

Н.И. Пешехонов

Проектирование теплоснабжения

„Вища школа“

Н.И. Пешехонов

Проектирование теплоснабжения

*Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования УССР
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по специальности
«Теплогазоснабжение и вентиляция»*

Киев
Головное издательство
издательского объединения «Вища школа»
1982

ББК 31.38—02я73

ПЗ1

УДК 658.264(07)

Проектирование теплоснабжения. Пешехонов Н. И.— Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982.— 328 с.

Освещены вопросы проектирования систем теплоснабжения и тепловых сетей населенных мест и промышленных предприятий. Рассматриваются теоретические основы проектирования устройств систем теплоснабжения, способы определения расходов тепла и теплоносителя, выбор источников тепла и способов использования вторичного тепла, методы расчета и конструирования элементов систем теплоснабжения. Особое внимание уделено вопросам эффективности проектирования теплоснабжения. Даны примеры проектирования горячего водоснабжения жилого дома, теплоснабжения города и промышленного предприятия. Примеры могут служить методическим руководством при разработке курсовых и дипломных проектов студентами, обучающимися по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Нормативные материалы даны по состоянию на 01.07.81.

Табл. 81 Ил. 70 Библиогр.: 72 назв.

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент *В. И. Кулик*, старший преподаватель *В. А. Мельник* (Киевский инженерно-строительный ин-т), старший научный сотрудник *А. И. Юфа* (Украинское отделение ВНИПИэнергопром).

Редакция литературы по строительству, архитектуре и коммунальному хозяйству

Зав. редакцией *В. В. Гаркуша*

Николай Иванович Пешехонов

Проектирование теплоснабжения

Специрредактор *А. Л. Чечик*

Редактор *В. В. Тронько*

Обложка художника *А. Ф. Мороза*

Художественный редактор *Г. Т. Конев*

Технический редактор *А. И. Омоховская*

Корректор *Ф. И. Слободская*

Информ. бланк № 5322

Сдано в набор 24.03.81. Подп. в печать 14.07.82. БФ 02209. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типогр. № 1. Лит. гарн. Выс. печать. 20,5 печ. л. 20,80 кр.-отт. 23,72 уч.-изд. л. Тираж 3000 экз. Изд. № 3767. Зак. № 1-139. Цена 95 к.

Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 252054, Киев-54 ул. Гоголевская, 7.

Отпечатано с матриц Книжной фабрики им. М. В. Фрунзе РПО «Полиграфкига» в Харьковской городской типографии № 16. Харьков-3, ул. Университетская, 16. Зак. 1153.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	5
Условные обозначения	6
<i>Глава I. Тепловое потребление</i>	<i>21</i>
I-1. Расходы тепла на отопление и вентиляцию	21
I-2. Расходы воды и тепла на горячее водоснабжение	27
I-3. Расходы тепла на технологические нужды	37
I-4. Графики нагрузок	37
<i>Глава II. Системы теплоснабжения</i>	<i>38</i>
II-1. Выбор теплоносителя и его параметров	38
II-2. Выбор системы теплоснабжения населенных мест	40
II-3. Выбор системы теплоснабжения промышленных предприятий	44
II-4. Системы с несколькими источниками тепла	46
II-5. Регулирование отпуска тепла потребителям	50
<i>Глава III. Тепловые сети</i>	<i>60</i>
III-1. Выбор трассы и способов прокладки тепловых сетей	60
III-2. Монтажная схема	65
III-3. Гидравлический расчет трубопроводов	71
III-4. График пьезометрических напоров	89
III-5. Разработка сгруппированных конструкций, плана и профиля тепловых сетей	99
III-6. Выбор элементов оборудования	116
III-7. Камеры и узлы	130
III-8. Тепловая изоляция трубопроводов	134
<i>Глава IV. Насосные и тепловые пункты</i>	<i>142</i>
IV-1. Насосные	142
IV-2. Контрольно-распределительные пункты	145
IV-3. Присоединение систем отопления к водяным тепловым сетям	147
IV-4. Присоединение систем вентиляции к водяным тепловым сетям	155
IV-5. Присоединение систем горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям	157
IV-6. Тепловые пункты паровых систем	162
IV-7. Расчет тепловых пунктов	165
IV-8. Контрольно-измерительные приборы	169
IV-9. Автоматизация тепловых пунктов и насосных	171
IV-10. Примеры расчетов ЦТП закрытых систем	176
<i>Глава V. Горячее водоснабжение</i>	<i>184</i>
V-1. Системы горячего водоснабжения зданий	184
V-2. Расчет систем горячего водоснабжения	189
V-3. Курсовой проект горячего водоснабжения жилого дома	194
Расчетно-пояснительная записка	194
1. Выбор системы горячего водоснабжения	194
2. Тепловой баланс системы	198
3. Расчет секундных расходов горячей воды	198
4. Расчет циркуляционных расходов горячей воды	200

5. Гидравлический расчет трубопроводов	202
6. Тепловой пункт здания	204
7. Подбор приборов автоматики	207
Глава VI. Источники тепла	209
VI-1. Выбор источника тепла	209
VI-2. Котельные установки	211
VI-3. Теплоэлектроцентрали	217
VI-4. Расчет теплообменных аппаратов	224
VI-5. Выбор вспомогательного оборудования	231
Глава VII. Использование вторичных энергетических ресурсов	235
VII-1. Использование тепла уходящих газов	236
VII-2. Использование вторичного пара	242
VII-3. Использование тепла конденсата, пароводяной эмульсии и горячей воды	243
VII-4. Аккумуляция тепла	247
Глава VIII. Техничко-экономические расчеты и определение эффективности капитальных вложений в теплоснабжение	250
VIII-1. Критерии сравнения и условия сопоставимости проектных решений	250
VIII-2. Показатели экономической эффективности проектных решений	252
VIII-3. Капитальные вложения в объекты теплоснабжения	255
VIII-4. Ежегодные издержки производства	262
Глава IX. Дипломный проект теплоснабжения машиностроительного завода (открытая система теплоснабжения)	268
Задание на проектирование	268
Расчетно-пояснительная записка	269
1. Введение	269
2. Общая часть	269
3. Определение потребности в тепле	269
4. Выбор системы теплоснабжения, теплоносителей, их параметров и источника тепла	278
5. Регулирование отпуска тепла (скорректированный график температур)	282
6. Трасса, способы прокладки и схема тепловой сети	285
7. Гидравлические расчеты трубопроводов	288
8. Трубопроводы и монтажные узлы	299
9. Строительные конструкции	299
10. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов	300
11. Подбор неподвижных опор	303
12. Центральная котельная	304
13. Выбор насосов	307
Глава X. Дипломный проект теплоснабжения города (закрытая система теплоснабжения)	309
Задание на проектирование	309
Расчетно-пояснительная записка	309
1. Введение	309
2. Общая часть	309
3. Определение потребности в тепле	310
4. Выбор системы теплоснабжения	312
5. Регулирование отпуска тепла (повышенный график температур)	314
6. Трасса, способы прокладки и схема тепловой сети	316
7. Гидравлический расчет водяной сети	317
8. График пьезометрических напоров	320
9. Выбор источника тепла и основного оборудования ТЭЦ	323
Приложение	325
Список литературы	326

ВВЕДЕНИЕ

В пособии содержатся теоретические сведения только в том объеме, который необходим для проектирования, приведены требования нормативных документов и руководящих указаний по проектированию, данные по типовым решениям и конструкциям, выработанным практикой проектирования, и практические рекомендации по всем необходимым вопросам. Также приводятся важнейшие справочные данные и примеры выполнения курсовых и дипломных проектов.

В курсе «Теплоснабжение» студент выполняет два курсовых проекта: «Проект горячего водоснабжения жилого дома» и «Проект теплоснабжения промышленного предприятия». Пример выполнения первого из них приведен в гл. V, а курсовой проект по теплоснабжению не приводится, так как все его элементы входят в состав дипломного проекта «Теплоснабжение завода» (гл. IX).

Темы дипломных проектов так же, как и темы реального проектирования, многочисленны и разнообразны. Часто тема дипломного проекта дополняется какими-либо специальными заданиями — использованием вторичного тепла, тепла геотермальных вод и т. д. или более подробной разработкой отдельных объектов — котельных, тепловых пунктов и т. д. Охватить все многообразие встречающихся тем невозможно. Поэтому в пособии приводятся только два примера дипломных проектов: «Теплоснабжение промышленного предприятия» (гл. IX) и «Теплоснабжение города» (гл. X). Однако приведенный материал пособия дает необходимую основу для решения многих тем.

В связи с необходимостью использования значительного справочного материала, таблиц, номограмм из действующих строительных норм и правил в пособии сохранены единицы физических величин в системе МКГСС и тепловые единицы, основанные на калориях, а в приложении дана переводная таблица в единицы СИ.

Автор выражает глубокую благодарность рецензентам: канд. техн. наук В. И. Кулику, ст. преподавателю В. А. Мельник, ст. научн. сотруднику А. И. Юфа, замечания и пожелания которых учтены при подготовке рукописи к изданию. Автор будет благодарен за все предложения и замечания по содержанию книги, которые следует направлять по адресу: Киев-54, Гоголевская, 7.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Таблица 1. Основные условные буквенные обозначения

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
Латинский алфавит		
$B, B_{\text{год}}$	Расходы рабочего топлива: максимальный часовой и годовой	кг/ч; м ³ /ч
$B_y, B_{y, \text{год}}$ c	То же, условного топлива Удельная теплоемкость: массовая или объемная	т/год; м ³ /гед т/ч; т/год ккал/(кг·°C) ккал/(м ³ ·°C)
$D_y, D_{\text{вн}}, D_{\text{н}}, D_{\text{э}}$	Диаметры труб трубопровода: условный, внутренний, наружный, эквивалентный	мм; м
$D_{\text{сум}}, D_p$	Расходы пара: суммарный, расчетный (максимальный часовой)	т/ч
$D_{\text{кот}}, D_{y, \text{т}}, D_{\text{отб}}$	Паропроизводительность: паровых котлов, утилизационных котлов, отбора турбин	т/ч
$D_{\text{п. м}}, D_{\text{п. п}}, D_{\text{п. с}}$	Выход пара мятого, перегретого, сжатого	т/ч
$D_{\text{тех}}, D_{\text{тур}}, D_{\text{с. п}}$	Расходы пара: на технологические нужды, турбиной, основными и пиковыми подогревателями, деаэраторами	т/ч
$D_{\text{пик. п}}, D_{\text{д}}, d, d_{\text{вн}}, d_{\text{н}}$	Диаметры: водогазопроводных труб, внутренний и наружный диаметры труб в теплообменных аппаратах	мм
F	Поверхность нагрева, теплообмена	м ²
G	Массовый расход воды	кг; т
G_p	Расчетный расход воды для расчета трубопроводов и установок	кг/ч; т/ч
$G_o, G_{\text{в}}^{б/о}, G_{\text{в}}$	Расчетные максимальные часовые расходы сетевой воды: на отопление, вентиляцию без ограничения и с ограничением при соответствующих расчетных температурах	кг/ч; т/ч
$G_{\text{г. в. макс}}, \text{г. в. ср.}, G_{\text{г. в. б.}}, G_{\text{г. в. зар}}$	Расходы сетевой воды на горячее водоснабжение: максимальный часовой, среднечасовой, балансовый, для зарядки аккумуляторов	кг/ч; т/ч
$G_{\text{макс}}, G_{\text{ср}}, G_{\text{б}}$	Суммарные расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение: максимальный часовой, средний, балансовый	кг/ч; т/ч
$G_{\text{Iг}}, G_{\text{2г}}$	Расходы сетевой воды на горячее водоснабжение из подающего (1) и обратного (2) трубопроводов открытых систем	кг/ч; т/ч
$G_{\text{I}}, G_{\text{II}}$	Расходы сетевой воды закрытых систем через водонагреватели I и II ступеней	кг/ч; т/ч

Продолжение табл. 1

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
$G_q, G_{q, \text{ср}}, G_{m, c}$	Расходы местной горячей воды в системе горячего водоснабжения: максимальный часовой, среднечасовой и балансовый	м ³ /ч; т/ч
G_c, G_u	Расходы местной воды: секунднй и циркуляционный секунднй	л/с
G_k	Расход конденсата	кг/ч; т/ч
g, g_x	Нормы расхода горячей воды водоразборными приборами: секунднй и характернй (наибольшй часовой)	л/с; л/ч
$g_{и}, g_{и, \text{ср}}, g_{и, ч}$	Нормы расхода горячей воды потребителями: в сутки наибольшего водопотребления, средняя в сутки за отопительный период, в час наибольшего водопотребления	л/сут; л/ч
$H = P/\gamma$	Напор жидкости	м (столба жидкости в трубе)
$H_z, H_{зд}$	Геодезические отметки: земли и верхней точки системы отопления (здания) от уровня моря	м
$H_c, H_{пп}, H_{пт}, H_{ц}, H_{пв}, H_{рг}, H_{пм}, H_o, H_{ис}$	Напоры насосов: сетевого, подпиточного, питательного, циркуляционного, повысительного, разгрузочного, подмешивающего	м; м вод. ст.
$H_{ст}$	Статический уровень воды в системе теплоснабжения	м
H_s	Напор (уровень) вскипания воды	м
$H_{под}, H_{обр}$	Напоры в подающем и обратном трубопроводах	м; м вод. ст.
$H_{пр}$	Напор в отопительных приборах	м; м вод. ст.
$H_v, H_{св}$	Напор в водопроводе на вводе в здание и свободный напор за водоразборным краном	м; м вод. ст.
H_p	Располагаемый напор для гидравлических расчетов	м; м вод. ст.
$\Delta H_{ист}, \Delta H_{кот}, \Delta H_{с. п}, \Delta H_{пик. п}, \Delta H_{пик. кот}$	Потери напора сетевой воды: в источнике тепла, котлах, основных и пиковых подогревателях и пиковых котельных,	м; м вод. ст.
$\Delta H_{под}, \Delta H_{обр}, \Delta H_{ц}, \Delta H_{уч}, \Delta H_{цтп}, \Delta H_{итп}, \Delta H_{уз}, \Delta H_{эл}, \Delta H_{гр}, \Delta H_{здв}, \Delta H_{вм}, \Delta H_{внг}, \Delta H_o, \Delta H_{в}, \Delta H_{зд}, \Delta H_{р.д}, \Delta H_{р.р}, \Delta H_{р.п}, \Delta H_{р.пп}, \Delta H_{р.т}$	в подающем, обратном и циркуляционном трубопроводах, на участке тепловой сети, в ЦТП и ИТП, в узле управления и его элементах: элеваторе, грязевике, задвижке, водомере, водонагревателе,	м; м вод. ст. м; м вод. ст. м; м вод. ст.
h_r, h_r^H, h_r^K	в системе отопления за элеватором, в системе вентиляции и у потребителя (в здании) в целом, в клапанах автоматики: регуляторе давления, регуляторе расхода, регуляторе подпора, регуляторе подпитки, регуляторе температуры	м; м вод. ст. м вод. ст.
	Геометрическая высота (подъем воды), геодезические высоты от уровня моря, начала и конца трубопровода (участка)	м

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
$I_{\text{в}}, \Delta I_{\text{в}}$	Энтальпия воздуха, теоретически необходимого для горения, и воздуха, присосанного в газоходке или установке, отнесенные к 1 м^3 или 1 кг сгоревшего топлива	ккал/м^3 топлива; ккал/кг топлива
I', I''	Энтальпия уходящих газов (продуктов сгорания) до и после тепловой установки, отнесенная к 1 м^3 или 1 кг сгоревшего топлива	ккал/м^3 топлива; ккал/кг топлива
$i_{\text{в}}, i_{\text{к}}, i_{\text{с}}, i_{\text{п.л}}, i_{\text{п.м}}, i_{\text{тур}}, i_{\text{отб}}, i_{\text{п.в}}, K$	Энтальпия воды, конденсата, насыщенного, перегретого и мягкого пара Энтальпия пара перед турбиной, из отбора турбин, питательной воды Коэффициент теплопередачи теплообменных аппаратов, трубопроводов и пр.	ккал/кг ккал/кг
$k_{\text{т}}, k_{\text{топ}}, k_{\text{эл}}$	Коэффициент потерь тепла, топлива и электроэнергии при транспортировке	$\text{ккал}/(\text{м}^2 \times \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$ —
$L, L_{\text{о}}, L_{\text{д}}$	Расстояние между неподвижными опорами Расходы воздуха для сжигания топлива: теоретически необходимый и действительный	м $\text{м}^3/\text{кг}$; $\text{м}^3/\text{м}^3$
$l, l_{\text{э}}, l_{\text{пр}}$	Длины расчетных участков трубопроводов при гидравлических расчетах: действительная по плану, эквивалентная и приведенная	м
$M = \Sigma D_{\text{вн}} l$	Количество человек, жителей Материальная характеристика тепловой сети	чел. м^2
$N_{\text{дв}}, n, n_{\text{о}}, n_{\text{год}}, P, P_{\text{усл}}, P_{\text{раб}}, P_{\text{с}}, P_{\text{под}}, P_{\text{обр}}, P_{\text{в}}, P_{\text{р}}, P_{\text{нач}}, P_{\text{кон}}, P_{\text{ср}}, P_{\text{пр}}, \Delta P$	Мощность электродвигателя Частота вращения вала двигателя Продолжительность отопительного периода Годовое число часов работы установки Давление абсолютное, условное, рабочее, кипения (насыщения) Давление в подающем и обратном трубопроводах Давление в водопроводе на вводе, располагаемое давление Давление пара или жидкости: в начале и в конце расчетного участка, среднее Давление в отопительных приборах Потери, падение давления на участке, в приборах и т. д.	кВт с^{-1} сут ч/год кгс/см^2 кгс/см^2 кгс/см^2 кгс/см^2 кгс/см^2 кгс/см^2
$Q_{\text{макс}}, Q_{\text{ср}}, Q_{\text{б}}, Q_{\text{год}}, Q_{\text{о}}, Q_{\text{в}}^{6/0}, Q_{\text{в}}, Q_{\text{тех}}$	Суммарные расходы тепла: максимальный часовой, среднечасовой, балансовый и годовой Максимальные часовые расходы тепла: на отопление, вентиляцию без ограничения, вентиляцию с ограничением и на технологические нужды при расчетных температурах	ккал/ч ; Гкал/ч ; Гкал/год ккал/ч
$Q_{\text{о.ср}}, Q_{\text{в.ср}}, Q_{\text{г. в. макс}}, Q_{\text{г. в. ср}}, Q_{\text{г. в. б}}$	То же, среднечасовые за отопительный период Расходы тепла на горячее водоснабжение: максимальный часовой, среднечасовой за отопительный период, среднечасовой за летний период и балансовый за сутки	ккал/ч ккал/ч ; ккал/сут

Продолжение табл. 1

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
$Q_o^{\text{год}}, Q_v^{\text{год}}, Q_{г.в.}^{\text{год}}, Q_{\text{тех.}}^{\text{год}}, Q_{\text{год}}$	Годовые расходы тепла: на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, технологические нужды, суммарные	ккал/год
$Q_{\text{отб.}}, Q_{\text{о.п.}}$	Теплопроизводительность отбора турбины, основных подогревателей, пиковых подогревателей, пиковой котельной, котла или котельной, теплоутилизационной установки, экономайзера	ккал/ч
$Q_{\text{пик. п.}}, Q_{\text{пик. кст.}}, Q_{\text{кот.}}, Q_{\text{ут.}}, Q_{\text{эк}}$	Теплопроизводительность водонагревателей: I ступени при максимальной часовой и балансовой часовой нагрузках, II ступени при максимальной часовой и балансовой нагрузках	ккал/ч
$Q_{I'}, Q_{II'}, Q_{I\&II'}$	Потери тепла в подающем и циркуляционном трубопроводах	ккал/ч
$Q_{II}, Q_{II'}$	Низшая теплота сгорания рабочей массы топлива	ккал/м ³ ; ккал/кг
Q_{II}^p	Удельные потери тепла	ккал/(м.ч.°C)
$q, q_o, q_v, q_{г.в.}$	Укрупненные показатели расхода тепла: на отопление жилых, общественных или производственных зданий, вентиляцию и горячее водоснабжение	ккал/ед. физической величины
$R_p, R_T, R, R_{\text{опт}}$	Удельные потери давления в трубопроводе: располагаемая, по таблице или по номограмме, действительная и оптимальная	кгс/(м ² ·м)
r	Скрытая теплота парообразования	ккал/кг
$s_y, S = s_y(l + l_s)$	Удельное сопротивление трубопровода	м·ч ² /(м ⁶ ·м)
$\Delta H = s_y(l + l_s)V^2$	Сопротивление трубопровода (потеря напора при расходе воды 1 м ³ /ч)	м·ч ² /м ⁶
$t_{\text{вн}}$	Потеря напора на участке	м
t_o	Расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений	°C
$t_n, t_{p.o}$	Температура окружающей среды	°C
$t_{p.в.}, t_{н.к.}, t'_{п.н.}, t'_{н.н.}$	Температура наружного воздуха: произвольная, расчетная для проектирования отопления, расчетная для проектирования вентиляции, начала и конца отопительного периода, при переходе с отопительного графика на скорректированный, в точке излома графика при открытых и закрытых системах теплоснабжения	°C
$t_{x.з.}, t_{x.л.}$	Температура холодной (водопроводной) воды: общее обозначение, в отопительный и летний периоды (при отсутствии точных данных принимаются $t_{x.з.} = 5^\circ \text{C}$; $t_{x.л.} = 15^\circ \text{C}$)	°C
$t_{г.}, t_{п.}, t_{г.ср}$	Температура горячей воды в местных системах горячего водоснабжения: расчетная, после водонагревателя I ступени при $t'_{п.н.}$ и средняя в водоразборных стояках, для которой установлены нормы расхода воды	°C
$t_{с.}, t_{п.п.}, t_{п.м.}, t_{п.с.}, t_{к.}$	Температура насыщенного пара, перегретого пара, мягкого пара, сжатого пара, конденсата	°C
$t_{\text{нач.}}, t_{\text{кон.}}, t_{\text{ср}}$	Температуры: в начале и конце участка, средняя	°C
Δt	Температурный напор при расчете теплопередачи	°C
μ	Коэффициент смешения элеватора, насоса	—

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
$V_{ак}$	Объем аккумулятора	м ³
W_o, W_T W_I, W_{II}	Эквиваленты расхода воды: системой отопления, теплообменником отопления и водонагревателями I и II ступеней	м ³
$\omega_v, \omega_p, \omega_r$	Скорость движения воды, пара, газа	м/с
Русский алфавит		
$E_n = 1/T_n$	Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в строительство	1/год
$E_{н.п}$	Нормативный коэффициент приведения капитальных вложений к базисному году	—
$З, з$	Приведенные затраты на осуществление проектного решения: полные и удельные	руб./год; руб./ед.прот.
$З_T, З_{топ},$ $З_{эл}$	Замыкающие затраты: на тепло, топливо и электроэнергию	руб./год
$З_T, З_{топ}, З_{эл}$	То же, удельные	руб./Гкал; руб./т у.т.; руб./ (кВт·ч)
$И, И_t$	Ежегодные издержки производства (эксплуатационные расходы или себестоимость годового выпуска продукции) в период нормальной эксплуатации и в год t -й	руб./год
$И_{ам}, И_{зар},$ $И_{рем}, И_{проч}$	Ежегодные издержки производства: на амортизацию (реновацию и капитальный ремонт), заработную плату, ремонт и прочие объектные расходы	руб./год
$И_{топ}, И_T$ $И_{эл}$	Ежегодные издержки производства: на топливо, тепло и электроэнергию	руб./год
$K, K_{доп},$ $K_{пр}, K_t$	Капитальные вложения в осуществление проектного решения (в объект строительства): полные, дополнительные, приведенные к базисному году и в t -й год строительства	руб.
$K_{ист}, K_{кот}$ $K_{тэц}, K_{т.с}$ $N_{ам}$	Капитальные вложения: в источник тепла, котельную, ТЭЦ, тепловые сети Норма годовых отчислений на амортизацию (реновацию и капитальный ремонт)	руб. %
$\Pi, \Delta\Pi$	Годовая прибыль, прирост годовой прибыли от дополнительных капитальных вложений	руб./год
$T_n = 1/E_n,$ $T, T_{доп}$	Срок окупаемости капитальных вложений: нормативный, действительный, дополнительных капитальных вложений	лет
Π	Стоимость годового выпуска продукции по проекту в оптовых ценах без налога с оборота	руб./год
$\Pi_T, \Pi_{топ}$	Стоимость тепла и топлива	руб./Гкал; руб./т
$\Pi_{тр. топ},$ $\Pi_{тр. т},$ $\Pi_{тр. эл}$	Стоимость транспортировки топлива, тепла и электроэнергии	руб./т; руб./Гкал; руб./ (кВт·ч)
$\Pi_{уст}, \Pi_{эл},$ $\Pi_{эл. дв}$	Тарифная цена за установленную мощность (кВ·А) и за израсходованную электроэнергию (кВт·ч) по одноставочному и двухставочному тарифу	руб./ (кВ·А); руб./ (кВт·ч)
$\mathcal{E}, \mathcal{E}_{доп}$	Абсолютная (общая) экономическая эффективность	—

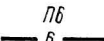
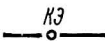
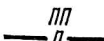
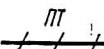
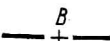
Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
	капитальных вложений и дополнительных	
	Греческий алфавит	
$\alpha, \alpha', \alpha''$	Коэффициенты: местных сопротивлений, избытка воздуха при горении до и после тепловой установки	—
α_1, α_2	Коэффициенты теплоотдачи от греющей среды к стенке и от стенки к нагреваемой среде	ккал/(м ² ·ч × °C)
α_t	Коэффициент теплофикации	—
β	Коэффициент, учитывающий уменьшение среднечасового расхода воды летом	—
Δ	Разность, приращение, уменьшение	—
γ_o	Удельный вес газа при нормальных условиях	кгс/м ³
γ_t	Удельный вес жидкости или пара, для которого составлена таблица или номограмма гидравлического расчета	кгс/м ³
$\gamma_B, \gamma_D,$ γ_G, γ_K	Действительный (или средний) удельный вес: воды, пара, газа, конденсата	кгс/м ³
$\gamma_{нач}, \gamma_{кон},$ $\gamma_{ср}$	Удельный вес пара: в начале, в конце участка и средний	кгс/м ³
$\delta, \delta_{II}, \delta$	Перепады температур сетевой воды в водонагревателях: I ступени, II ступени и суммарный при изломе графика (при t'_H)	°C
$\epsilon_o, \epsilon_t,$ $\epsilon_I, \epsilon_{II}$	Безразмерная удельная тепловая производительность: системы отопления, теплообменника отопления и водонагревателей I и II ступеней	—
$\eta_{кст}, \eta_{т.с},$ $\eta_{из}$	Коэффициенты полезного действия: котла или котельной установки, тепловых сетей, тепловой изоляции	—
$\eta_{ТЭЦ}^{эл}, \eta_{ТЭЦ}^T$	Коэффициенты полезного действия ТЭЦ, отнесенные на выработку электрической и тепловой энергии	—
$\eta_H, \eta_{пер}$	Коэффициент полезного действия насоса и передачи от электродвигателя к насосу	—
$\theta', \theta'', \theta_{ср}$	Температура продуктов сгорания (дымовых газов) до котла, после него и средняя в котле, экономайзере и т. д.	°C
λ	Коэффициент теплопроводности	ккал/(м·ч × °C)
ξ	Коэффициент местного сопротивления	—
$\rho_M =$ $= Q_{г. в. макс.} / Q_o$ $\rho_{ср} =$ $= Q_{г. в. ср.} / Q_o$ $\rho_6 = Q_{г. в. б.} / Q_o$	Отношение расходов тепла на горячее водоснабжение максимального, среднего и балансового к расчетному расходу на отопление	—
$\sigma_p, \sigma_c, \sigma_{из}$	Допустимые напряжения материала: на растяжение, сжатие и изгиб	кгс/см ²
t_1, t_c, t_2, t_3	Температура сетевой воды при температуре $t_{p.o}$ соответственно: в подающем трубопроводе тепловой сети при отопительном графике и перед сме-	°C

Обозначение величины	Наименование	Обозначение единицы
$t_{20}, t_{2B}, t_{2Г.}$	сительным устройством (за подогревателем I/ ступени в последовательных схемах включения водонагревателей горячего водоснабжения); после смешительного устройства; в обратном трубопроводе после систем отопления; после параллельно включенного водонагревателя горячего водоснабжения	°C
$t_{2B.0}$	Температура сетевой воды после систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения (до подогревателя I ступени) при температуре $t_{p.0}$	°C
$t_{np} = 0,5 (t_c + t_2)$	Температура обратной сетевой воды за системами воздушного отопления при $t_{p.0}$	°C
$t_k = 0,5 (t_1 + t_{2B})$	Средняя температура сетевой воды в отопительных приборах при $t_{p.0}$	°C
$\Phi_o, \Phi_r, \Phi_l, \Phi_{II}$	Средняя температура поверхности нагрева калориферов при $t_{p.0}$	°C
	Параметры: системы отопления, теплообменника отопления и водонагревателей I и II ступеней	°C

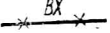
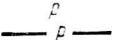
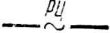
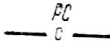
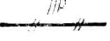
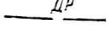
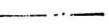
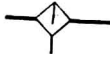
Примечания: 1. Для давления P и падения давления ΔP применяются те же индексы, что и для потерь напора в тех же элементах. 2. Индекс t вверх обозначает величины при произвольной температуре наружного воздуха t_B . 3. Индекс «в» вверх обозначает величины при расчетной температуре для проектирования вентиляции $t_{p.в}$. 4. Один штрих вверх обозначает величины при изломе графика температур — при наружной температуре t'_H , два штриха вверх — то же, при температуре t''_H , выше которой отбор воды в открытых системах осуществляется только из обратного трубопровода. 5. Горизонтальная черта сверху обозначает относительное значение величины в долях от расчетного. 6. Индексы «б» и «с» внизу обозначают величины при балансовых нагрузках горячего водоснабжения и при повышенном и скорректированном графиках температур. Суммарный расход тепла на вентиляцию $Q_B + Q_B^{6/0}$ обозначен Q_B .

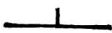
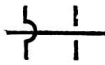
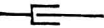
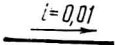
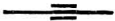
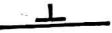
Таблица 2. Условные графические обозначения трубопроводов и арматуры

Трубопроводы		Арматура	
	Теплопровод подающий (водовод)		Вентиль запорный проходной
	Теплопровод обратный		Вентиль запорный угловой
	Трубопровод горячего водоснабжения		Задвижка

Трубопроводы		Арматура	
	Трубопровод горячего водоснабжения (циркуляционный)		Кран проходной
	Паропровод низкого давления (мятого пара)		Кран угловой
	Паропровод высокого давления		Кран трехходовой
	Паропровод с указанием давления (6 кгс/см ²)		Кран концевой
	Конденсатопровод однофазный (напорный)		Клапан обратный
	Конденсатопровод эмульсионный		Клапан предохранительный проходной
	Трубопровод подпиточной воды		Клапан предохранительный угловой
	Трубопровод питательной воды		Клапан редуционный РОУ (БРОУ)
	Водопровод необработанной воды		Клапан воздушный (вантуз)

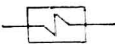
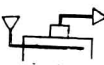
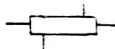
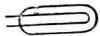
Продолжение табл. 2

Трубопроводы		Арматура	
	Водопровод обработанной воды		Грязевик: 1 — на планах, 2 — на схемах
	Трубопровод химреактивов		Водомер: 1 — на схемах, 2 — на монтажных чертежах
	Трубопровод рециркуляционный		Термометр
	Трубопровод раствора соли		Измерительная диафрагма, дросселирующая шайба
	Канализация		Насос лопастной центробежный
	Продувка		Насос ручной
	Трубопровод переливной, сливной, дренажный		Насос струйный, элеватор
	Трубопровод для удаления воздуха (выпар)		Водоотделитель
	Трубопровод управления (импульсный) автоматики		Конденсатоотводчик

Трубопроводы		Арматура	
	Соединение трубопровода		Компенсатор П-образный
	Пересечения без соединения		Компенсатор сальниковый
	Опуск, стояк		Опора трубопровода неподвижная
	Уклон трубопровода		Опора направляющая
	Подвод, направление движения и отвод жидкости		Опора скользящая
	Подвод, направление движения и отвод пара, воздуха, газа		Опора катковая
	Заглушка, пробка		Опора подвесная

Примечания: 1. При необходимости транспортируемая среда указывается по начальным буквам ее названия: п. п — пар перегретый, п. м — пар мятый; п. с — пар сжатый; при одном паропроводе можно ставить «п». В двухтрубных водяных сетях равных диаметров буквенные обозначения не ставятся. 2. Буквенные обозначения ставятся перед указанием диаметров. 3. Обозначение  также применяется, если вид запорной арматуры неизвестен.

Таблица 3. Условные графические обозначения оборудования на схемах

	Котел паровой и его тип		Деаэратор барбатажный с баком
	Котел водогрейный и его тип		Деаэратор вакуумный с баком
	Экономайзер		Термообработка воды
	Турбогенератор и его тип		Паропромыватель, конденсатопромыватель
	Конденсатор		
	Подогреватель пароводяной и водоводяной		Пароводяной аккумулятор
	Подогреватель водоводяной секционный		
	Емкий водонагреватель		Бак открытый
	Химводоочистка		Бак под давлением