

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ

**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2023**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ

Методические указания к лабораторной работе
для студентов, обучающихся по направлению
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
дневной и заочной форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2023

УДК 621.181.14(076)
ББК з361я73-5
И85

Рекомендовано Методическим советом университета

Р е ц е н з е н т

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
П. А. Галкин

И85 **Исследование** тепловой схемы котельной с водогрейными котлами [Электронный ресурс] : методические указания / сост. А. А. Балашов. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дискковод ; 1,34 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

Содержат рекомендации по выбору тематики, содержанию, выполнению, оформлению результатов и защите курсовой работы по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника», дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.181.14(076)
ББК з361я73-5

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком. Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2023

ВВЕДЕНИЕ

Согласно рабочей программе дисциплины «Источники и системы теплоснабжения» неотъемлемой частью ее является проведение лабораторных работ. Данная лабораторная работа «Исследование тепловой схемы котельной с водогрейными котлами» выполняется студентами, обучающимися по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», дневной и заочной форм обучения.

В результате выполнения данной лабораторной работы студенты изучают и исследуют тепловую схему котельной с водогрейными котлами для максимально зимнего режима, наиболее холодного месяца, а также летнего режима и выбирают водогрейные котлы для каждого режима.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, а также осваивается следующая компетентность согласно ФОС: «Способен применять типовые методики расчета теплоэнергетических и теплотехнических объектов и систем».

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ

Цель работы: изучить тепловую схему водогрейной котельной в максимально зимнем режиме (МЗР), наиболее холодном месяце (НХМ) и летнем режиме (ЛР), а также выбрать водогрейные котлы для этих режимов в котельной.

Теоретические основы

Тепловую схему котельной рекомендуется рассчитывать в следующем порядке для водогрейных котлов, работающих в закрытых системах отопления (см. рис. 1 и табл. 1).

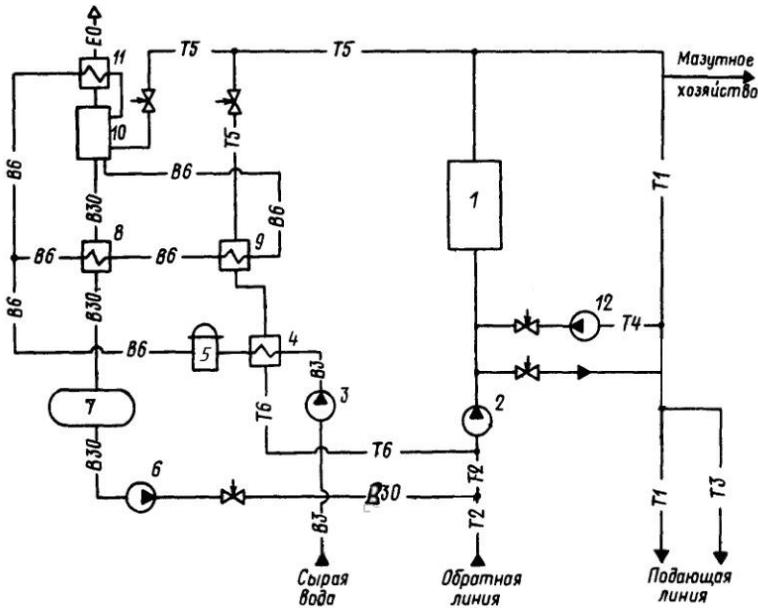
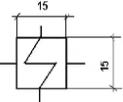
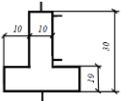


Рис. 1. Тепловая схема котельной:

- 1 – водогрейный котел; 2 – сетевой насос; 3 – насос сырой воды;
- 4 – теплообменник для подогрева сырой воды; 5 – химводоочистка (ХВО);
- 6 – подпиточный насос; 7 – резервуар деаэрированной воды;
- 8 – охладитель деаэрированной воды; 9 – подогреватель химически очищенной воды (ХОВ); 10 – деаэратор; 11 – охладитель выпара;
- 12 – рециркуляционный насос

1. Обозначения элементов на схеме и их характеристики

Наименование	Обозначение на схеме	Внешний вид	Назначение
Водогрейный котел			Водогрейные котлы применяются в основном для нужд теплоснабжения в частных домах, на котельных различной мощности и на ТЭЦ
Сетевой насос			Сетевые насосы предназначены для подачи горячей воды по теплоточификационным сетям
Подогреватель сырой воды			Устройство, используемое в оборудовании теплоснабжения. Он предназначается для подогрева сетевой воды паром из отборов турбин и котлов низкого давления
Химводоочистка			Получение воды с определенными качествами, которые устанавливают промышленную отрасль
Бак деаэрированной воды			Большая емкость для хранения жидкости

Наименование	Обозначение на схеме	Внешний вид	Назначение
Деаэратор			Удаляет коррозионно-агрессивные газы из подпиточной воды систем теплоснабжения в котельных
Вентиль регулирующий проходной			Регулирует подачу воды посредством изменения размеров проходного сечения клапана

Расчет производится для трех режимов: МЗР, НХМ и ЛР.

1. Коэффициент снижения расхода теплоты на отопление и вентиляцию для режима НХМ определяется по выражению

$$K_{o.в} = \frac{t_{вн} - t_{н}}{t_{вн} - t_{p.o}}, \quad (1)$$

где $t_{вн}$ – принятая температура воздуха внутри помещений, °С (ГОСТ 30494–2011); $t_{p.o}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С (СП 131.13330.2020 для температуры воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92); $t_{н}$ – температура наружного воздуха для режима НХМ (принимается равной расчетной для вентиляции), °С (СП 131.13330.2020 для температуры воздуха с обеспеченностью 0,94).

2. Температура воды в тепловой сети (ТС) водопровода системы отопления и вентиляции (СОВ), °С:

$$t_1 = 18 + 64,5K_{o.в}^{0,8} + 67,5K_{o.в}. \quad (2)$$

3. Температура обратной воды в ТС после СОВ, °С:

$$t_2 = t_1 - 80K_{o.в}. \quad (3)$$

4. Теплота СОВ, МВт:

$$Q_{o,b} = Q_o + Q_b, \quad (4)$$

где Q_o – теплота на отопление, МВт; Q_b – теплота на вентиляцию, МВт.

5. Суммарный расход теплоты на СОВ и горячее водоснабжение (ГВС), МВт:

$$Q = Q_{o,b} + Q_{ГВС}, \quad (5)$$

где $Q_{ГВС}$ – теплота на ГВС, МВт.

6. Расход воды в водопроводе системы теплоснабжения, необходимый для ГВС, т/ч:

– местные теплообменники при параллельном включения

$$G_{ГВС} = \frac{860 Q_{ГВС}}{t_1 - t_2}; \quad (6)$$

– местные теплообменники для МЗР при 2-ступенчатой схеме присоединения

$$G_{ГВС}^{потр} = \frac{860 Q_{ГВС}}{t_{ГВС}^{потр} - t_{св}}; \quad (7)$$

где $t_{ГВС}^{потр}$ – температура горячей воды для потребителей, °С; $t_{св}$ – температура сырой воды (принимаемой зимой 5 °С, летом 15 °С).

7. Тепловая нагрузка для подогревателя I ступени, МВт:

$$Q_{ГВС}^I = 0,00116 G_{ГВС}^{потр} [t_2 - (\Delta t_b + t_{с.в})], \quad (8)$$

где $\Delta t_b = 10$ °С – минимальная разность температур греющей и подогреваемой воды.

Тепловая нагрузка для подогревателя II ступени, МВт:

$$Q_{ГВС}^{II} = Q_{ГВС}^{потр} - Q_{ГВС}^I. \quad (9)$$

8. Расход сетевой воды на местные теплообменники для ЛР, т/ч:

$$G_{ГВС}^{ЛР} = \frac{860 Q_{ГВС}^{II}}{t_1^{ЛР} - (\Delta t_b + t_{с.в})}, \quad (10)$$

где $Q_{ГВС}^{ЛР}$ – теплота на потребителей в ГВС для ЛР, МВт; $t_1^{ЛР}$ – температура сетевой воды в прямой линии ГВС при ЛР, °С.

9. Расход сетевой воды на СОВ, т/ч:

$$G_{o,b} = \frac{860(Q_o + Q_b)}{t_1 - t_2}. \quad (11)$$

10. Расход воды для потребителей на СОВ и ГВС, т/ч:

$$G_{\text{вн}} = G_{\text{о.в}} + G_{\text{ГВС}} \quad (12)$$

11. Температура обратной сетевой воды после потребителей, °С:

– местные теплообменники ГВС для параллельной схемы подключения

$$t_{\text{обр}}^{\text{потр}} = t_2; \quad (13)$$

– местные теплообменники для МЗР и НХМ при 2-ступенчатой (последовательной или смешанной) схеме подключения

$$t_{\text{обр}}^{\text{потр}} = t_2 - \frac{860 Q_{\text{ГВС}}^{\text{I}}}{G_{\text{вн}} \eta}; \quad (14)$$

– температура для ЛР при той же схеме

$$t_{\text{обр}}^{\text{потр}} = t_1 - \frac{860 Q_{\text{ГВС}}^{\text{I}}}{G_{\text{ГВС}}^{\text{Л}} \eta}, \quad (15)$$

где $\eta = 0,8$ – коэффициент полезного действия подогревателя.

12. Расход подпиточной воды с утечками из теплосети и абонентской системы, т/ч:

$$G_{\text{ут}} = 0,01 K_{\text{т.с}} G_{\text{вн}}, \quad (16)$$

где $K_{\text{т.с}} = 1,5...2,0\%$ – потери воды в закрытых системах отопления и системах потребителей от часового расхода воды внешними потребителями.

13. Количество сырой воды, подаваемой на очистную станцию, т/ч:

$$G_{\text{с.в}} = (1,25...1,30) G_{\text{ут}}. \quad (17)$$

14. При установке деаэратора с давлением 0,12 МПа и температурой деаэраторной воды около 104 °С определяем температуру химически очищенной воды (ХОВ) после охладителя воды деаэратора, °С:

$$t_{\text{ХОВ}}'' = \frac{G_{\text{ут}}}{G_{\text{ХОВ}}'} (t_{\text{подп}}' - t_{\text{подп}}'') \eta + t_{\text{ХОВ}}', \quad (18)$$

где $t_{\text{ХОВ}}' = 20$ °С – температура сырой воды до ХВО; $t_{\text{подп}}'$ – температура подпиточной воды после деаэратора, °С; $t_{\text{подп}}'' = 70$ °С – температура подпиточной воды после охладителя деаэратора; $G_{\text{ХОВ}}'$ – предварительно принятый расход ХОВ, т/ч.

15. Температура ХОВ на входе в деаэратор, °С:

$$t_{\text{ХОВ}}^{\text{д}} = \frac{G_{\text{ГР}}^{\text{под}}}{G_{\text{ХОВ}}'} (t_1^{\text{в.к}} - t_{\text{ГР}}'') \eta + t_{\text{ХОВ}}'', \quad (19)$$

где $G_{\text{ГР}}^{\text{под}}$ – расход греющей воды на подогреватель ХОВ (задается), т/ч;
 $t_1^{\text{в.к}}$ – температура воды на выходе из котла, °С; $t_{\text{ГР}}''$ – температура греющей воды после подогревателя ХОВ (задается), °С (принимают на 4...6 °С выше температуры насыщения при давлении в деаэраторе).

16. Температура сырой воды перед ХВО, °С:

$$t_{\text{ХОВ}}' = \frac{G_{\text{ГР}}^{\text{под}}}{G_{\text{с.в}}} (t_{\text{ГР}}'' - t_{\text{подп}}'') \eta + t_{\text{с.в}}. \quad (20)$$

17. Расход на деаэратор греющей воды, т/ч:

$$G_{\text{ГР}}^{\text{д}} = \frac{G_{\text{ут}} t_{\text{подп}}' - G_{\text{ХОВ}}' t_{\text{ХОВ}}^{\text{д}}}{t_1^{\text{в.к}}}. \quad (21)$$

18. Расход на подпитку тепловой сети ХОВ, т/ч:

$$G_{\text{ХОВ}} = G_{\text{ут}} - G_{\text{ГР}}^{\text{д}}. \quad (22)$$

19. Теплота сырой воды на ее подогрев, МВт:

$$Q_{\text{с.в}} = 0,00116 G_{\text{с.в}} \frac{(t_{\text{ХОВ}}' - t_{\text{с.в}})}{\eta}. \quad (23)$$

20.1. Теплота ХОВ на подогрев, МВт:

$$Q_{\text{ХОВ}} = 0,00116 G_{\text{ХОВ}}' \frac{(t_{\text{ХОВ}}^{\text{д}} - t_{\text{ХОВ}}'')}{\eta}. \quad (24)$$

20.2. Теплота на деаэратор, МВт:

$$Q_{\text{д}} = 0,00116 G_{\text{ГР}}^{\text{д}} \frac{(t_1^{\text{в.к}} - t_{\text{подп}}'')}{\eta}. \quad (25)$$

20.3. Теплота на подогрев ХОВ в охладителе деаэрированной воды, МВт:

$$Q_{\text{охл}} = 0,00116 G_{\text{ХОВ}}' \frac{(t_{\text{ХОВ}}'' - t_{\text{ХОВ}}')}{\eta}. \quad (26)$$

20.4. Теплота на подогрев мазута, МВт:

$$Q_M = B c_M \frac{(t_M'' - t_M')}{\eta \cdot 10^3}, \quad (27)$$

где B – расход мазута на котлы, кг/с; $c_M = 2$ кДж/(кг·К) – удельная массовая теплоемкость мазута; t_M'' и t_M' – температуры мазута после подогревателя и перед ним, °С.

21. Общая теплота в котельной, МВт:

$$\sum Q = Q + Q_{с.в} + Q_{ХОВ} + Q_d + Q_M - Q_{охл}. \quad (28)$$

22. Расход воды в котлах, т/ч:

$$G_k = \frac{860 \sum Q}{t_1^{в.к} - t_2^{в.к}}. \quad (29)$$

23. Расход оборотной воды, т/ч:

$$G_{рец} = \frac{G_k (t_2^{в.к} - t_{обр}^{под})}{t_1^{в.к} - t_{обр}^{под}}. \quad (30)$$

24. Расход воды на байпас, т/ч:

$$G_{пер} = \frac{G_{вн} (t_1^{в.к} - t_1)}{t_1^{в.к} - t_{обр}^{под}}. \quad (31)$$

25. Расход воды через обратную линию от потребителей, т/ч:

$$G_{обр} = G_{вн} - G_{ут}. \quad (32)$$

26. Расчетный расход воды котлами, т/ч:

$$G'_k = G_{вн} + G_{гр}^{под} + G_{рец} - G_{пер}. \quad (33)$$

27. Расчетный расход по прямой линии к потребителям, т/ч:

$$G' = G'_k - G_{гр}^д - G_{гр}^{под} - G_{рец} + G_{пер}. \quad (34)$$

28. Разница между ранее выявленным и скорректированным потреблением воды потребителями, %:

$$\Delta G = \frac{G_{вн} - G'}{G_{вн}} 100\%. \quad (35)$$

Расчет считается завершенным, если разница составляет менее 3%.

Рассмотрим пример расчета тепловой схемы котельной с водогрейным котлом для закрытой системы отопления. Котельные необходимы для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых зданий. Котельная расположена в городе Тамбове и работает на природном газе. Основа расчета СП 89.13330.2016 для трех режимов: МЗР, НХМ и ЛР. Принята двухступенчатая последовательная схема подогрева воды у абонентов для ГВС. Деаэрация ХОВ производится в деаэраторе при давлении 0,12 МПа. Тепловые сети работают по температурному графику 110/70.

Основные исходные и принятые для расчета данные приведены в табл. 2.

2. Исходные данные для расчета тепловой схемы котельной, работающей на закрытую систему теплоснабжения (рис. 1)

Наименование	Обозначение	Обоснование	Значения величины при характерных режимах работы котельной		
			МЗР	НХМ	ЛР
Место расположения котельной	–	Задано	г. Тамбов		
Максимальные расходы теплоты, МВт:					
– на отопление жилых и общественных зданий	Q_o	Задано	44,0		
– на вентиляцию общественных зданий	Q_v	Задано	7,6		
– на ГВС	$Q_{ГВС}$	Задано	15	15	12
Расчетная температура наружного воздуха для отопления, °С	$t_{p.o}$	Принята по [2]	–28	–8,8	
Расчетная температура наружного воздуха для вентиляции, °С	t_v	Принята по [2]	–14		
Температура воздуха внутри помещений, °С	$t_{вн}$	Принята по А.1	20	20	
Температура сырой воды, °С	$t_{c.в}$	Принята по [5]	5	5	15
Температура подогретой сырой воды перед ХВО, °С	$t'_{ХВО}$	Принята	19	19	19
Температура подпиточной воды после охладителя деаэрированной воды, °С	$t''_{подп}$	Принята	70	70	70

Наименование	Обозначение	Обоснование	Значения величины при характерных режимах работы котельной		
			МЗР	НХМ	ЛР
Коэффициент собственных нужд ХВО	$K_{\text{ХВО}}$	Принят	1,25	1,25	1,3
Температура воды на выходе из водогрейных котлов, °С	$t_1^{\text{в.к}}$	Принята	110	110	90
Температура воды на входе в водогрейный котел, °С	$t_2^{\text{в.к}}$	Принята	70	70	70
Расчетная температура горячей воды после местных теплообменников ГВС, °С	$t_{\text{обр}}^{\text{потр}}$	Принята	60	60	60
Предварительно принятый расход ХОВ, т/ч	$G'_{\text{ХОВ}}$	Принят	12	12	4,5
Предварительно принятый расход воды на подогрев ХОВ, т/ч	$G_{\text{гр}}^{\text{под}}$	Принят	6	6	1
Температура греющей воды после подогревателя ХОВ, °С	$t_{\text{гр}}''$	Принята	100	100	100
КПД подогревателей	η	Принят	0,98		

При расчете тепловой схемы в нижеуказанной последовательности определяются в программе MATLAB:

1. Коэффициент снижения расхода теплоты на отопление и вентиляцию для режима НХМ вычисляются по формуле (1):

```
>> %ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ
%Исходные данные:
tvn = 20; % Температура воздуха внутри помещений
tn = - 14; % Расчетная температура наружного воздуха для вентиляции
tro = - 25; %Расчетная температура наружного воздуха для отопления
% Коэффициент снижения расхода теплоты на отопление и вентиляцию
% для режима наиболее холодного месяца
Kov = (tvn-tn)/(tvn-tro)
Kov =
    0.7556
```

Для дальнейших расчетов принимаем $K_{\text{о.в}} = 0,6$.

2. Температура воды (°C) в подающей линии на нужды отопления и вентиляции для режима НХМ вычисляют по формуле (2):

```
>> %Температура воды в подающей линии на нужды отопления и вентиляции
%для режима наиболее холодного месяца
t1nhm = 18+64.5*(Kovpr)^0.8+67.5*Kovpr
t1nhm =
    101.3628
```

3. Температура обратной воды (°C) после систем отопления и вентиляции для режима НХМ вычисляют по формуле (3):

```
>> % Температура обратной воды после систем отопления и вентиляции
% для режима наиболее холодного месяца
t2nhm = t1nhm-80*(Kovpr)
t2nhm =
    53.3628
```

4. Отпуск теплоты (МВт) на отопление и вентиляцию вычисляют по формуле (4):

– для МЗР

```
>> %Исходные данные:
% Максимальный расход теплоты на отопление жилых
% и общественных зданий
Qo = 44;
% Максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий
Qv = 7.6;
% Отпуск теплоты на отопление и вентиляцию для максимально-зимнего
% режима
Qovmzr = Qo+Qv
Qovmzr =
    51.6000
```

– для режима НХМ

```
>> % Отпуск теплоты на отопление и вентиляцию для режима наиболее
% холодного месяца
Qovnhm = (Qo+Qv)*Kovpr
Qovnhm =
    30.9600
```

5. Суммарный отпуск теплоты (МВт) на нужды отопления, вентиляции и ГВС вычисляют по формуле (5):

– для МЗР

```
>> %Исходные данные:
% Максимальный расход теплоты на ГВС жилых
% и общественных зданий
Qgvs = 15;
% Суммарный отпуск теплоты на нужды отопления, вентиляции и ГВС
% для максимально-зимнего режима
Qmzr = Qovmzr + Qgvs
Qmzr =
    66.6000
```

– для режима НХМ

```
>> % Суммарный отпуск теплоты на нужды отопления, вентиляции и ГВС
% для режима наиболее холодного месяца
Qnhm = Qovnhm + Qgvs
Qnhm =
    45.9600
```

6. Расход воды (т/ч) в подающей линии системы ГВС потребителей для МЗР вычисляются по формуле (7):

```
>> %Исходные данные:
% Температура сырой воды
tsv = 5;
% Температура горячей воды, подаваемой потребителям
tgvspotr = 60;
% Расход воды в подающей линии системы ГВС потребителей
% для максимально-зимнего режима
Ggvspotr = 860*Qgvs/(tgvspotr-tsv)
Ggvspotr =
    234.5455
```

7. Тепловая нагрузка (МВт) подогревателя I ступени (на обратной линии сетевой воды) для режима НХМ вычисляется по формуле (8):

```
>> %7. Исходные данные:
% Минимальная разность температур греющей и подогреваемой воды
deltv = 10;
% Тепловая нагрузка (МВт) подогревателя I ступени
%(на обратной линии сетевой воды) для режима наиболее холодного месяца
QIgvsnhm = 0.00116*Ggvspotr*(t2nhm-(deltv+tsv))
QIgvsnhm =
    10.4375
```

8. Тепловая нагрузка (МВт) подогревателя II ступени для режима НХМ вычисляется по формуле (9):

```

>> %8. Исходные данные:
% Максимальные расходы теплоты на ГВС
Qrgvc = 15;
% Тепловая нагрузка (МВт) подогревателя II ступени
% для режима наиболее холодного месяца
QIIgvsnhm = Qrgvc-QIgvsnhm
QIIgvsnhm =
    4.5625

```

9. Расход сетевой воды (т/ч) на местный теплообменник II ступени, т.е. на ГВС, для режима НХМ вычисляется по формуле (6):

```

>> % 9. Расход сетевой воды (т/ч) на местный теплообменник II ступени,
%т.е. на ГВС, для режима наиболее холодного месяца
GIIgvsnhm = 860*QIIgvsnhm/(t1nhm-t2nhm)
GIIgvsnhm =
    81.7452

```

10. Расход сетевой воды (т/ч) на местный теплообменник для ЛР вычисляется по формуле (10):

```

>> % 10. Исходные данные:
% Максимальные расходы теплоты на ГВС на лето
Qgvs1 = 12;
% Температура воды на выходе из водогрейных котлов летом
t11 = 70;
% Температура сырой воды летом
tsv1 = 15;
% Расход сетевой воды (т/ч) на местный теплообменник
% для летнего режима
Ggvs1 = 860*Qgvs1/(t11-(deltv+tsv1))
Ggvs1 =
    229.3333

```

11. Расход сетевой воды (т/ч) на отопление и вентиляцию вычисляется по формуле (11):

– для МЗР

```

>> % 11. Исходные данные:
% Температура воды на выходе из водогрейных котлов
t1mzr = 110;
% Температура воды на входе из водогрейных котлов
t2mzr = 70;
% Расход сетевой воды (т/ч) на отопление и вентиляцию:
% для максимально-зимнего режима
Govmzr = 860*Qovmzr/(t1mzr-t2mzr)
Govmzr =
    1.1094e+03

```

- для режима НХМ

```
>> % 11.1 Расход сетевой воды (т/ч) на отопление и вентиляцию:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Govnhm = 860*Qovnhm/(t1nhm-t2nhm)  
Govnhm =  
554.7000
```

12. Расход сетевой воды (т/ч) на отопление, вентиляцию и ГВС вычисляется по формуле (12):

- для МЗР

```
>> % 12. Расход сетевой воды (т/ч) на отопление, вентиляцию и ГВС:  
% для максимально-зимнего режима  
Govgmzr = Govmzr+0  
Govgmzr =  
1.1094e+03
```

- для режима НХМ

```
>> % 12.1. Расход сетевой воды (т/ч) на отопление, вентиляцию и ГВС:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Govgnhm = Govnhm+GIIgvsnhm  
Govgnhm =  
636.4452
```

- для ЛР

```
>> % 12.2. Расход сетевой воды (т/ч) на отопление, вентиляцию и ГВС:  
% для летнего режима  
Govglr = 0+Ggvs1  
Govglr =  
229.3333
```

13. Температура (°C) обратной сетевой воды после внешних потребителей вычисляется по формуле (14):

- для МЗР

```
>> % 13. Исходные данные:  
eta = 0.98; %КПД подогревателей  
% Температура обратной сетевой воды после внешних потребителей:  
% для максимально-зимнего режима  
tobrmzr=t2mzr-(860*Qpgvc/(Govgmzr*eta))  
tobrmzr =  
58.1348
```

- для режима НХМ вычисляется по формуле (14)

```
>> % 13.1. Температура обратной сетевой воды после внешних потребителей
% для наиболее холодного месяца
tobrnhm=t2nhm-(860*QIgvsnhm/(Govgnhm*eta))
tobrnhm =
    38.9713
```

- для ЛР вычисляется по формуле (15)

```
>> % 13.2. Температура обратной сетевой воды после внешних потребителей
% для летнего режима
tobrllr=t1l-(860*Qgvsl/(Govglr*eta))
tobrllr =
    24.0816
```

14. Расход подпиточной воды (т/ч) для восполнения утечек в тепловой сети внешних потребителей вычисляется по формуле (16):

- для МЗР

```
>> % 14. Исходные данные:
% Потери воды в закрытой системе теплоснабжения и в системе потребителей
Kts = 2;
% Расход подпиточной воды (т/ч) для восполнения утечек
% в тепловой сети внешних потребителей:
% для максимально-зимнего режима
Gutmzr = 0.01*Kts*Govgmzr
Gutmzr =
    22.1880
```

- для режима НХМ

```
>> % 14.1. Расход подпиточной воды (т/ч) для восполнения утечек
% в тепловой сети внешних потребителей:
% для режима наиболее холодного месяца
Gutnhm = 0.01*Kts*Govgnhm
Gutnhm =
    12.7289
```

- для ЛР

```
>>
% 14.2. Расход подпиточной воды (т/ч) для восполнения утечек
% в тепловой сети внешних потребителей:
% для летнего режима
Gutllr = 0.01*Kts*Govglr
Gutllr =
    4.5867
```

15. Расход сырой воды (т/ч), поступающей на ХВО, вычисляется по формуле (17):

– для МЗР

```
>> % 15. Расход сырой воды (т/ч), поступающей на ХВО:
% для максимально-зимнего режима
Gsvmzr=1.25*Gutmzr
Gsvmzr =
    27.7350
```

– для режима НХМ

```
>> % 15.1 Расход сырой воды (т/ч), поступающей на ХВО:
% для режима наиболее холодного месяца
Gsvnhm=1.25*Gutnhm
Gsvnhm =
    15.9111
```

– для ЛР

```
>> % 15.2 Расход сырой воды (т/ч), поступающей на ХВО:
% для летнего режима
Gsvlr=1.25*Gutlr
Gsvlr =
    5.7333
```

16. Температура ХОВ (°C) после охладителя деаэрированной воды вычисляется по формуле (18):

– для МЗР

```
>> % 16. Исходные данные:
G1hov = 12; % Предварительно принятый расход ХОВ
t1podp = 104; % Температура подпиточной воды после деаэратаора
% Температура подпиточной воды после охладителя деаэрированной воды
t2podp = 70;
t1hov = 19; % Температура подогретой сы-рой воды перед ХВО
% Температура ХОВ после охладителя деаэрированной воды:
% для максимально-зимнего режима
t2hovmzr=(Gutmzr/G1hov)*(t1podp-t2podp)*eta+t1hov
t2hovmzr =
    80.6087
```

– для режима НХМ

```
>> % 16.1 Температура ХОВ после охладителя деаэрированной воды:
% для режима наиболее холодного месяца
t2hovnhm=(Gutnhm/G1hov)*(t1podp-t2podp)*eta+t1hov
t2hovnhm =
    54.3439
```

– для ЛР

```
>> % 16.2 Температура ХОВ после охладителя деаэрированной воды:  
% для летнего режима  
t2hovlvr=(Gutlvr/Glhov)*(t1podp-t2podp)*eta+t1hov  
t2hovlvr =  
31.7356
```

17. Температура ХОВ (°C), поступающей в деаэрактор, вычисляется по формуле (19):

– для МЗР

```
>> % 17.Исходные данные:  
Gpodgr = 6; % Расход греющей воды на подогреватель ХОВ  
Gpodgrlvr=1; % Расход греющей воды на подогреватель ХОВ, летний режим  
Glhov=12; % Предварительно принятый расход ХОВ  
Glhovlvr=4.5; % Предварительно принятый расход ХОВ, летний режим  
tvk1=110; % Температура воды на выходе из водогрейного котла  
tvk1lvr=109; % Температура воды на выходе из водогрейного котла, летний  
t2gr=108; % Температура греющей воды после подогревателя ХОВ  
% Температура ХОВ, поступающей в деаэрактор:  
% для максимально-зимнего режима  
tdhovmzr = (Gpodgr/Glhov)*(tvk1-t2gr)*eta+t2hovmzr  
tdhovmzr =  
81.5887
```

– для режима НХМ

```
>> % 17.1 Температура ХОВ, поступающей в деаэрактор:  
% для режима наиболее холодного месяца  
tdhovnhm = (Gpodgr/Glhov)*(tvk1-t2gr)*eta+t2hovnhm  
tdhovnhm =  
55.3239
```

– для ЛР

```
>> % 17.2 Температура ХОВ, поступающей в деаэрактор:  
% для летнего режима  
tdhovlvr = (Gpodgr/Glhov)*(tvk1-t2gr)*eta+t2hovlvr  
tdhovlvr =  
32.7156
```

18. Проверяется температура сырой воды (°C) перед ХВО, вычисляется по формуле (20):

– для МЗР

```
>> % 18.Исходные данные:
% Температура подпиточной воды после охладителя деаэрированной воды
t2podp=70;
% Проверяется температура сырой воды перед ХВО:
% для максимально-зимнего режима
t1hovmzr=(Gpodgr/Gsvmzr)*(t2gr-t2podp)*eta+tstv
t1hovmzr =
    13.0562
```

– для режима НХМ

```
>> % 18.1 Проверяется температура сырой воды перед ХВО:
% для режима наиболее холодного месяца
t1hovnhm=(Gpodgr/Gsvnhm)*(t2gr-t2podp)*eta+tstv
t1hovnhm =
    19.0430
```

– для ЛР

```
>> % 18.2 Проверяется температура сырой воды перед ХВО:
% для летнего режима
t1hovlr=(Gpodgrlr/Gsvlr)*(t2gr-t2podp)*eta+tsvl
t1hovlr =
    21.4953
```

19. Расход греющей воды (т/ч) на деаэратор вычисляется по формуле (21):

– для МЗР

```
>> % 19.Исходные данные:
% Температура воды на выходе из водогрейного котла
t1vklr=90;
% Расход греющей воды (т/ч) на деаэратор:
% для максимально-зимнего режима
Gdgrmzr=(Gutmzr*t1podp-G1hov*tdhovmzr)/t1mzr
Gdgrmzr =
    12.0772
```

– для режима НХМ

```
>> % 19.1 Расход греющей воды (т/ч) на деаэратор:
% для режима наиболее холодного месяца
Gdgrnhm=(Gutnhm*t1podp-G1hov*tdhovnhm)/t1mzr
Gdgrnhm =
    5.9993
```

– для ЛР

```
>> % 19.2 Расход греющей воды (т/ч) на деаэратор:  
% для летнего режима  
Gdgrlr=(Gutlr*t1podp-Gihov*tdhovlr)/t1vklr  
Gdgrlr =  
0.9381
```

20. Проверяется расход ХОВ (т/ч) на подпитку тепловой сети, вычисляется по формуле (22):

– для МЗР

```
>> % 20. Проверяется расход ХОВ (т/ч) на подпитку тепловой сети:  
% для максимально-зимнего режима  
Ghovmzr=Gutmzr-Gdgrmzr  
Ghovmzr =  
10.1108
```

– для режима НХМ

```
>> % 20.1 Проверяется расход ХОВ (т/ч) на подпитку тепловой сети:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Ghovnhm=Gutnhm-Gdgrnhm  
Ghovnhm =  
6.7296
```

– для ЛР

```
>> % 20.2 Проверяется расход ХОВ (т/ч) на подпитку тепловой сети:  
% для летнего режима  
Ghovlr=Gutlr-Gdgrlr  
Ghovlr =  
3.6486
```

21. Расход теплоты (МВт) на подогрев сырой воды вычисляется по формуле (23):

– для МЗР

```
>> % 21. Расход теплоты (МВт) на подогрев сырой воды:  
% для максимально-зимнего режима  
Qsvmzr=0.00116*(Gsvmzr/eta)*(t1hovmzr-tsv)  
Qsvmzr =  
0.2645
```

– для режима НХМ

```
>> % 21.1 Расход теплоты (МВт) на подогрев сырой воды:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Qsvnhm=0.00116*(Gsvnhm/eta)*(t1hovnhm-tsv)  
Qsvnhm =  
0.2645
```

– для ЛР

```
>> % 21.2 Расход теплоты (МВт) на подогрев сырой воды:  
% для летнего режима  
Qsvlr=0.00116*(Gsvlr/eta)*(tihovlr-tsvl)  
Qsvlr =  
0.0441
```

22. Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ вычисляется по формуле (24):

– для МЗР

```
>> % 22. Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ:  
% для максимально-зимнего режима  
Qhovmzr=0.00116*(Ghovmzr/eta)*(tdhovmzr-t2hovmzr)  
Qhovmzr =  
0.0117
```

– для режима НХМ

```
>> % 22.1 Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Qhovnhm=0.00116*(Ghovnhm/eta)*(tdhovnhm-t2hovnhm)  
Qhovnhm =  
0.0078
```

– для ЛР

```
>> % 22.2 Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ:  
% для летнего режима  
Qhovlr=0.00116*(Ghovlr/eta)*(tdhovlr-t2hovlr)  
Qhovlr =  
0.0042
```

23. Расход теплоты (МВт) на деаэрактор вычисляется по формуле (25):

– для МЗР

```
>> % 23. Исходные данные:  
% Температура подпиточной воды после деаэрактора для летнего режима  
t1podplr = 70;  
% 23. Расход теплоты (МВт) на деаэрактор:  
% для максимально-зимнего режима  
Qdmzr=0.00116*(Gdgrmzr/eta)*(t1mzr-t1podp)  
Qdmzr =  
0.0858
```

– для режима НХМ

```
>> % 23.1 Расход теплоты (МВт) на деаэрактор:  
% для режима наиболее холодного месяца  
Qdnhm=0.00116*(Gdgrnhm/eta)*(t1mzr-t1podp)  
Qdnhm =  
0.0426
```

– для ЛР

```
>> % 23.1 Расход теплоты (МВт) на деаэрактор:
% для летнего режима
Qd1r=0.00116*(Gdgr1r/eta)*(t1vklr-t1podplr)
Qd1r =
    0.0222
```

24. Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ в охладителе деаэрированной воды вычисляется по формуле (26):

– для МЗР

```
>> % 24. Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ в охладителе
% деаэрированной воды:
% для максимально-зимнего режима
Qohl1mzr=0.00116*(Ghov1mzr/eta)*(t2hov1mzr-t1hov)
Qohl1mzr =
    0.7373
```

– для режима НХМ

```
>> % 24.1 Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ в охладителе
% деаэрированной воды:
% для режима наиболее холодного месяца
Qohl1nhm=0.00116*(Ghov1nhm/eta)*(t2hov1nhm-t1hov)
Qohl1nhm =
    0.2815
```

– для ЛР

```
>> % 24.2 Расход теплоты (МВт) на подогрев ХОВ в охладителе
% деаэрированной воды:
% для летнего режима
Qohl1lr=0.00116*(Ghov1lr/eta)*(t2hov1lr-t1hov)
Qohl1lr =
    0.0550
```

25. Суммарный расход теплоты (МВт), необходимый в водогрейных котлах, вычисляется по формуле (28):

– для МЗР

```
>> % 25. Суммарный расход теплоты, необходимый в водогрейных котлах
% для максимально-зимнего режима
SIGM_Qmzr=Qmzr+Qsvmzr+Qhov1mzr+Qdmzr-Qohl1mzr
SIGM_Qmzr =
    66.2247
```

- для режима НХМ

```
>> % 25.1 Суммарный расход теплоты, необходимый в водогрейных котлах
% для режима наиболее холодного месяца
SIGM_Qnhm=Qnhm+Qsvnhm+Qhovnhm+Qdnhm-Qohlnhm
SIGM_Qnhm =
45.9934
```

- для ЛР

```
>> % 25.2 Суммарный расход теплоты, необходимый в водогрейных котлах
% для летнего режима
SIGM_Qlr=Qpgvc+Qsvlr+Qhovlr+Qdlr-Qohl1r
SIGM_Qlr =
15.0155
```

26. Расход воды (т/ч) через водогрейные котлы вычисляется по формуле (29):

- для МЗР

```
>> % 26. Расход воды (т/ч) через водогрейные котлы
% для максимально-зимнего режима
Gkmzr=860*SIGM_Qmzr/(t1mzr-t2mzr)
Gkmzr =
1.4238e+03
```

- для режима НХМ

```
>> % 26.1 Расход воды (т/ч) через водогрейные котлы
% для режима наиболее холодного месяца
Gknhm=860*SIGM_Qnhm/(t1mzr-t2mzr)
Gknhm =
988.8571
```

- для ЛР

```
>> % 26.2 Расход воды (т/ч) через водогрейные котлы
% для летнего режима
Gklr=860*SIGM_Qlr/(t1vklr-t2mzr)
Gklr =
645.6672
```

27. Расход воды (т/ч) на рециркуляцию вычисляется по формуле (30):

- для МЗР

```
>> % 27. Расход воды (т/ч) на рециркуляцию
% для максимально-зимнего режима
Grezmzr=Gkmzr*(t2mzr-tobrmzr)/(t1mzr-tobrmzr)
Grezmzr =
325.7298
```

- для режима НХМ

```
>> % 27.1 Расход воды (т/ч) на рециркуляцию
% для режима наиболее холодного месяца
Greznhm=Gknhm*(t2mzr-tobrnhm)/(t1mzr-tobrnhm)
Greznhm =
431.9797
```

- для ЛР

```
>> % 27.2 Расход воды (т/ч) на рециркуляцию
% для летнего режима
Grezlr=Gklr*(t2mzr-tobrlr)/(t1vklr-tobrlr)
Grezlr =
449.7682
```

28. Расход воды (т/ч) по перепускной линии вычисляется по формуле (31):

- для МЗР

```
>> % 28. Расход воды (т/ч) по перепускной линии
% для максимально-зимнего режима
Gpermzr=Govgmzr*(t1mzr-t1mzr)/(t1mzr-tobrmzr)
Gpermzr =
0
```

- для режима НХМ

```
>> % 28.1 Расход воды (т/ч) по перепускной линии
% для режима наиболее холодного месяца
Gpernhm=Govgnhm*(t1mzr-t1nhm)/(t1mzr-tobrnhm)
Gpernhm =
77.3926
```

- для ЛР

```
>> % 28.2 Расход воды (т/ч) по перепускной линии
% для летнего режима
Gperlr=Govglr*(t1vklr-t1l)/(t1vklr-tobrlr)
Gperlr =
69.5810
```

29. Расход сетевой воды (т/ч) от внешних потребителей через обратную линию вычисляется по формуле (32):

- для МЗР

```
>> % 29.Расход сетевой воды от внешних потребителей через обратную лин
% для максимально-зимнего режима
Gobrmzr=Govgmzr-Gutmzr
Gobrmzr =
  1.0872e+03
```

– для режима НХМ

```
>> % 29.1 Расход сетевой воды от внешних потребителей через обратную л
% для режима наиболее холодного месяца
Gobrnhm=Govgnhm-Gutnhm
Gobrnhm =
  623.7163
```

– для ЛР

```
>> % 29.2 Расход сетевой воды от внешних потребителей через обратную л
% для летнего режима
Gobrlr=Govglr-Gutlr
Gobrlr =
  224.7467
```

30. Расчетный расход воды (т/ч) через котлы вычисляется по формуле (33):

– для МЗР

```
>> % 30.Расчетный расход воды (т/ч) через котлы
% для максимально-зимнего режима
G1kmzr=Govgmzr+Gpodgr+Grezmzr-Gpermzr
G1kmzr =
  1.4411e+03
```

– для режима НХМ

```
>> % 30.1 Расчетный расход воды (т/ч) через котлы
% для режима наиболее холодного месяца
G1knhm=Govgnhm+Gpodgr+Greznhm-Gpernhm
G1knhm =
  997.0323
```

– для ЛР

```
>> % 30.2 Расчетный расход воды (т/ч) через котлы
% для летнего режима
G1klr=Govglr+Gpodgrlr+Grezlr-Gperlr
G1klr =
  610.5205
```

31. Расход воды (т/ч), поступающей к внешним потребителям по прямой линии, вычисляется по формуле (34):

– для МЗР

```
>> % 31. Расход воды, поступающей к внешним потребителям по прямой линии
% для максимально-зимнего режима
G1mzr=G1kmzr-Gdgrmzr-Gpodgr-Grezmzr+Gpermrz
G1mzr =
1.0973e+03
```

– для режима НХМ

```
>> % 31.1 Расход воды, поступающей к внешним потребителям по прямой ли
% для режима наиболее холодного месяца
G1nhm=G1knhm-Gdgrnhm-Gpodgr-Greznhm+Gpernhm
G1nhm =
630.4460
```

– для ЛР

```
>> % 31.2 Расход воды, поступающей к внешним потребителям по прямой ли
% для летнего режима
G1lr=G1klr-Gdgrlr-Gpodgrlr-Grezlr+Gperlr
G1lr =
228.3953
```

32. Разница между найденным ранее и уточненным расходом воды внешними потребителями вычисляется по формуле (35):

– для МЗР

```
>> % 32. Разница между найденным ранее и уточненным расходом воды
% внешними потребителями
% для максимально-зимнего режима
DELTA_mzr=(Govgmzr-G1mzr)*100/Govgmzr
DELTA_mzr =
1.0886
```

– для режима НХМ

```
>> % 32.1 Разница между найденным ранее и уточненным расходом воды
% внешними потребителями
% для режима наиболее холодного месяца
DELTA_nhm=(Govgnhm-G1nhm)*100/Govgnhm
DELTA_nhm =
0.9426
```

– для ЛР

```
>> % 32.2 Разница между найденным ранее и уточненным расходом воды
% внешними потребителями
% для летнего режима
DELTA_lr=(Govglr-Gllr)*100/Govglr
DELTA_lr =
    0.4090
```

3. Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Теплопроизводительность номинальная, МВт	58,2
Максимальная температура нагрева воды, °С, не более	150
Температура воды на входе в котел, °С, не менее	70
Рабочее давление, МПа, не более	2,25
Расход воды через котел, т/ч	618
Габаритные размеры, мм:	
– длина	9420
– ширина	7250
– высота	13 646

Расшифровка обозначения ПТВМ-30М:

П – прямоточный;

Т – теплофикационный;

В – водогрейный;

М – мазутный;

30 – максимальная (номинальная) теплопроизводительность в Гкал/ч.

Котел ПТВМ-30М является глубокой модернизацией котла ПТВМ-30.

Котел ПТВМ-30М водотрубный с прямоточной схемой циркуляции воды, имеет П-образную компоновку поверхностей нагрева.

Далее распишем параметры, необходимые для выбора котла, в табл. 4.

Расчетный расход воды через один котел при МЗР 1442/2 = 721 т/ч, что меньше 618 т/ч.

При ЛР теплоснабжения потребители будут обеспечены одним котлом, который будет загружен примерно на 20%.

При режиме НХМ в работе будут находиться два котла.

Далее представлены исходные данные для выполнения лабораторной работы (табл. 5).

4. Параметры для выбора котла

Наименование	Единица измерения	Значения величины при характерных режимах работы котельной		
		МЗР	НХМ	ЛР
Суммарный расход теплоты, необходимый в водогрейных котлах	МВт	66,42	45,993	11,992
Расчетный расход воды через котлы	т/ч	1442	1015	541,2
Температура воды на выходе из водогрейных котлов	°С	110	110	90

5. Исходные данные по вариантам для лабораторной работы

№ п/п	График теплосети	Тип системы теплоснабжения	Тип деаэратора	$Q_{гв}$, МВт	Город
1	110/70	Закрытая	Атм.	12	Архангельск
2	120/70	Закрытая	Вак.	10	Барнаул
3	120/70	Закрытая	Атм.	5	Белгород
4	105/70	Закрытая	Вак.	7	Брянск
5	110/70	Закрытая	Атм.	3	Владивосток
6	110/70	Закрытая	Вак.	1	Владикавказ
7	120/70	Закрытая	Атм.	10	Владимир
8	115/70	Закрытая	Вак.	5	Волгоград
9	120/70	Закрытая	Атм.	3	Воронеж
10	120/70	Закрытая	Атм.	2	Иркутск
11	110/70	Закрытая	Вак.	8	Казань

Продолжение табл. 5

№ п/п	График теплосети	Тип системы теплоснабжения	Тип деаэратора	$Q_{гв}$, МВт	Город
12	110/70	Закрытая	Атм.	4	Краснодар
13	105/70	Закрытая	Вак.	8	Красноярск
14	120/70	Закрытая	Атм.	3	Курск
15	110/70	закрытая	Вак.	4	Липецк
16	120/70	Закрытая	Атм.	9	Москва
17	105/70	Закрытая	Вак.	5	Н. Новгород

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения лабораторной работы при определенных исходных данных можно подобрать водогрейные котлы и вспомогательное оборудование котельной для различных регионов.

Программа расчета тепловой схемы котельной с водогрейными котлами позволяет быстро и точно рассчитать суммарный расход теплоты, необходимый в водогрейных котлах, расход воды через водогрейные котлы, расход подпиточной воды для восполнения утечек в тепловой сети внешних потребителей.

Так же программный продукт позволяет определить разницу между найденным ранее и уточненным расходом воды внешними потребителями котельной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Эстеркин, Р. И.** Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для техникумов / Р. И. Эстеркин. – СПб. : Интеграл, 2011. – 280 с.
2. **СП 131.13330.2020** «Строительная климатология» от 25.06.2021 / Официальный интернет-портал правовой информации. – 24.12.2020.
3. **СанПиН 2.2.4.548–96** «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21). Взамен Санитарных норм микроклимата производственных помещений, утвержденных Минздравом СССР от 31 марта 1986 г. № 4088-86.
4. **ГОСТ 30494–2011** «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2012 г. № 191-ст). Дата введения : 1 января 2013 г.
5. **СНиП II-Г.10–73*** (II-36-73*) Тепловые сети. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 52 с.

Учебное электронное издание

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ

Методические указания

С о с т а в и т е л ь

БАЛАШОВ Алексей Александрович

Редактор Л. В. Комбарова

Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова

Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

Подписано к использованию 29.06.2023.

Тираж 50 шт. Заказ № 69

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»

392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Тел./факс (4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@tstu.ru