2 смены,
* чугунолитейный цех – 3 смены,
* механический цех – 1 смена,

определяем расход теплоты на ГВС в средние сутки и в сутки наибольшего водопотребления, Вт:



(4.6)

.

Расход теплоты на ГВС в летнее время определяем по формуле, Вт:



, (4.7)

где β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на ГВС в неотопительный период по отношению к отопительному периоду; принимается для жилищно-коммунального сектора  0,8 (для курортных и южных городов  1,5), для предприятий  1,0.

Расчет расхода тепла на ГВС приведен в табл. 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 3 | |
|  |  | **Расчётный расход теплоты на горячее водоснабжение** | | | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | m | аСР | КСУТ | КЧ | QГСР.Н | | QГСР.С | QГМАКС |  | QГСР.Л |
| № | Объект |  |  | (аМАКС) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| п/ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| п/ |  |  |  | л/сут |  |  | Вт | кДж/ч | Вт | Вт |  | кДж/ч |
|  |  |  |  | (л/ч) |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Кузнечный |  | 12 | 2· 270 | 1 | - | 20 741 | 74 666 | 20 740,5 | 248 886 |  | 61 090 |
|  | цех |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Чугуноли- |  | 10 | 3· 270 | 1 | - | 25 926 | 93 332 | 25 926 | 207 405 |  | 76 363 |
|  | тейный цех |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Механичес- |  | 8 | 270 | 1 | - | 6 914 | 24 889 | 6 914 | 165 924 |  | 20 363 |
|  | кий цех |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Учебное |  | 1200 | 6 | 1,33 | 3,6 | 23 045 | 82 962 | 30 650 | 110 339 |  | 54 302 |
|  | заведение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 9 жилых |  | 350 | 105 | 1,14 | 2 | 1 058 630 | 3 811 067 | 1 206 838 | 2 413 676 |  | 2 494 517 |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 16 жилых |  | 500 | 105 | 1,14 | 2 | 2 688 583 | 9 678 900 | 3 064 985 | 6 129 970 |  | 6 335 280 |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 2 ясли-сада |  | 60 | 25 | 1,4 | 5,43 | 9 602 | 34 568 | 13 443 | 72 995 |  | 22 626 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 8 | 8 жилых |  | 320 | 105 | 1,14 | 2 | 860 347 | 3 097 248 | 980 795 | 1 961 590 | | 2 027 290 |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 12 жилых |  | 400 | 105 | 1,14 | 2 | 1 613 150 | 5 807 340 | 1 838 991 | 3 677 982 |  | 3 801 168 |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 10 жилых |  | 300 | 105 | 1,14 | 2 | 1 008 219 | 3 629 588 | 1 149 369 | 2 298 739 |  | 2 375 730 |
|  | домов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ИТОГО: |  |  |  |  |  | 7 315 155 | 26 434 559 | 8 338 651 | 17 167 506 | | 17 248 729 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

При наличии нескольких одинаковых объектов в группе определение расчетного расхода тепла производят для одного объекта, а затем полученный расход тепла умножают на количество объектов.

Таким образом, суммарный ***средний*** расчетный расход тепла на ГВС всех объектов ***в зимнем периоде*** составил 7,32 МВт или **26,4** **ГДж/ч,** суммарный ***максимальный*** расчетный расход тепла на ГВС всех объектов ***в*** ***зимнем периоде*** составил17,16МВт или**61,78ГДж/ч**;суммарный ***средний*** расчетный расход тепла на ГВС всех объектов ***в летнем периоде*** составил 4,78 МВт или **17,2** **ГДж/ч**.

Суммарная расчётная коммунально-бытовая и сантехническая нагрузка

|  |  |
| --- | --- |
| всех потребителей составляет: |  |
| ΣQР = QОР + QВР +QГСР = 30,4 + 9,03 + 7,32 = 46,75 МВт = |  |
| = 168,3 ГДж/ч = 40,17 Гкал/ч . | (4.8) |
| 36 |  |

1. **Расходы теплоты на переменных режимах**

Определяем изменение суммарных тепловых нагрузок в зависимости от температуры наружного воздуха для характерных режимов:

* максимально-зимнего – выполняется при температуре наружного воздуха для расчета и проектирования системы отопления tН = tНО = -25° С; на основании расчёта определяют максимальную производительность основных и пиковых котлов;
* при температуре наружного воздуха для расчета и проектирования системы вентиляции tН = tНВ = -12° С;
* контрольно-расчетного – выполняют при средней температуре наиболее холодного месяца tН = tХМ = -7,7° С; на основании расчета проверяют обеспеченность электрических и тепловых нагрузок принятому основному и резервному оборудованию, в этом режиме допускается использование пиковых теплоэнергоисточников;
* среднеотопительного (среднезимнего) – выполняют при средней

температуре наружного воздуха в отопительном периоде tН = tСР.З = -2,2° С; данный режим используется для выполнения планово-экономических расчетов;

* переходного – выполняют при наружной температуре начала и конца отопительного сезона tНК = +8° С и относительной влажности воздуха

φ = 70 %;

* среднелетнего – выполняют при отсутствии отопительной нагрузки при параметрах А для теплого периода года, tН = +17,8° С.

Указанные характерные температуры наружного воздуха выбираем по табл. 3.6П [5] или по табл. 1, 2 и 3 [12].

Закономерности изменения суммарной коммунально-бытовой и сантехнической нагрузок в течение года полагаем совпадающими.

Для указанных режимов расход теплоты на отопление определяем по формуле, Вт:

|  |  |
| --- | --- |
| QО = φО · QОР , | (5.1) |

где φО – коэффициент расхода теплоты на отопление, равный относительной

отопительной нагрузке  :



|  |  |
| --- | --- |
| . | (5.2) |

При определении φО (а также φВ) температуру tВР принимаем по большинству потребителей, так как основными потребителями теплоты являются жилые дома, то принимаем tВР *=* 20° С.

|  |  |
| --- | --- |
| Расход теплоты на вентиляцию определяем по формуле, Вт: |  |
| QВ = φВ · QВР , | (5.3) |
| 37 |  |

где φВ – коэффициент расхода теплоты на вентиляцию,



(5.4)

.

В интервале температур наружного воздуха от tНВ до tНО расход теплоты на вентиляцию у потребителей без выделения вредных выбросов имеет постоянное максимальное значение, равное QВР, при наличии вредных выделений у промышленных предприятий принимаем tНВ = tНО и поэтому расход теплоты на их вентиляцию будет линейно зависеть от tН в течение всего отопительного сезона.

Расход теплоты на ГВС полагаем не зависящим от температуры

|  |  |
| --- | --- |
| наружного воздуха, Вт: |  |
| QГ = QГСР.Н = const. | (5.5) |

Результаты расчетов представлены в табл. 4, по данным которой строится график суммарного коммунально-бытового и сантехнического тепло-потребления, покрываемого водяным теплоносителем (рис.1).

1. **Годовые расходы теплоты и топлива. Построение графика продолжительности тепловой нагрузки**

Годовые расходы теплоты коммунально-бытовыми и сантехническими потребителями:

* на отопление

|  |  |
| --- | --- |
| QОГОД = QОСР.З · nО = 47,0 · 5 184 = 243 648 ГДж/год , | (6.1) |

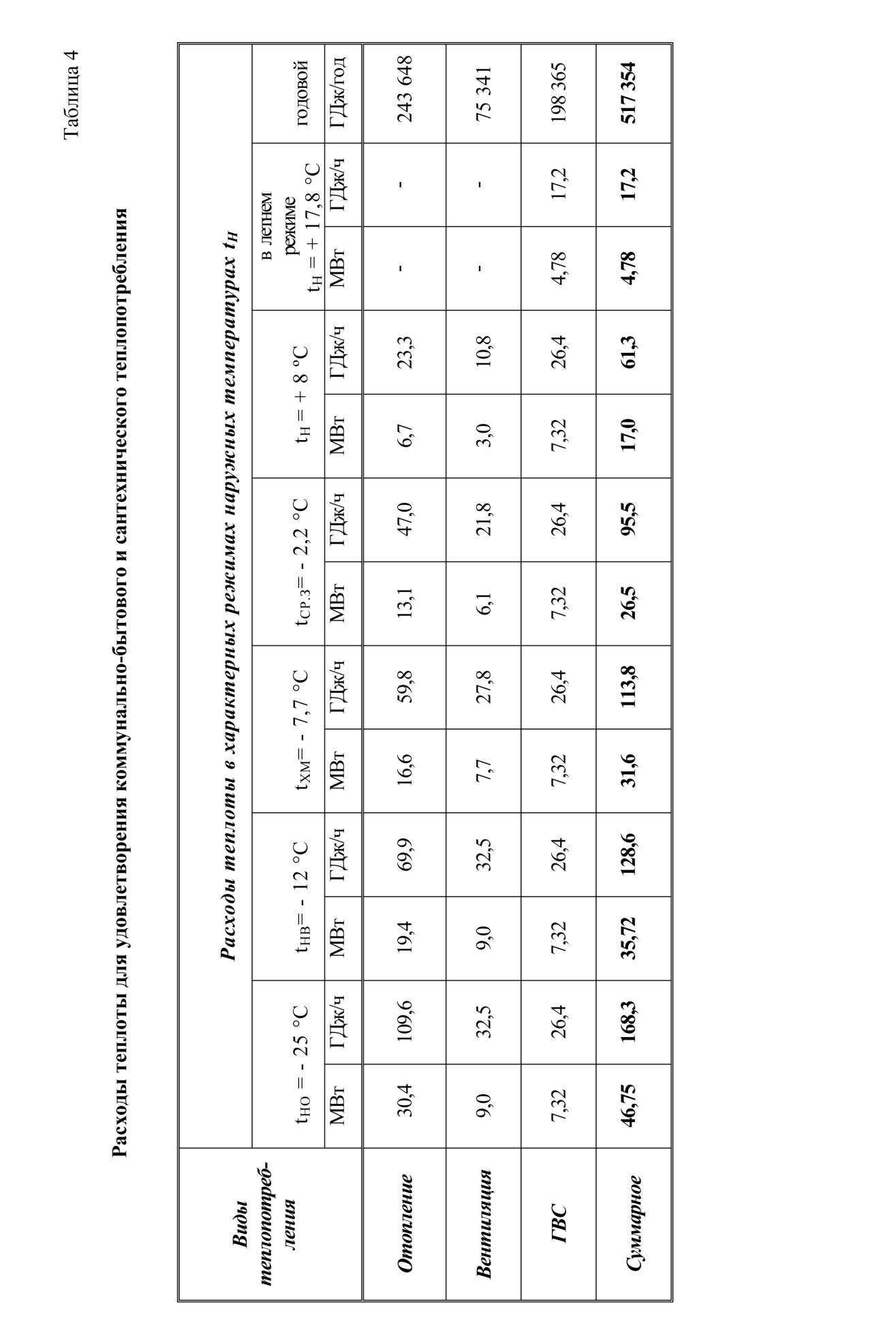
* на вентиляцию

 (6.2)

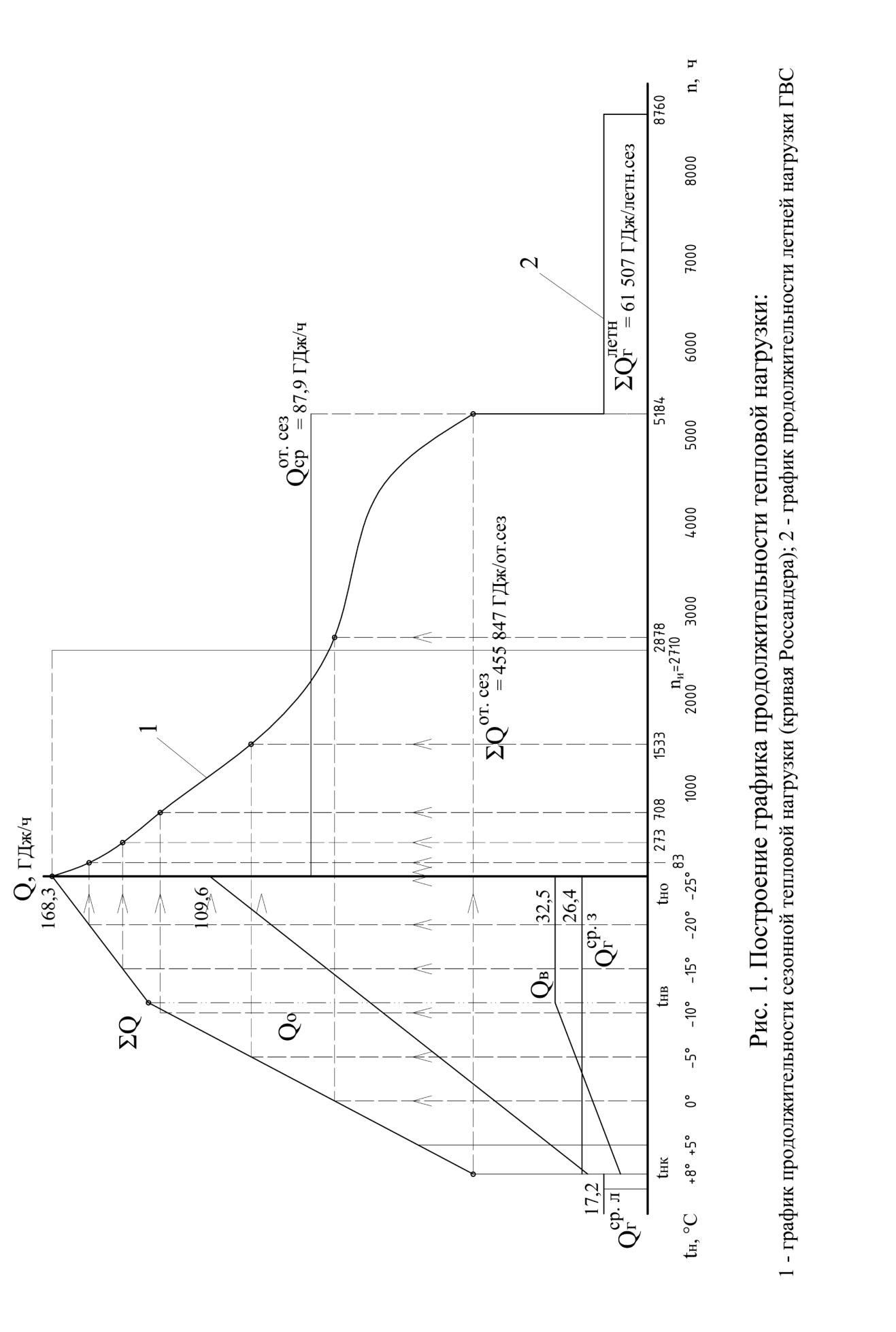
где nО – длительность отопительного сезона, ч; nО = 5 184 ч;

nВ – время работы за сутки систем вентиляции производственных и общественных зданий, ч; принимаем средневзвешенное значение nВ = 16 ч.

38



39



40

* на ГВС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ГОД |  |  | СР.З | | |  | СР.Л | | · (8760 – nО) = 26,4 · 5184 + 17,2 · (8760 – 5184) = | | | | | | | | |  |  |
| QГ | = QГ | | |  |  | · nО + QГ | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | = 136 858 + 61 507 = 198 365 ГДж/год. | | | | | | | | | | | | (6.3) |  |
| Суммарный расход теплоты на коммунально-бытовые и сантехнические | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| нужды за отопительный сезон: | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑QКБ.СТ | | ОТ.СЕЗ | |  |  | ГОД | + QВ | | | ГОД | | + QГ | | ОТ.СЕЗ | | | = 243 648 + 75 341 + 136 858 = |  |  |
|  |  | = QО | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | = 455 847 ГДж/от.сез = 108 794 Гкал/от.сез | | | | | | | | | | | | (6.4) |  |
| Суммарный годовой расход теплоты на коммунально-бытовые и | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| сантехнические нужды: | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑QКБ.СТ | | | ГОД | |  | ГОД | | + QВ | | | ГОД | | + QГ | | ГОД | = 243 648 + 75 341 + 198 365 = | |  |  |
|  |  | = QО | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | = 517 354 ГДж/год = 123 473 Гкал/год | | | | | | | | | | | | (6.5) |  |

Для установления экономичного режима работы теплофикационного оборудования, выбора наивыгоднейших параметров теплоносителя, а также для других плановых и технико-экономических исследований необходимо знать длительность работы системы теплоснабжения при различных режимах

* течение года. Для этой цели строятся графики продолжительности тепловой нагрузки (графики Россандера).

Для построения графика следует использовать продолжительности стояния температуры наружного воздуха **ниже** выбираемой для построения, приведенные в табл. 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | Таблица 5 | |  |
|  | **Продолжительность стояния наружных температур** | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| tН, °С | **Ниже** | –15 | –10 | –5 | 0 | +8 | Всего |  |  |
| –20 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| n, ч | 83 | 273 | 708 | 1533 | 2878 | 5184 | 5184 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По оси абсцисс в левой части откладывают значения температур наружного воздуха, tН, в правой части – время в часах, равное продолжительности года nГ = 8760 ч  365 сут. – продолжительность календарного года, (при проведении летних профилактических работ с прекращением подачи тепла в сеть продолжительность работы системы теплоснабжения принимается nГ  8400 ч  350 сут.), по оси ординат откладывают суммарные часовые нагрузки рассматриваемых видов теплопотребления (отопление, вентиляция, ГВС), Гкал/ч, ГДж/ч, (Вт).

* левой части строят суммарный график изменения тепловых нагрузок от температуры наружного воздуха по данным таблицы суммарных тепловых нагрузок.
* правой части строят график продолжительности. Для построения линии продолжительности из интервала температур наружного воздуха для данной местности выбирают ближайшее к tНО  -25С, большее значение tН, кратное 5, tН  -20С.

По климатологической таблице определяют продолжительность стояния наружных температур **ниже** выбранного значения tН  -20С — 83 ч. Находят указанные величины на осях абсцисс и проводят вертикальные линии построения: «температурную» в левой части и «часовую» — в правой части графика.

Затем, пользуясь графиком суммарной тепловой нагрузки в левой части,

проводят горизонтальную линию построения до ее пересечения

* вертикальной «часовой» линией в правой части. Точка пересечения определит положение линии графика продолжительности.

Далее в аналогичной последовательности выполняют построение для

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| остальных значений | температур | наружного воздуха: | tН |  | -15С – | 237 | ч; |
| tН  -10С – 708 ч; | tН  | -5С – 1533 ч; | tН |  | 0С – | 2878 | ч; |

tН  +8С – 5184 ч.

Летнюю нагрузку ГВС на графике продолжительности наносят в виде прямоугольника с основанием, равным длительности межотопительного периода (nГ – nО)  (8760 – 5184) ч и высотой, равной летней среднечасовой нагрузки ГВС — QГСР.Л.

Площадь под кривой *1* продолжительности тепловой нагрузки равна расходу теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС за отопительный сезон ∑QОТ.СЕЗ. Площадь под линией *2* продолжительности тепловой нагрузки ГВС равна расходу теплоты на горячее водоснабжение за летний период ∑QЛЕТНГ. Суммарная площадь под линиями *1* и *2* продолжительности тепловой нагрузки равна расходу теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС за весь год

∑QГОД.

Если по оси абсцисс графика продолжительности сезонной тепловой нагрузки построить равновеликий прямоугольник площадью, равной площади под графиком продолжительности, то высота этого прямоугольника будет равна среднему расходу теплоты за отопительный сезон, вычисляемому по следующей формуле, Вт или ккал/ч:



(6.6)

.

Если на оси ординат графика продолжительности тепловой нагрузки построить равновеликий прямоугольник площадью, равной площади под графиком продолжительности, то основание этого прямоугольника будет равно длительности использования расчетной сезонной тепловой нагрузки за отопительный сезон, ч:



(6.7)

Площадь, ограниченная осями координат и построенной кривой, равна расходу теплоты на все виды теплоснабжения за отопительный сезон. Этот расход теплоты определяем произведением масштабного коэффициента на площадь графика в квадратных сантиметрах S = 91 см2. Масштабный коэффициент m равен произведению масштабов по оси абсцисс m1 = 500 ч/см и оси ординат m2 = 10 ГДж/(ч · см). Расход теплоты за отопительный сезон составляет, ГДж:

|  |  |
| --- | --- |
| ∑QОТ.СЕЗ = m · S = 500 · 10 · 91 = 455 847 ГДж. | (6.8) |

На оси абсцисс графика продолжительности тепловой нагрузки построим равновеликий прямоугольник, его высота будет равна среднему расходу теплоты за отопительный сезон, ГДж/ч:



(6.9)

,

где nО – длительность отопительного сезона, ч/сезон.

На оси ординат графика продолжительности тепловой нагрузки построим равновеликий прямоугольник, его основание будет равно длительности использования расчетной тепловой нагрузки:



(6.10)

Полный годовой график продолжительности получаем прибавлением нагрузки QЛЕТН в летний период, длительность которого равна (8760 – nО) часов.

∑QЛЕТН = QГСР.Л · (8760 – nО) = 17,2 · (8760 – 5184) = 61 507 ГДж. (6.11)

Расход топлива для покрытия всех видов теплового потребления за отопительный сезон, т у.т./от.сез и за год, т у.т./год:



(6.12)



(6.13)

где QРН – теплотворная способность условного топлива, QРН = 29 300 кДж/кг; СН – коэффициент расхода на собственные нужды источника тепла;

* зависимости от вида топлива (газомазутное или твердое) и типа электростанции (КЭС или ТЭЦ); СН  0,04 ÷ 0,08, для котельной

СН = 0,03; принимаем СН = 0,03.

ηК – КПД источника теплоснабжения; принимаем ηк = 0,9; ηТС – КПД тепловой сети, принимаем ТС = 0,92

ВОТ.СЕЗ = (1 + 0,03) ∙ 455 847 / (29 300 ∙10-3 ∙ 0,9 ∙ 0,92) = 19 353 т у.т./от.сез

ВГОД= (1 + 0,03) ∙ (455 847 + 61 507) / (29 300 ∙ 10-3 ∙ 0,9 ∙ 0,92) = 21 965 т у.т./год.

1. **Обоснование выбора и краткая характеристика источника теплоснабжения**

Тип источника теплоснабжения определяем по расчётным нагрузкам коммунально-бытовых и сантехнических потребителей.

Технико-экономические исследования показывают, что при расчетной тепловой нагрузке потребителей до 100 МВт в качестве источника теплоснабжения целесообразно выбирать водогрейные котельные.

Водогрейные котлы выбирают, исходя из их общей производительности и тепловой мощности, а также характеристик выпускаемых котлов. При выборе основного оборудования котельной исходят из следующих условий:

* 1. Минимальное число агрегатов за счет увеличения их единичной мощности, но не менее двух.
  2. Выбор однотипного оборудования, обеспечивающего требуемые виды теплопотребления.
  3. Пиковые нагрузки потребителей сетевой воды, технологических потребителей должны покрываться от пиковых водогрейных котлов (ПВК). Избыточная теплопроизводительность однотипных ПВК должна быть минимальной.
  4. Деаэрация подпиточной воды тепловых сетей может осуществляться
* вакуумных деаэраторах с применением сетевой воды в качестве греющего теплоносителя.
  1. Для покрытия пиков водопотребления устанавливают баки-аккумуляторы горячей воды.

***Выбор типа и числа котлоагрегатов в котельной***

При централизованный системе теплоснабжения в котельной применяем прямоточные водогрейные котлы серийного изготовления типа КВ-ГМ-20 теплопроизводительностью QКА *=* 23,3 МВт.

Тип котлоагрегата зависит от вида и способа сжигания топлива, теплопроизводительности, вида и параметров теплоносителя. Технические характеристики котлов принимаем по данным заводов-изготовителей табл. 8.5П [5].

Число котлоагрегатов и их теплопроизводительность выбираем по максимальному расходу теплоты, с тем чтобы при выходе из строя одного котлоагрегата оставшиеся обеспечивали максимальный отпуск теплоты на технологические нужды, а также средний отпуск теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС среднечасовой в режиме наиболее холодного месяца с учетом расхода теплоты на собственные нужды котельной.

Число рабочих котлоагрегатов z теплопроизводительностью QКА определяем по относительному значению допустимого снижения нагрузки котельной при выходе из строя одного из котлов, обозначаемой α. Если QКОТМАКС максимальная (расчетная) нагрузка котельной, a QХМ *–* нагрузка котельной в режиме наиболее холодного месяца (или допустимое снижение нагрузки), то:

QКОТМАКС = ∑ QP = QНО = 46,75 МВт = 168,3 ГДж/кг,

QХМ = 31,60 МВт = 113,8 ГДж/кг.

Количество котлоагрегатов, покрывающее суммарную расчетную тепловую нагрузку составляет:



(7.1)

.

Однако при выходе из строя одного котла оставшийся в работе второй котел не покроет тепловую нагрузку наиболее холодного месяца. ***Таким*** ***образом, принимается к установке 3 водогрейных котла типа КВ-ГМ-20 номинальной теплопроизводительностью QКА = 23,3 МВт.***

1. **Выбор способа регулирования тепловой нагрузки и схемы присоединения абонентских установок**

* большинстве районов теплоснабжения отопление является основным видом тепловой нагрузки. Поэтому в основу центрального регулирования часто закладывают закон изменения отопительном нагрузки от температуры наружного воздуха tН [10].

При центральном регулировании отпуска тепла используют три метода:

* *качественный,* заключающийся в регулировании отпуска тепла путем

изменения температуры теплоносителя на входе в прибор при сохранении постоянным расхода теплоносителя, подаваемого

в регулируемую установку;

* *количественный,* заключающийся в регулировании отпуска теплапутем изменения расхода теплоносителя при постоянной температуре его на входе в регулируемую установку;

 *качественно-количественный,* заключающийся в одновременномизменении расхода и температуры теплоносителя.

При автоматизации абонентских вводов основное применение в городах имеет в настоящее время центральное качественное регулирование, дополняемое на центральных тепловых пунктах количественным регулированием или регулированием пропусками.

***В настоящем курсовом проекте принимаем центральное качественное регулирование отпуска теплоты на котельной.***

Для повышения эффективности работы системы теплоснабжения используют связное регулирование отпуска тепла по суммарной или совмещенной, тепловой нагрузке. Чаще всего такое регулирование ведут по суммарной нагрузке отопления и ГВС.

*Указанный метод регулирования должен применяться в системах*

* *преобладающей (более 65 %) жилищно-коммунальной нагрузкой, если средняя тепловая нагрузка ГВС QГСР превышает 15 % от расчетной тепловой нагрузки отопления QОР. Применение данного метода регулирования позволяет уменьшить расчетный расход сетевой воды, поступающей на абонентский ввод для удовлетворения двух видов теплового потребления: отопления и ГВС, а следовательно, уменьшить диаметры труб, а также затраты на перекачку сетевой воды*.

Применительно к закрытой системе теплоснабжения указанное

регулирование предполагает использование ***двухступенчатой*** ***последовательной схемы присоединения водонагревателей ГВС***,котораябыла разработана и внедрена профессором Е. Я. Соколовым [10]. Данная схема в сочетании с ***повышенным температурным графиком*** позволяет реализовать метод связного регулирования отпуска тепла по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС.

* + зданиях общественного и производственного назначения в нерабочее время предусматриваем режим дежурного отопления со снижением температуры внутреннего воздуха до tВР = + 10° С, обеспечивая регулирование температуры теплоносителя в тепловых пунктах.
  + двухступенчатой последовательной схеме сетевая вода (рис. 2), поступающая из подающей линии тепловой сети, разветвляется на два потока. Один проходит через регулятор расхода (РР) 4, другой — через водонагреватель II (или верхней) ступени (ПВ) 3. Сетевая вода, прошедшая через ПВ, смешивается затем с потоком воды, прошедшей через РР, и общий поток воды поступает через элеватор 9 в отопительную установку. Обратная

вода после отопительной установки последовательно проходит через подогреватель I (или нижней) ступени (ПН) 11, в которой она подогревает водопроводную воду. Водопроводная вода, пройдя ПН и ПВ, поступает на горячий водоразбор.

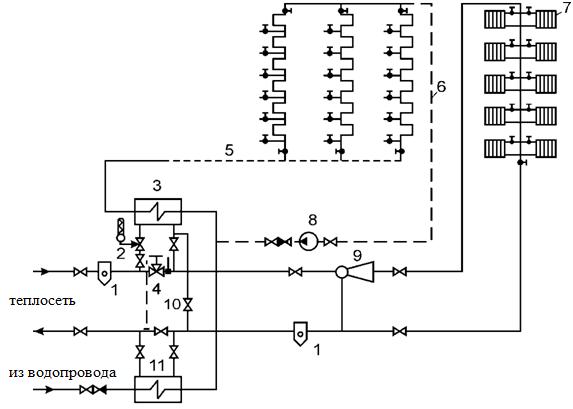


Рис. 2. Двухступенчатая последовательная схема присоединения водонагревателей горячего водоснабжения:

*1* —грязевик; *2* —регулятор температуры РТ; *3* —водонагревательII (верхней)ступени ПВ; *4* — регулятор расхода РР; *5* — разводящий трубопровод системы горячего водоснабжения; *6* — циркуляционный трубопровод; *7* — система отопления; *8* — циркуляционный насос; *9* — элеватор; *10* — перемычки для летнего периода; *11* — водонагреватель I (нижней) ступени ПН

В случае, когда после ПН температура подогретой воды достаточна для удовлетворения потребителей ГВС, подогрев ее в ПВ не производится. В этом режиме весь поток сетевой воды проходит через РР.

При любом положении регулятора температуры РТ расход сетевой воды на абонентских вводах остается практически постоянным. Это обеспечивается регулятором расхода РР, поддерживающим практически постоянный перепад давлений в сопле элеватора Э, через которое проходит весь расход сетевой воды, поступающей на абонентский ввод. При увеличении регулятором РТ расхода сетевой воды через ПВ регулятор РР прикрывается, а при снижении расхода сетевой воды через ПВ регулятор РР открывается.

В часы максимальной нагрузки ГВС часть или вся сетевая вода

пропускается через подогреватель ПВ; так как в этом ПВ температура сетевой воды снижается, то снижается также температура сетевой воды, поступающей в элеватор, и в результате уменьшается отдача тепла на отопление здания.

Тепло, недоданное на отопление во время большой нагрузки ГВС, компенсируется в периоды малой нагрузки ГВС, когда в элеватор поступает поток воды повышенной температуры.

* летний период, когда отопительная установка отключена, подогреватели ПН и ПВ включаются в работу последовательно, помимо отопительной установки, с помощью специальной перемычки 10.

1. **Расчёт и построение температурного графика сетевой воды**

Расчет и построение температурного графика для выбранного метода связного регулирования отпуска тепла по суммарной или совмещенной, тепловой нагрузке отопления и ГВС производят в 2 этапа: в начале рассчитывают, так называемый, отопительный температурный график, а затем повышенный температурный график.

Для построения ***отопительного температурного графика при*** ***центральном качественном регулировании*** отпуска теплоты температурусетевой воды определяют по зависимостям, которые выводятся из уравнения тепловых балансов отопительной установки, при нерасчётном и расчётном режимах ***при зависимой схеме присоединения отопительных установок со*** ***смесительным устройством на абонентском вводе***.Таким образом,температуры сетевой воды в подающем, обратном и местном трубопроводах определяем по формулам, ºС:



,



, (9.1)



,

где 1, 2, 3 *–* температура сетевой воды в подающем, обратном и местном трубопроводах для произвольного режима при текущей температуре наружного воздуха tН, С;

1Р, 2Р, 3Р *–* температура сетевой воды в подающем, обратном и местном трубопроводах в расчетном режиме, соответствующем для систем отопления температуре наружного воздуха tНО, С;

О – коэффициент расхода тепла на отопление или относительная тепловая нагрузка отопления.

Результаты расчётов температур представлены в табл. 6, построенный отопительный температурный график представлен на рис. 3.

Таблица 6

**Отопительный температурный график сетевой воды**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Температу-*** |  | ***Температура наружного воздуха tН, ºС*** | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| ***ра сетевой*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| ***воды, ºС*** | tН = + 8 | tСР.З = - 2,2 | tХМ = - 7,7 | tНВ = - 12 | tНО = - 25 |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| τ1 | 53,8 | 84,5 | 100,5 | 113,5 | 150 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| τ2 | 35,2 | 47,2 | 53,2 | 57,6 | 70 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| τ3 | 50,5 | 59,1 | 68,3 | 75,1 | 95 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

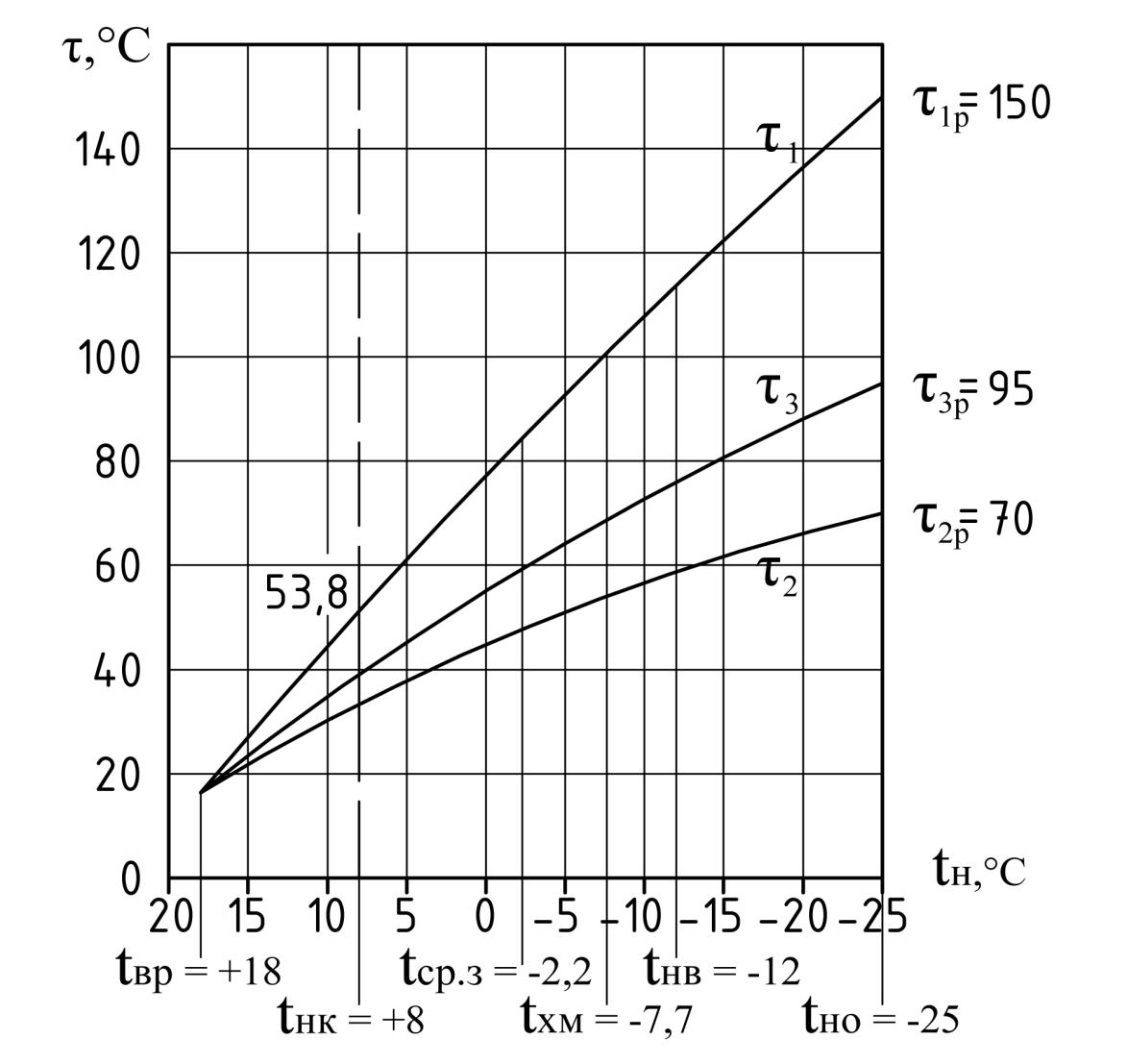


Рис. 3. Отопительный график при центральном качественном регулировании однородной тепловой нагрузки

**12.1. Регулирование отпуска теплоты по температурным зонам**

***Необходимость корректировки температурного графика и порядок ее выполнения***

При наличии в двухтрубной системе теплоснабжения двух и более видов тепловой нагрузки (отопление, вентиляция и ГВС) регулирование по отопительному графику без его корректировки становится невозможным, поскольку, в частности, в систему ГВС должна подаваться сетевая вода

* температурой не менее 60С. Согласно отопительному графику, при положительных температурах наружного воздуха температура сетевой воды в подающем теплопроводе находится в пределах 40 ÷ 55С, таким образом, обеспечить потребителей ГВС горячей водой требуемого потенциала становится невозможным (рис. 4).

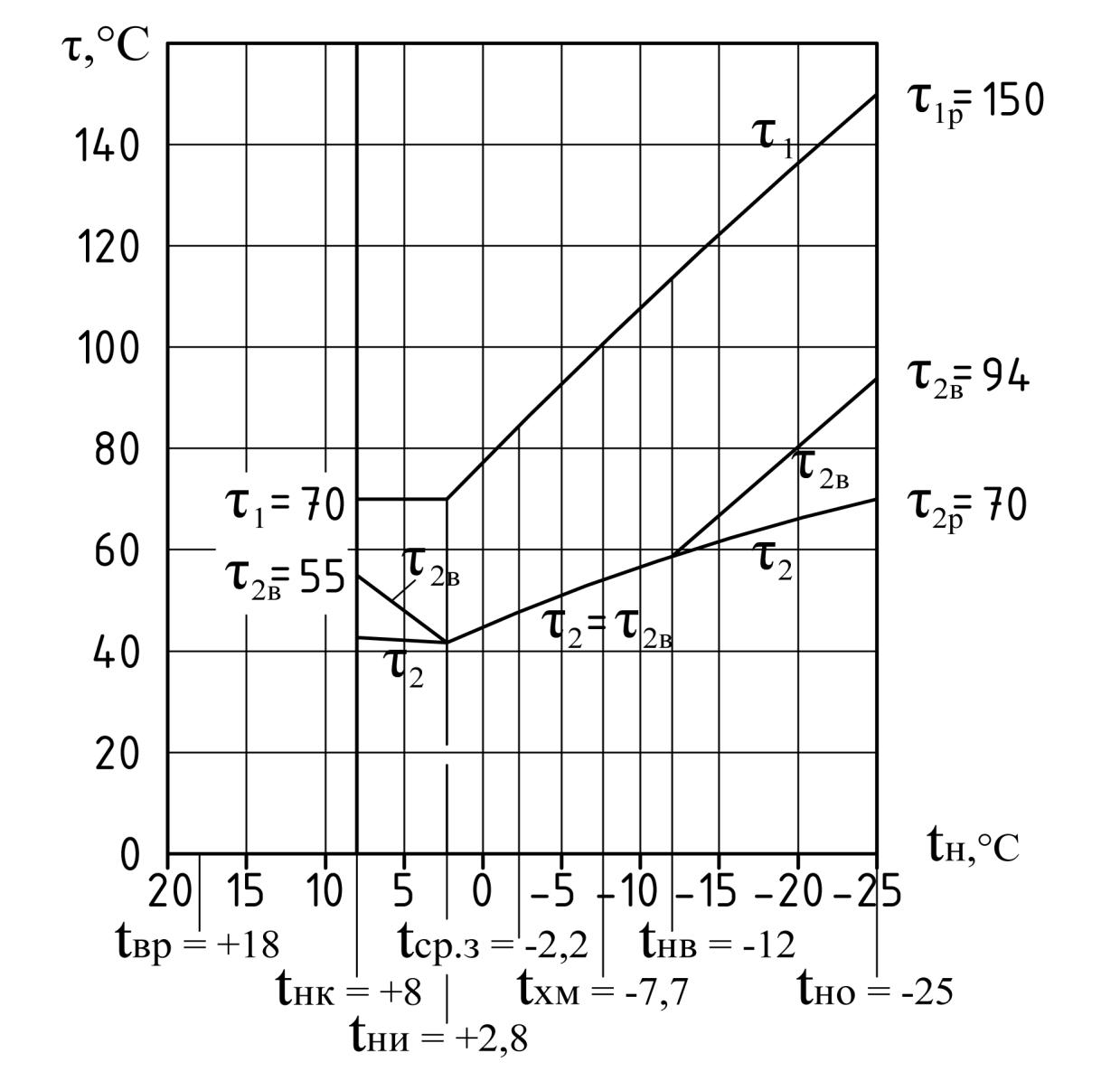


Рис. 4. Откорректированный отопительный график при центральном качественном регулировании однородной тепловой нагрузки

Для удовлетворения по крайней мере двух видов теплового потребления (отопления и ГВС) из двухтрубных тепловых сетей выполняют корректировку отопительного температурного графика. Для закрытой системы теплоснабжения проводят изотерму на уровне температуры сетевой воды 70С до пересечения с линией температур отопительного графика сетевой воды в подающем теплопроводе 1. Проекция точки пересечения на ось абсцисс укажет температуру наружного воздуха, соответствующую точке «излома» температурного графика tНИ.

Выбранный уровень температуры сетевой воды 70С при корректировке графика обеспечит температурный напор 10° С для подогрева холодной водопроводной воды в водонагревателях ГВС до температуры горячего водоразбора Г  60С.

Таким образом, в условиях обеспечения нескольких видов теплового потребления из двухтрубных тепловых сетей весь диапазон температур наружного воздуха в отопительном периоде делится на три зоны:

* I температурная зона от +8С до tНИ – температуры наружного воздуха, соответствующей точке «излома» температурного графика;
* II температурная зона от tНИ до tНВ – расчетной температуры наружного воздуха для проектирования системы вентиляции:
* III температурная зона от tНВ до tНО – расчетной температуры наружного воздуха для проектирования системы отопления.

***Регулирование отопительной нагрузки***

После проведенной корректировки отопительного температурного графика, то есть отклонения его от расчетных значений в *I* *температурной* *зоне*,необходимо провести компенсацию внесенного изменения длясохранения линейного характера отпуска тепла на отопление во всем диапазоне температур наружного воздуха в отопительном сезоне.

*Во II и III температурных зонах* изменений в отопительныйтемпературный график не производилось, поэтому при центральном качественном регулировании отпуска тепла по отопительной нагрузке расход сетевой воды на отопление сохранится постоянным и равным расчетному, кг/с:



|  |  |
| --- | --- |
| , | (9.2) |

где с – теплоемкость сетевой воды, кДж/(кг · С).

* I температурной зоне при tН > tНИ, то есть при положительных температурах наружного воздуха в отопительном сезоне, должно осуществляться местное количественное регулирование отопительной нагрузки либо регулирование центральными (или местными) пропусками.

Расход сетевой воды на отопление в I температурной зоне при местном количественном регулировании, кг/с:



(9.3)

Температура обратной воды от системы отопления определяется по формуле (9.1):



.

***Регулирование вентиляционной нагрузки***

* случае, если расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы вентиляции tНВ не равна расчетной температуре наружного воздуха для проектирования системы отопления tНО, регулирование отпуска теплоты для систем вентиляции при центральном качественном регулировании системы теплоснабжения по отопительной нагрузке проводится в трех зонах. (В том случае, если tНВ  tНО, то III температурная зона по регулированию отпуска теплоты для систем вентиляции при центральном качественном регулировании системы теплоснабжения по отопительной нагрузке отсутствует и регулирование проводится в двух зонах).

Поскольку *во* *II* *температурной зоне* характер изменения расхода тепла на вентиляцию линейный, то есть аналогичный изменению расхода тепла на отопление, то при осуществлении центрального качественного регулирования отпуска тепла по отопительной нагрузке также может быть осуществлено центральное качественное регулирование вентиляционной нагрузки при постоянном расчетном расходе сетевой воды GВР, при этом температура обратной воды после вентиляционного калорифера 2В 2.

Регулирование *в* *I* *и* *III* *температурных зонах* может осуществляться двояко: либо при переменном расходе сетевой воды и рециркуляции воздуха (местное количественное регулирование по воде), либо при постоянном расходе сетевой воды и переменном расходе воздуха (регулирование по воздуху).

* общем случае при любой температуре наружного воздуха определение расхода сетевой воды для покрытия вентиляционной нагрузки при регулировании по воде производится по системе уравнений профессора Е. Я. Соколова [10]:



(9.4)



где WВ  сВ · GВ – эквивалент сетевой воды, необходимой для покрытия вентиляционной нагрузки, Дж/(с · С) или Вт/С;

WВОЗД  сВОЗД · GВОЗД – эквивалент вентиляционного воздуха, Дж/(с · С) или Вт/С;

t1, t2 – температуры воздуха на выходе из вентиляционного калорифера и на входе в него, С;

Δt" – температурный напор в вентиляционном калорифере при расчетной температуре наружного воздуха tНВ, С;

WМ – меньший эквивалент расхода теплоносителя среди WВ и WВОЗД;

W"М – то же при расчетной температуре наружного воздуха tНВ, Дж/(с · С) или Вт/С;

W"В – то же при расчетной температуре наружного воздуха tНВ, Дж/(с · С) или Вт/С;

W "ВОЗД – то же при расчетной температуре наружного воздуха tНВ, Дж/(с · С) или Вт/С;

GВ – массовый расход сетевой воды, кг/с; GВОЗД – массовый расход воздуха, кг/с.

Значение WВ входит в систему в двух степенях (1 и 0,85), поэтому задача его определения решается методом последовательных приближений.

Температура сетевой воды после вентиляционных калориферов равна, С:

(9.5)



***Из двух возможных методов регулирование вентиляционной нагрузки выбираем как наиболее простое регулирование по воздуху.***

* этом случае в *I, II* *и* *III* *температурных зонах* сохраняется постоянный расход сетевой воды и изменяется расход воздуха через вентиляционный калорифер.
* *I температурной зоне* температура обратной воды отвентиляционного калорифера повышается по линейному закону. Как показывают расчеты, при температуре наружного воздуха tН  +8С температура обратной воды после вентиляционного калорифера 2В ~ 55С.
* *III температурной зоне* температура обратной воды отвентиляционного калорифера повышается эквидистантно линии 1. Как показывают расчеты, при температуре наружного воздуха tН  tНО

температура обратной воды после вентиляционного калорифера 2В ~ 75 ÷ 95С.

***Регулирование нагрузки ГВС***

При двухступенчатых схемах присоединения водонагревателей ГВС расчетный расход сетевой воды на нужды горячего водоснабжения определяется по формулам, кг/с:

(9.6)



или

(9.7)



где *′*1 – температура воды в подающем теплопроводе в точке «излома» температурного графика, С;

* *′*2–температура воды в обратном теплопроводе в точке«излома»температурного графика, С;

П – температура водопроводной воды после водонагревателя первой ступени в точке «излома» температурного графика, С; допускается принимать П *′*2 – 5С;

Х.З – температура водопроводной воды в зимний период, Х.З  5С.

Расчетный расход воды в двухтрубных тепловых сетях в неотопи-тельном периоде определяется по формуле, кг/с:



|  |  |
| --- | --- |
| , | (9.8) |

где β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период по отношению к отопительному периоду; при отсутствии данных рекомендуются следующие значения: для жилищно-коммунального сектора  = 0,8 (для курортных и южных городов  = 1,5), для предприятий  = 1,0.

**12.2. Регулирование отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке. Построение повышенного температурного графика**

Поскольку отношение тепловых нагрузок ГВС и отопления составляет QСРГ / QОР = 26,4 / 109,4 = 0,24 > 0,15 и жилищно-коммунальная нагрузка является преобладающей (58 ∙ 100 % / 61 = 95 % > 65 %) для повышения эффективности работы системы теплоснабжения ***принимаем связное*** ***регулирование отпуска тепла по суммарной или совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС.***

*Применение данного метода регулирования позволяет* **уменьшить****расчетный расход сетевой воды**,*поступающей на абонентский ввод для**удовлетворения двух видов теплового потребления: отопления и ГВС,*

* *следовательно,* **уменьшить диаметры труб***, а также* **затраты на****перекачку** *сетевой воды.*

Построение ***повышенного температурного графика*** осуществляют, ориентируясь на типичное для данного района соотношение расчетных величин, регулируемых нагрузок QСРГ / QОР.

Вначале определяют «балансовый расход тепла» на ГВС, так как при расчете на QГСР в отопительной системе не обеспечится суточный тепловой баланс, Вт или ккал/ч:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (9.9) |



При отсутствии у абонентов аккумуляторов горячей воды можно применять для жилых зданий χ  1,2. Далее для различных температур наружного воздуха tН определяют перепады температур сетевой воды

* подогревателях ГВС нижней 1 и верхней 2 ступеней и строят повышенный температурный график.

Задаются недогревом водопроводной воды в подогревателе нижней ступени (ПН) Δt  5 ÷ 10С. Далее определяют перепад температур сетевой воды в ПН при температуре наружного воздуха, соответствующей точке «излома» температурного графика tНИ, С:



(9.10)

где П*′*2– Δt —температура водопроводной воды после ПН,С.

Определяют 2 при любой температуре наружного воздуха tН, С:



(9.11)

Определяют полный температурный перепад  и перепад температур в подогревателе верхней ступени (ПВ) 1, С:



, (9.12)

 . (9.13)

Таблица 7

**Повышенный температурный график сетевой воды**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Темпера-*** |  | ***Температура наружного воздуха tН, ºС*** | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| ***тура*** |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| ***сетевой*** | tН = + 8 | tНИ = + 2,8 | tСР.З = - 2,2 | tХМ = - 7,7 | tНВ = - 12 | tНО = - 25 |  |
| ***воды, ºС*** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| τ1 | 82,0 | 82,0 | 95,4 | 110,0 | 120,9 | 153,7 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| τ2 | 34,0 | 30,7 | 34,8 | 38,8 | 41,9 | 50,6 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| τ3 | 52,0 | 50,5 | 59,1 | 68,3 | 75,1 | 95 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

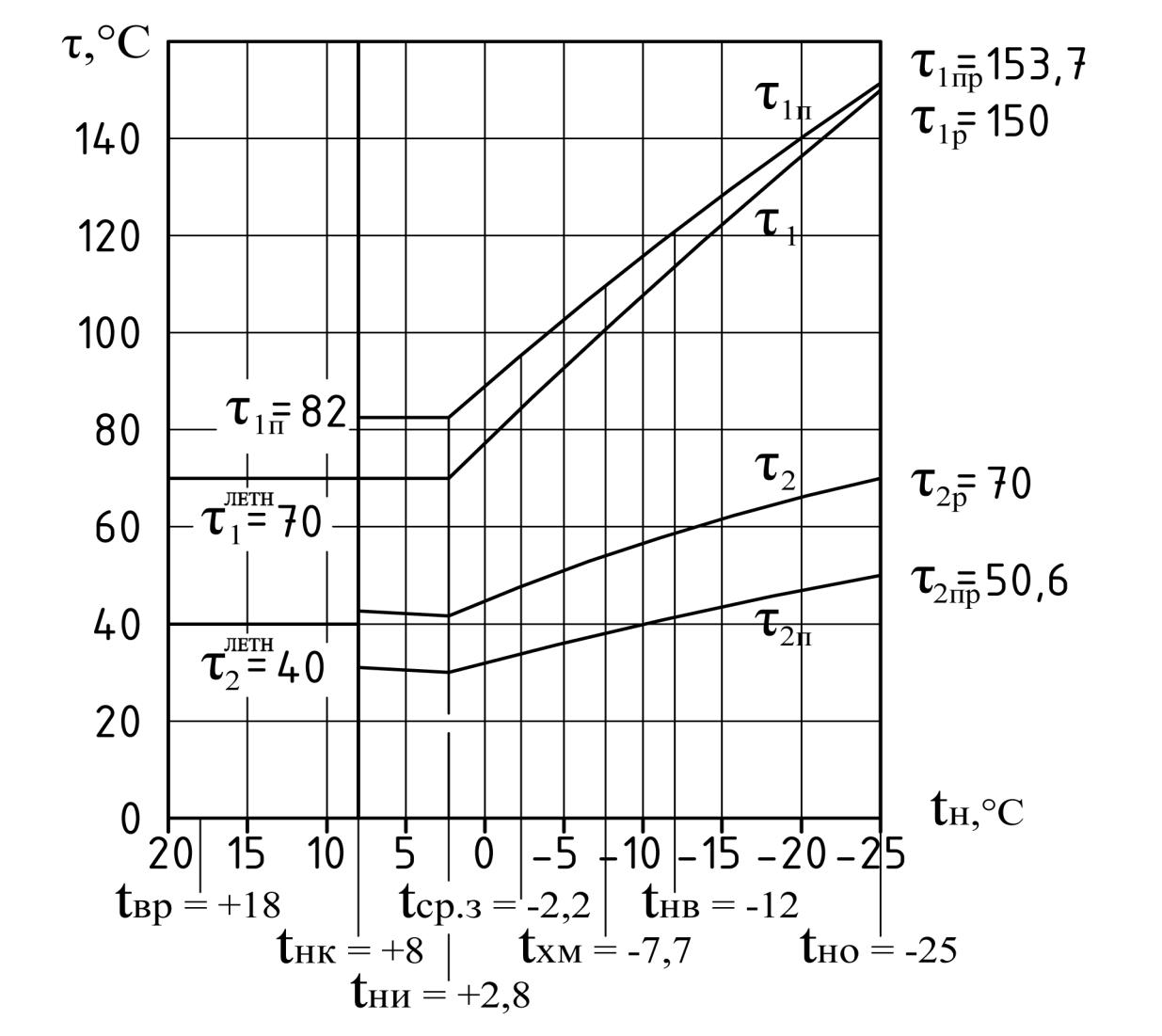


Рис. 5. Повышенный температурный график центрального качественного регулирования теплоснабжения по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС (закрытая система)

Таким образом, уравнения повышенного температурного графика будут иметь следующий вид, С:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (9.14) |



 . (9.15)

Результаты расчётов температур представлены в табл. 7, построенный повышенный температурный график представлен на рис. 5.

1. **Определение расходов теплоносителей**

*Расчетный расход сетевой воды на отопление* равен:



(10.1)

.

Здесь и далее тепловые нагрузки выражены в ГДж/ч.

* I зоне при tН > tНИ расход сетевой воды при местном количественном регулировании на отопление линейно зависит от температуры наружного воздуха, поэтому расчет выполняем для tН = + 8° С:



(10.2)

.

Во II и III зонах при качественном регулировании отопительной нагрузки расход воды равен расчетному:

GО2 = GО3 = GОР = 326,968 т/ч.

*Расчетный расход сетевой воды на вентиляцию* равен:



,

(10.3)

где τ1РВ, τ2РВ – расчетные температуры для проектирования системы вентиляции; в зависимости от выбранного значения tНВ расчетные температуры τ1РВ и τ2РВ принимают соответствующие значения: если tНВ равна температуре холодного периода при параметрах В, то τ1РВ = τ1Р; τ2РВ = τ1Р; если tНВ равна температуре холодного периода при параметрах А, то τ1РВ = τ"1; τ2РВ = τ"2 (рис. 4), °C. Принятая tНВ = -12° С

соответствует параметрам А, при этом τ1РВ = τ"1 = 113,5° С; τ2РВ = τ"2 = 57,6° С.

При принятом методе регулирования вентиляционной нагрузки – регулирование по воздуху в *I, II* *и* *III* *температурных зонах* расчетный расход сетевой воды сохранится постоянным GВР = 141,028 т/ч, при этом в *I и III температурных зонах* должна осуществляться рециркуляция воздухачерез вентиляционный калорифер.

*Расчетные расходы воды на ГВС.*

Среднечасовой расход воды на ГВС:



. (10.4)

Максимально-часовой расход воды на ГВС:



. (10.5)

При использовании метода связного регулирования отпуска тепла по суммарной или совмещенной, тепловой нагрузке отопления и ГВС расчетный расход сетевой воды для покрытия нагрузки горячего водоснабжения в отопительном сезоне принимается равным нулю GГР = 0.

Таблица 8

**Расход сетевой воды по видам теплопотребления и суммарные расходы, т/ч**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расход |  |  | Температура наружного воздуха tН , °С | | | |  |  |
| воды |  |  |  |  |  |  |  |  |
| лето | tН = +8 | tНИ = + 2,8 | tСР.З = - 2,2 | tХМ = - 7,7 | tНВ = - 12 | tНО = - 25 |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| GО | - | 206,942 | 326,968 | 326,968 | 326,968 | 326,968 | 326,968 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| GВ | - | 141,028 | 141,028 | 141,028 | 141,028 | 141,028 | 141,028 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| GГ | 290,93 | - | - | - | - | - | - |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΣG | 290,93 | 347,970 | 467,996 | 467,996 | 467,996 | 467,996 | 467,996 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 58 |  |  |  |  |

Расчетный расход воды в двухтрубных тепловых сетях в неотопи-тельном периоде определяем по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| GГР | ЛЕТН | = β ∙ GГ | МАКС | = 0,8 · 363,66 = 290,93 т/ч , | (10.6) |  |
|  |  |  |  |  |

где β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период по отношению к отопительному периоду; в настоящем курсовом проекте в связи с преобладанием тепловой нагрузки жилищно-коммунального сектора принимаем  = 0,8 .

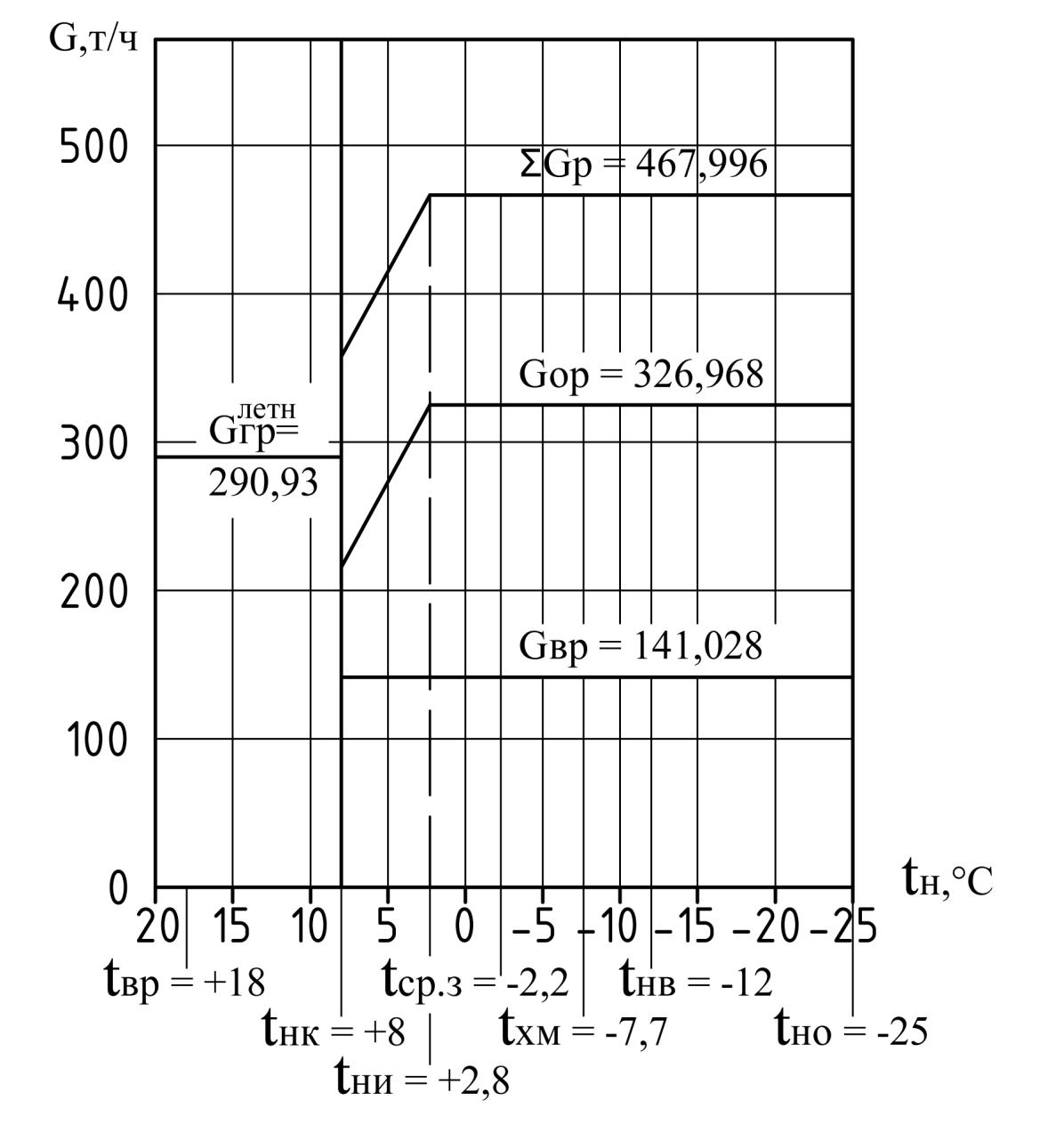


Рис. 6. График суммарного расхода сетевой воды в закрытой системе теплоснабжения при качественном регулировании отпуска тепла по совмещенной нагрузке отопления и ГВС

Суммарные расчетные расходы сетевой воды в двухтрубных теплосетях закрытых систем теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС определяем по формуле, т/ч:

. (10.7)



Значение коэффициента k3 принимаем равным нулю, k3 = 0. Полученные расходы сетевой воды по видам теплопотребления для

различных режимов сведены в табл. 8, с помощью которой построен график расходов (рис. 6).

1. **Экономическое обоснование проекта**

Задачами технико-экономических расчетов, связанных с теплоснабжением, чаще всего является определение:

* стоимости тепловых сетей;
* себестоимости выработки теплоты;
* стоимости тепловых потерь;
* затрат на перекачку сетевой воды.
  + настоящем курсовом проекте выполнены расчеты стоимости нормативных теплопотерь в магистральных теплопроводах и затрат на транспортировку сетевой воды.

**Стоимость тепловых потерь**

Нормативные суммарные часовые теплопотери по магистральным теплопроводам в течение года составили QНОРМ = 0,404 Гкал/ч = 1,692 ГДж/ч (см. разд. 16).

Стоимость нормативных тепловых потерь магистральными теплопроводами за год:

SТП = QНОРМ · SТЕПЛ · nГ = 0,404 · 2000 · 8760 = 7 078 080 руб/год, (18.1)

где SТЕПЛ – стоимость (тариф) единицы теплоты; ежегодно устанавливается

региональной энергетической комиссией, в настоящем курсовом проекте принимаем SТЕПЛ = 2000 руб/Гкал,

nГ – длительность работы системы теплоснабжения, ч; nГ = 8 760 ч, Удельная стоимость теплопотерь на единицу отпущенной теплоты:



. (18.2)



(18.3)

,

где i, j – число периодов с постоянным гидравлическим режимом;

GОi, GЛj – средние расходы сетевой воды при постоянном гидравлическом режиме соответственно в отопительном и летнем периодах, кг/с;

* – плотность сетевой воды, кг/м3 (в среднем ρ = 975 кг/м3);

ηН.У – КПД насосной установки (произведение КПД насоса ηН на КПД электродвигателя ηЭЛ.ДВ) источника теплоснабжения (для средних условий ηН.У = 0,65 ÷ 0,8);

nОi, nЛj – число часов работы насосов при постоянном гидравлическом режиме в отопительном и летнем периодах, ч/год;

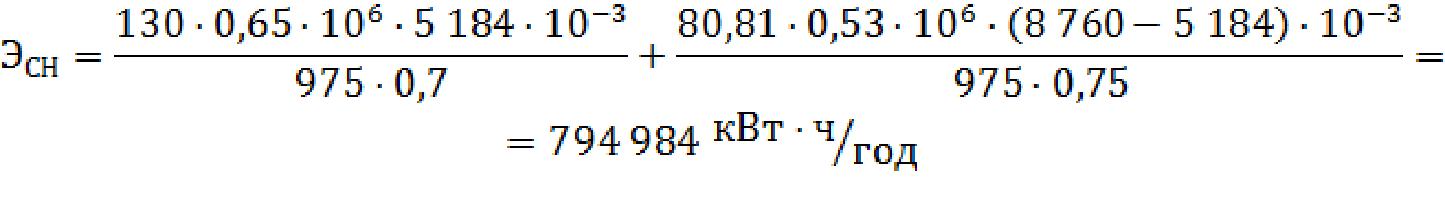
рОi, рЛj – средние перепады давлений, развиваемые насосами при постоянном гидравлическом режиме, соответственно в отопительном

* + летнем периодах, Па.
* настоящем курсовом проекте принимаем гидравлический режим в течение всего отопительного сезона неизменным, в течение всего неотопительного сезона также неизменным. Расходы сетевой воды и перепады давлений, развиваемые насосами, при этом составили (см. разд. 14):

GPОТ.СЕЗ = 467,996 т/ч = 130 кг/с,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| НСНОТ.СЕЗ = 65,74 м вод. ст., | рСНОТ .СЕЗ = 0,65 · 106 Па, | ηСНОТ.СЕЗ = 0,7; |
| GГРЛЕТН = 290,93 т/ч = 80,81 кг/с, | |  |
| НСНЛЕТН = 53,56 м вод. ст., | рСНЛЕТН = 0,53 · 106 Па, | ηСНЛЕТН = 0,75. |

Определяем годовой расход электроэнергии на привод сетевых насосов:



.

Ежегодные затраты на транспортировку (перекачку) сетевой воды:

(18.4)



где SЭЛ – стоимость (цена) единицы электроэнергии; ежегодно устанавливается региональной энергетической комиссией; в настоящем курсовом проекте принимаем SЭЛ = 4 руб/(кВт ∙ ч).

Удельные ежегодные издержки на перекачку сетевой воды, отнесенные к единице отпущенного тепла:



(18.5)

.

1. **Выводы по проекту**

Курсовой проект системы теплоснабжения промышленных, коммунально-бытовых и жилых в городе Курган разработан в соответствии с действующей нормативной базой. Принятые в проекте инженерно-технические решения позволяют обеспечить расчетную тепловую нагрузку потребителей с требуемыми параметрами.

* + результате выполнения технических расчетов в проекте был решен ряд инженерных задач.

1. Определены расчетные значения тепловых нагрузок по видам теплопотребления: отопление, вентиляции и ГВС для обеспечения коммунально-бытовых и санитарно-технических теплопотребителей;

суммарный расчетный часовой расход тепла составил ∑QР = 40,17 Гкал/ч = 168,3 ГДж/ч.

1. Построен график продолжительности тепловых нагрузок; суммарный

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| расход | тепла | за отопительный сезон | | составил ∑QКБ.СТОТ.СЕЗ = |
| 108 794 | Гкал/от.сез = 455 847 | | ГДж/от.сез, | суммарный годовой тепла |
| составил ∑QКБ.СТГОД = 123 473 | | | Гкал/год = 517 354 ГДж/год. | |
| 3. Выбран | тип | источника | теплоснабжения,составосновного | |

оборудования; в качестве источника тепла принята котельная, оборудованная тремя водогрейными котлами типа КВ-ГМ-20 номинальной теплопроизводительностью QКА = 23,3 МВт, работающая в отопительном сезоне по температурному графику 150/70° С, в неотопительном периоде по температурному графику 70/40° С.

1. Выбран тип системы теплоснабжения, способ регулирования тепловой нагрузки и схемы присоединения абонентских установок к тепловым сетям; выбрана закрытая система теплоснабжения, принято центральное качественное регулирование отпуска тепла по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС при использовании в качестве основной – двухступенчатой схемы присоединения водонагревателей ГВС и зависимой схемы присоединения отопительных установок.

Таким образом, на основании приведенных расчетов можно сделать вывод о технической и экономической эффективности принятых в проекте инженерных решений.

1. **Список источников**
2. Водяные тепловые сети: справочное пособие по проектированию /

под ред. Н. К. Громова и Е. П. Шубина. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 376 с.

1. ГОСТ 21.605-82 СПДС. Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи.

3. Иванов В. Д., Притула В.Н., Иванов С.В. Основы теплоснабжения :

учеб. пособие / СПб ГТУРП. — СПб., 2013. — 404 с.

1. Иванов В. Д., Богданов М.В., Нартов И.М. Проектирование систем централизованного теплоснабжения : учеб. пособие / СПб ГТУРП. —

СПб., 1993. — 96 с.

5. Краткий справочник по проектированию централизованных систем теплоснабжения : метод. указания / сост. И.М. Нартов, М.В. Богданов, В.Д. Иванов - СПб ГТУРП — СПб., 1993. — 96 с.

1. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. — М.: Энергия, 1977. — 344 с.

7. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей : справочник /

В. И. Манюк, Я. И. Каплинский и др. — М.: Строийздат, 1988, 2009. —

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 432 с. |  |  |  |  |  |  |
| 8. СанПиН | 2.1.4.2496-09. | Питьевая | вода. | Гигиенические | | требования |
| к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. | | | | | | |
| Контроль | качества. | Гигиенические | | требования | к обеспечению | |
| безопасности систем | | горячего | водоснабжения. — | | М.: | Минздрав |

России, 2009.

9. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям : учеб.

пособие для вузов. - 3-е изд. — М. Энергоатомиздат, 1985. — 232 с.

* 1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. — 6-е

и 7-е изд. — М.: МЭИ, 1999, 2001. — 472 с.

1. СП 30.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний

водопровод и канализация зданий / Минрегионразвития РФ. — М.: ФАУ

«ФЦС», 2012. —61 с.

* 1. СП 131.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 23-01-99\*. Строительная

климатология / Минрегионразвития РФ. — М.: ФАУ «ФЦС», 2012. —

96 с.

* 1. СП 60.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Минрегионразвития РФ. —

М.: ФАУ «ФЦС», 2012. — 76 с.

* 1. СП 124.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети /

Минрегионразвития РФ. — М.: ФАУ «ФЦС», 2012. — 74 с.

* 1. СП 61.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция

оборудования и трубопроводов / Минрегионразвития РФ. — М.: ФАУ

«ФЦС», 2012. — 76 с.

1. СП 50.13330.2012: актуализир. ред. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита

зданий / Минрегионразвития РФ. — М.: ФАУ «ФЦС», 2012. — 70 с.

1. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов / Госстрой России. — М.: ФГУП ЦПП, 1996. — 40 с.

18. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования

и трубопроводов / Госстрой России. — М.: ФГУП ЦПП, 2001. — 40 с.

1. СП 41-105-2002. Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке / Госстрой России. — М.: ФГУП ЦПП, 2003. — 30 с.
2. Справочник проектировщика / под ред. А. А. Николаева. — Проектирование тепловых сетей. — М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1965. —

360 с.

1. Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
2. Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 417-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в

связи с принятием Федерального закона «О водоснабжении

и водоотведении».

1. Инструкция по организации в Минэнерго России работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии / Утверждена Приказом Минэнерго России от 30.12.2008 г. № 325.
2. **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1

**Эквивалентные длины и коэффициенты местных сопротивлений при kЭ = 0,5 мм**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местное | Кофф. |  |  | Эквивалентные длины lЭ , м | | |  |  |
| сопротив- | местн. |  | при внутреннем диаметре труб d, мм | | | | |  |
| ление | сопрот. | 50 | 100 | 150 | 207 | 259 | 309 | 408 |
| Произволь- |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ное | 1 | 1,44 | 3,4 | 5,71 | 8,5 | 11,21 | 14,0 | 19,8 |
| с ξ = 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | | |  |  |
| Местное | Кофф. |  |  | Эквивалентные длины lЭ , м | | |  |  |
| сопротив- | местн. |  | при внутреннем диаметре труб d, мм | | | | |  |
| ление | сопрот. | 514 | 612 | 700 | 802 | 902 | 996 | 1192 |
| Произволь- |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ное | 1 | 26,5 | 33,1 | 39,2 | 46,2 | 53,4 | 60,8 | 75,7 |
| с ξ = 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

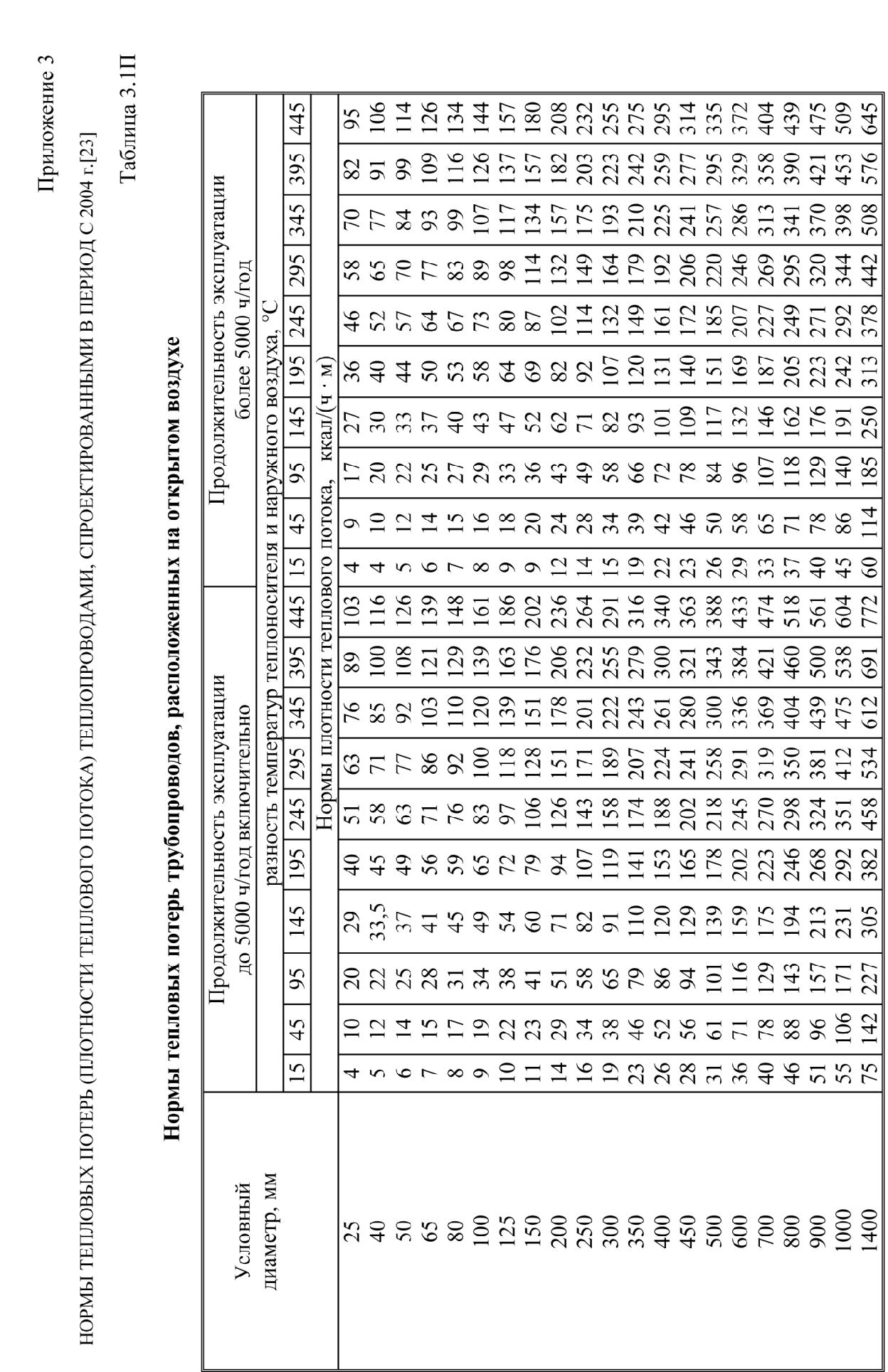
При значении эквивалентной шероховатости, отличной от kЭ = 0,5 мм, эквивалентная длина находится путем умножения табличных данных на следующие поправочные множители:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Эквивалентная шероховатость kЭ, мм | 0,2 | 0,5 | 1,0 |
| Поправочный множитель | 1,26 | 1 | 0,84 |

Приложение 2

**Удельное сопротивление трубопроводов (на 1 м длины) при kЭ = 0,5 мм**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование |  | Внутренний диаметр труб d, мм | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 50 | 100 | 150 | 207 | 259 |  | 309 | 408 |  |
| Удельное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| сопротивление s, | 9206 | 241,9 | 28,79 | 5,307 | 1,636 |  | 0,6477 | 0,1506 |  |
| с2/м6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | | | | |  |  |  |
| Наименование |  | Внутренний диаметр труб d, мм | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 514 | 612 | 700 | 802 | 902 |  | 996 | 1192 |  |
| Удельное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| сопротивление s, | 0,04418 | 0,01792 | 8,849 | 4,390 | 2,392 |  | 1,389 | 0,5410 |  |
| с2/м6 |  |  | ·10-3 | ·10-3 | ·10-3 |  | ·10-3 | ·10-3 |  |



104

Таблица 3.2П

**Нормы тепловых потерь трубопроводов водяных тепловых сетей,**

**проложенных бесканально**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Нормы плотности теплового потока, | | | | | ккал/(ч · м) |  |  |
| Условный |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
|  | продолжительность | | | | продолжительность | | | |  |
| диаметр, | эксплуатации до 5000 ч/год | | | | | эксплуатации более 5000 ч/год | | | |  |
| мм |  | включительно | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | температура теплоносителя, °C | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 65/50 |  | 90/50 |  | 110/50 | 65/50 |  | 90/50 | 110/50 |  |
| 25 | 26 |  | 30 |  | 34 | 23 |  | 28 | 31 |  |
| 32 | 28 |  | 33 |  | 37 | 25 |  | 30 | 34 |  |
| 40 | 30 |  | 35 |  | 40 | 27 |  | 32 | 36 |  |
| 50 | 34 |  | 40 |  | 46 | 30 |  | 35 | 40 |  |
| 65 | 40 |  | 47 |  | 52 | 35 |  | 42 | 46 |  |
| 80 | 44 |  | 52 |  | 57 | 39 |  | 45 | 51 |  |
| 100 | 49 |  | 58 |  | 64 | 42 |  | 50 | 57 |  |
| 125 | 56 |  | 65 |  | 72 | 48 |  | 57 | 63 |  |
| 150 | 64 |  | 74 |  | 81 | 54 |  | 63 | 71 |  |
| 200 | 80 |  | 92 |  | 101 | 66 |  | 80 | 86 |  |
| 250 | 95 |  | 108 |  | 119 | 79 |  | 91 | 101 |  |
| 300 | 108 |  | 124 |  | 135 | 90 |  | 104 | 114 |  |
| 350 | 120 |  | 139 |  | 152 | 101 |  | 116 | 127 |  |
| 400 | 134 |  | 152 |  | 167 | 112 |  | 127 | 140 |  |
| 450 | 148 |  | 169 |  | 183 | 122 |  | 139 | 152 |  |
| 500 | 163 |  | 184 |  | 200 | 134 |  | 151 | 167 |  |
| 600 | 188 |  | 214 |  | 231 | 154 |  | 176 | 192 |  |
| 700 | 212 |  | 249 |  | 260 | 173 |  | 197 | 214 |  |
| 800 | 239 |  | 268 |  | 293 | 194 |  | 221 | 240 |  |
| 900 | 267 |  | 300 |  | 327 | 215 |  | 244 | 265 |  |
| 1000 | 293 |  | 336 |  | 356 | 237 |  | 268 | 291 |  |
| 1200 | 345 |  | 390 |  | 422 | 280 |  | 316 | 342 |  |
| 1400 | 402 |  | 450 |  | 488 | 323 |  | 366 | 396 |  |

Таблица 3.3П

**Нормы тепловых потерь трубопроводов водяных тепловых сетей**

**при канальной прокладке**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Нормы плотности теплового потока, | | | | | ккал/(ч · м) |  |  |
| Условный |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
|  | продолжительность | | | | продолжительность | | | |  |
| диаметр, | эксплуатации до 5000 ч/год | | | | | эксплуатации более 5000 ч/год | | | |  |
| мм |  | включительно | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | температура теплоносителя, °C | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 65/50 |  | 90/50 |  | 110/50 | 65/50 |  | 90/50 | 110/50 |  |
| 25 | 18 |  | 22 |  | 27 | 16 |  | 21 | 24 |  |
| 32 | 21 |  | 25 |  | 28 | 18 |  | 22 | 26 |  |
| 40 | 22 |  | 27 |  | 30 | 19 |  | 24 | 28 |  |
| 50 | 25 |  | 29 |  | 34 | 22 |  | 26 | 30 |  |
| 65 | 28 |  | 34 |  | 39 | 25 |  | 30 | 34 |  |
| 80 | 30 |  | 36 |  | 41 | 27 |  | 32 | 37 |  |
| 100 | 34 |  | 40 |  | 46 | 29 |  | 34 | 40 |  |
| 125 | 38 |  | 46 |  | 52 | 34 |  | 40 | 45 |  |
| 150 | 42 |  | 51 |  | 57 | 36 |  | 43 | 49 |  |
| 200 | 52 |  | 61 |  | 70 | 45 |  | 52 | 60 |  |
| 250 | 61 |  | 71 |  | 81 | 52 |  | 61 | 69 |  |
| 300 | 70 |  | 81 |  | 90 | 58 |  | 68 | 77 |  |
| 350 | 77 |  | 90 |  | 101 | 65 |  | 76 | 85 |  |
| 400 | 84 |  | 99 |  | 110 | 70 |  | 83 | 93 |  |
| 450 | 92 |  | 108 |  | 120 | 77 |  | 89 | 101 |  |
| 500 | 101 |  | 118 |  | 131 | 83 |  | 97 | 109 |  |
| 600 | 115 |  | 134 |  | 150 | 95 |  | 111 | 125 |  |
| 700 | 130 |  | 151 |  | 167 | 106 |  | 124 | 138 |  |
| 800 | 144 |  | 168 |  | 186 | 118 |  | 138 | 152 |  |
| 900 | 160 |  | 186 |  | 206 | 130 |  | 151 | 169 |  |
| 1000 | 175 |  | 201 |  | 224 | 143 |  | 165 | 182 |  |
| 1200 | 206 |  | 238 |  | 262 | 168 |  | 194 | 215 |  |
| 1400 | 235 |  | 272 |  | 300 | 190 |  | 220 | 243 |  |

106

Приложение 4

**Теплота парообразования водяного пара**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднее | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,10 | 0,12 |  |
| абсолютное |  |
| давление пара |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| р, МПа |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Удельная теплота | 2134 | 2121 | 2108 | 2097 | 2086 | 2065 | 2048 | 2030 | 2014 | 1985 |  |
| парообразования |  |
| r, кДж/кг |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Приложение 5

**Образец титульного листа записки курсового проекта**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт математики и интеллектуальных систем

Кафедра энергетики и технологии металлов

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

По дисциплине **Потребители теплоты**

**На тему: РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ в г. Кургане.**

Направление подготовки 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил студент гр.\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Фамилия И.О.) |
| Шифр: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | (Подпись) (Дата) . |
| ттттттр  Руководитель курсового проекта доцент кафедры ЭТМ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Фамилия И.О.)  (Подпись) (Дата) . |

**Курган**

**20\_\_\_**

**Образцы чертежей**

* настоящем учебно-методическом пособии приведены уменьшенные образцы чертежей форматов А1 и А3. В электронной версии чертежи представлены в ПО САПР натуральном масштабе.

При выполнении графической части курсовой работы представленные образцы могут быть использованы как основа, которую следует переработать применительно к условиям разрабатываемой курсовой работы.

Графическая часть курсовой работы должна содержать 2 листа чертежей формата А1 (для курсового проекта – 3 листа чертежей формата А1):

1. Схема тепловых сетей – 1 лист.

Для выполнения курсовой работы (проекта) студенту может быть предоставлена электронная версия пояснительной записки и графического материала варианта, приведенного в настоящем учебно-методическом пособии.

