Федеральное государственное унитарное предприятие
Проектный, конструкторский и научно-исследовательский институт
«СантехНИИпроект»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 02494733 5.4 - 02 - 2006

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ КОТЕЛЬНЫХ

Москва 2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Проектный, конструкторский и научно-исследовательский институт «СантехНИИпроект»

2 ВНЕСЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Проектный, конструкторский и научно-исследовательский институт «СантехНИИпроект»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом ФГУП «СантехНИИпроект» от 15 декабря 2006 г № 19

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Федеральное государственное унитарное предприятие "Проектный, конструкторский и научно-исследовательский институт "СантехНИИпроект" (ФГУП СантехНИИпроект) Росстроя

Настоящий стандарт является интеллектуальной собственностью ФГУП «СантехНИИпроект»tp и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ФГУП «СантехНИИпроект»

Содержание

1 Область применения... 1

2 Нормативные ссылки... 1

3 Общие положения... 2

Приложение А (обязательное)

Исходные данные и примеры расчета тепловых схем котельных 7

Таблица А.1 – Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения ... 9

Таблица А.2 – Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения ... 14

Таблица А.3 – Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для открытой системы теплоснабжения ... 28

Таблица А.4 – Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения ... 35

Рисунок А.1 Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения ... 56

Рисунок А.2 Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для открытой системы теплоснабжения ... 58

Рисунок А.3 Температура наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды ... 59

Рисунок А.4 Коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в степени 0,8 ... 60

Рисунок А 5 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для закрытой системы теплоснабжения ... 61

Рисунок А 6 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для открытой системы теплоснабжения ... 63

Рисунок А.7 Выбор типа и количества работающих котлов в зависимости от суммарной паровой нагрузки котельной ... 65

Введение

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организаций – ГОСТ Р 1 4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации Стандарты организаций. Общие положения»

Настоящий стандарт разработан с учетом достижений науки и техники в области проектирования котельных для зданий различного назначения в целях распространения и использования результатов исследований и разработок в данной области.

Стандарт содержит методику расчета тепловых схем отопительно-производственных котельных с паровыми котлами КЕ для открытой и закрытой системы теплоснабжения.

Требования настоящего стандарта подлежат обязательному соблюдению производственными подразделениями СантехНИИпроекта, а также другими субъектами хозяйственной деятельности на добровольной основе, если в договоре на разработку проектной документации сделана ссылка на этот стандарт.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ КОТЕЛЬНЫХ

Дата введения – 2006 – 12 – 15

1 Область применения

1.1 В работе изложены рекомендации по расчету тепловых схем котельных с паровыми котлами, рассчитанными для работы при давлении пара 14 МПа (пар насыщенный).

Приводится методика расчета тепловых схем для закрытой и открытой систем теплоснабжения, иллюстрируемая соответствующими примерами.

Предусматривается выполнение расчетов для наиболее характерных режимов работы котельных.

По отдельным позициям для ускорения расчетов в работе приведены аналитический и графический (приложение А) методы.

В основу определения расхода пара на деаэрацию питательной воды, *являющегося наиболее сложным элементом расчета, положен только графи*ческий метод.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям

СНиП 23-01-99* Строительная климатология

СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий

ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

3 Общие положения

3.1 Расчет тепловой схемы котельной производится с целью определения расхода пара и воды для отдельных узлов при характерных режимах работы котельной и составления общего материального баланса пара и воды.

Расчет выполняется параллельно для всех режимов с применением табличной формы в рекомендуемой последовательности (см. таблицы 2 и 4).

Расчетом определяется температура различных потоков воды (сетевой, подпиточной, химочищенной исходной) и конденсата.

3.2 На расчетной тепловой схеме котельной (рисунка А.1 и А.2) указываются направления основных потоков теплоносителя, его расходы и параметры.

3.3 Расчет теплой схемы котельной выполняется в следующей последовательности:

- рассчитывается предварительный пароводяной баланс котельной (без учета непрерывной продувки), который используется в расчете химводоочистки для установления необходимости непрерывной продувки, ее величины, а также для уточнения собственных нужд химводоочистки;

- производится полный расчет тепловой схемы котельной по всем позициям, в частности уточняется пароводяной баланс, суммарная паровая нагрузка котельной и намечаются варианты для выбора типоразмера и количества котлов. Выбор основного варианта установки котлов производится при составлении технико-экономического обоснования.

В процессе расчета тепловой схемы методом последовательных приближений уточняется расход пара на деаэрацию питательной воды. Предлагаемый метод расчета позволяет уточнить этот расход после одного приближения, причем погрешность находится в пределах 5 %;

- результаты расчета являются исходными данными для расчета и выбора оборудования отдельных узлов тепловой схемы и основных трубопроводов котельной. Выбор числа и единичной мощности котлов также производится на основании результатов расчета тепловой схемы. В случае наличия двух или более вариантов установки котлов выбор следует производить на основании технико-экономического обоснования.

3.4 Методика расчета тепловых схем и примеры приведены для наиболее общего случая тепловой схемы – отопительно-производственной котельной (с теплоносителями - высокотемпературная вода и насыщенны пар).

Расчеты отопительной (теплоноситель высокотемпературная вода) и производственной котельной (теплоноситель насыщенный пар) являются частными случаями общего расчета тепловой схемы.

3.5 Расчетные режимы.

Для отопительно-производственной и отопительной котельных расчет ведется для четырех характерных режимов:

- максимального зимнего при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции;
- при средней температуре наиболее холодного месяца;
- при температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды (при наличии нагрузки на горячее водоснабжение);
- летнего режима.

В случае отсутствия нагрузки на горячее водоснабжение режим при температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды заменяется режимом в конце отопительного периода (температура наружного воздуха 8 °С).

Для отопительной котельной при наличии только отопительно-вентиляционной нагрузки исключается летний режим (котельная в летний период не работает).

Производственная котельная рассчитывается для максимального зимнего режима, режима при средней температуре самого холодного месяца и летнего.

3.6 Исходные данные к примеру расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной для закрытой системы теплоснабжения приведены в таблице 1.

Дополнительные исходные данные:

- топливо твердое; сжигание топлива – слоевое, поэтому отсутствует мазутное хозяйство, и в расчетах $D_{маз}$ принято равным 0; при камерном сжигании твердого топлива требуется мазут для растопки и подсветки факе-

ла. В этом случае и в случае использования мазута в качестве топлива (основного, резервного или аварийного) необходимо предусматривать мазутное хозяйство и учитывать в расчете расход пара на мазутное хозяйство;

- возврат конденсата от производственных потребителей под напором.

Для примера расчета тепловой схемы с учетом расхода теплоты на мазутное хозяйство для отопительно-производственной котельной с открытой системой теплоснабжения в качестве топлива принят мазут.

3.7 Исходные данные к примеру расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной для открытой системы теплоснабжения приведены в таблице 3.

Примеры расчетов тепловых схем для закрытых и открытых систем теплоснабжения даны, как наиболее сложные, с использованием качественного регулирования. При использовании количественного регулирования в расчетах тепловых схем следует:

- принимать температуру прямой и обратной сетевой воды на выходе из котельной и температуру обратной сетевой воды перед сетевыми насосами во всех расчетных режимах равной температуре при максимальном режиме.

3.8 В приведенных примерах (таблицы 2 и 4) был принят, согласно заданию, температурный график сетевой воды 150-70 °С. Расчетные формулы температуры наружного воздуха в точке излома, температуры прямой и обратной сетевой воды составлены для заданного температурного графика.

При температурном графике 130-70 °С указанные величины могут быть определены по следующим формулам или рисунку:

- температура наружного воздуха в точке излома

$$t_{н\,изл} = t_{вн} - 0,418 \cdot \left(t_{вн} - t_{нр}\right) \qquad \text{(рис. 3)};$$

- температура прямой сетевой воды

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot K_{ов}^{0,8} + 47,5 \cdot K_{ов};$$

- температура обратной сетевой воды

$$t_2 = t_1 - 60 \bullet K_{ов} \ .$$

Для иного температурного графика температуру сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах при любой температуре наружного воздуха следует определять по формулам:

- в подающем трубопроводе

$$t_1 = t_{вн} + \left(\frac{\tau_1 + \tau_2}{2} - t_{вн} \right) \bullet K_{ов}^{0,8} + \left(\Delta t_{макс} - \frac{\Delta \tau}{2} \right) \bullet K_{ов} ;$$

- в обратном трубопроводе

$$t_2 = t_{вн} + \left(\frac{\tau_1 + \tau_2}{2} - t_{вн} \right) \bullet K_{ов}^{0,8} - \frac{\Delta \tau}{2} \bullet K_{ов} ,$$

где t_1 – расчетная температура в подающем трубопроводе тепловой сети при любой температуре наружного воздуха, °С;

t_2 - расчетная температура в обратном трубопроводе тепловой сети при любой температуре наружного воздуха, °С;

τ_1 - расчетная температура в подающем трубопроводе местной системы, °С (95 °С);

τ_2 - расчетная температура в обратном трубопроводе местной системы, °С (70 °С),

$t_{вн}$ – внутренняя температура помещения;

$K_{ов}$ – коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в зависимости от температуры наружного воздуха;

$\Delta t_{макс}$ – расчетный перепад температур в тепловой сети (150-70; 130-70; 115-70 и т.д.).

По полученным точкам строится температурный график.

Точкой излома температурного графика является точка, соответствующая температуре в подающем трубопроводе 70 °С. По этой точке по

температурному графику определяется температура наружного воздуха в точке излома ($t_{н\ изл}$).

3.9 Максимальный часовой отпуск тепла на горячее водоснабжение промышленного предприятия совпадает со среднечасовым (коэффициент часовой неравномерности $К_ч$ согласно СНиП 2.04.01).

При отпуске тепла на горячее водоснабжение городов и населенных пунктов максимальный часовой расход принимается с коэффициентом 1,3 от среднечасового.

3.10 Для быстрого определения ряда расчетных величин рекомендуется использовать графики (приложение А, рисунки 1-5)

Абсолютное значение величины расхода пара на деаэрацию питательной воды вычисляется по удельному расходу пара. Удельный расход пара определяется по графику (для закрытой системы теплоснабжения - рисунок 5, для открытых – рисунок 6). График на рисунке 6 построен при коэффициенте непрерывной продувки П=0. На величину непрерывной продувки вводится поправка (см. рисунок 6б).

Удельные потери пара с выпаром из деаэратора приняты в примере 0,002 т на 1т деаэрированной воды (по рекомендации ЦКТИ могут быть в пределах 0,002-0,004 т/т.

Приложение А
(обязательное)

Исходные данные и примеры расчета тепловых схем котельных

А.1 Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой.системы теплоснабжения приведены в таблице А.1.

А.2 Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения приведен в таблице А.2.

А.3 Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для отрытой системы теплоснабжения приведены в таблице А.3.

А.4 Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для открытой системы теплоснабжения приведен в таблице А.4.

А.5 Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения приведена на рисунках А.1 и А.1а.

А.6 Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения приведена на рисунке А.2.

А.7 Температура наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды определяется по графику на рисунке А.3.

А.8 Коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в степени 0,8 приведен на рисунке А.4.

А.9 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для закрытой системы теплоснабжения определяется по графикам на рисунках А.5, А.5а и А.5б

А.10 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для открытой системы теплоснабжения определяется по графикам на рисунках А.6, А.6а, А.6б и А.6в.

А.11 Выбор типа и количества работающих котлов в зависимости от суммарной паровой нагрузки котельной определяется по графику на рисунке А.7.

Таблица А.1 - Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
1 Расчетная температура наружного воздуха	$t_н$	°С	-39	-17,2	*	-	Согласно СНиП 23-01-99*
2 Температура воздуха внутри отапливаемого помещения	$t_{вн}$	°С	20	20	20	20	Согласно ГОСТ 30494-96, СанПиН 2.1.2-1002-00
3 Максимальная температура прямой сетевой воды	$t_{1макс}$	°С	150	-	-	-	Задается
4 Минимальная температура прямой сетевой воды в точке излома	$t_{1изл}$	°С	-	-	70	-	Задается
5 Максимальная температура обратной сетевой воды	$t_{2макс}$	°С	70	-	-	-	Задается
6 Температура деаэрированной воды после деаэратора	T	°С	104	104	104	104	Из таблиц насыщения пара и воды при давлении 0,12МПа
7 Энтальпия деаэрированной воды после деаэратора	i	кДж/кг	436,26	436,26	436,26	436,26	
8 Температура сырой воды на входе в котельную	T_1	°С	5	5	5	15	Принимается
9 Температура сырой воды перед химводоочисткой	T_3	°С	25	25	25	25	

Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
10 Удельный объем воды в системе теплоснабжения в тоннах на 1 МВт суммарного отпуска тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	$g_{сист}$	м^3/МВт	30	30	30	30	Для промышленных предприятий
Параметры пара, вырабатываемого котлами (до редукционной установки):							
11 Давление	P_1	МПа (кгс/см^2)	1,4 (14)	1,4 (14)	1, 4 (14)	1,4(14)	
12 Температура	τ_1	°С	194,1	194,1	194,1	194,1	Из таблиц насыщенного пара
13 Энтальпия	i_1	кДж/кг	2787,6	2787,6	2787,6	2787,6	
Параметры пара после редукционной установки:							
14 Давление	P_2	МПа (кгс/см^2)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,7 (7)	
15 Температура	τ_2	°С	164,2	164,2	164,2	164,2	Из таблиц насыщенного пара
16 Энтальпия	i_2	кДж/кг	2762,9	2762,9	2762,9	2762,9	
Параметры пара, образующегося в сепараторе непрерывной продувки:							
17 Давление	P_3	МПа (кгс/см^2)	0,17(1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17(1,7)	
18 Температура	τ_3	°С	114,3	114,3	114,3	114,3	Из таблиц насыщенного пара
19 Энтальпия	i_3	кДж/кг	2697,6	2697,6	2697,6	2697,6	

Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
Параметры пара, поступающего в охладитель выпара из деаэратора:							
20 Давление	P_4	МПа (кгс/см^2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	
21 Температура	τ_4	°С	104	104	104	104	Из таблиц насыщенного пара
22 Энтальпия	i_4	кДж/кг	2681,2	2681,2	2681,2	2681,2	
Параметры конденсата после охладителя выпара:							
23 Давление	P_4	МПа (кгс/см^2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	
24 Температура	τ_4	°С	104	104	104	104	Из таблиц насыщенного пара
25 Энтальпия	i_5	кДж/кг	436,3	436,3	436,3	436,3	
Параметры продувочной воды на входе в сепаратор непрерывной продувки:							
26 Давление	P_1	МПа (кгс/см^2)	1,4 (14)	1,4 (14)	1,4 (14)	1,4(14)	
27 Температура	τ_1	°С	194,1	194,1	194,1	194,1	Из таблиц насыщенного пара
28 Энтальпия	i_7	кДж/кг	826	826	826	826	

Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
Параметры продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки:							
29 Давление	P_3	МПа (кгс/см^2)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	
30 Температура	τ_3	°С	114,6	114,6	114,6	114,6	Из таблиц насыщенного пара
31 Энтальпия	i_8	кДж/кг	480,6	480,6	480,6	480,6	
32 Температура продувочной воды после охладителя продувочной воды	$t_{пр}$	°С	40	40	40	40	Принимается
33 Температура конденсата от блока подогревателей сетевой воды	$t_{к\,б}$	°С	80	80	80	80	Принимается
34 Температура конденсата после пароводяного подогревателя сырой воды	τ_2	°С	164,2	164,2	164,2	164,2	Из таблиц насыщенного пара и воды при давлении 0,7МПа (7 кгс/см^2)
35 Энтальпия конденсата после пароводяного подогревателя сырой воды	i_6	кДж/кг	743,5	743,5	743,5	743,5	
36 Температура конденсата, возвращаемого с производства	$t_{к\,п}$	°С	80	80	80	80	Задается
37 Величина непрерывной продувки	П	%	5	5	5	9	Принимается из расчета химводоочистки

Окончание таблицы 1

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
38 Удельные потери пара с выпаром из деаэраторов в тоннах на 1т деаэрированной воды	$d_{вып}$	т/т	0,002	0,002	0,002	0,002	Принимается по рекомендациям ЦКТИ
39 Коэффициент собственных нужд химводоочистки	$K_{хво}^{сн}$	-	1,2	1,2	1,2	1,2	Принимается из расчета химводоочистки
40 Коэффициент внутрикотельных потерь пара	$K_{пот}$	-	0,02	0,02	0,02	0,02	Принимается
41 Максимальный часовой отпуск тепла из котельной на отопление и вентиляцию	$Q_{ов\ макс}$	МВт	11,25	-	-	-	Задается
42 Среднечасовой отпуск тепла на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления	$Q_{г\,в}^{ср}$	МВт	1,25	-	-	-	Задается
43 Часовой отпуск пара производственным потребителям	$D_{потр}$	т/ч	13,4	13,4	13,4	13,4	Задается
44 Возврат конденсата от производственных потребителей	$G_{потр}$	т/ч	6,6	6,6	6,6	6,6	Задается
45 Расход пара на мазутное хозяйство **	$D_{маз}$	т/ч	-	-	-	-	
46 Удельная теплоемкость воды	С	кДж/м^3•^{o}С	4,186	4,186	4,186	4,186	

* Температура наружного воздуха в точке излома определяется расчетом (см. пункт 3.8) или графически (см. рисунок 3)

* * Расход пара на мазутное хозяйство, учитывается только при работе котельной на мазуте

Таблица А.2 - Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
1 Температура наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	$t_{н.изл}$	°С	$t_{вн} - K_{ов} \cdot (t_{вн} - t_{нр})$	Рис. 3	-	-	$20 - 0,363 \cdot (20 - (-39)) = -1,4$	-
2 Коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в зависимости от температуры наружного воздуха	$K_{ов}$	-	$\frac{t_{вн} - t_{н}}{t_{вн} - t_{нр}}$	-	1	$\frac{20-(-17,2)}{20-(-39)} = 0,63$	$\frac{20-(-1,4)}{20-(-39)} = 0.363$	-
3 Расчетный отпуск тепла на отопление и вентиляцию	$Q_{ов}$	МВт	$Q_{ов\ макс} \cdot K_{ов}$	-	11,25	11,25•0,63=7,08	11,25•0,363=4,1	-
4 Значение коэффициента $K_{ов}$ в степени 0,8	$K_{ов}^{0,8}$	-	-	Рис. 4	1	0,69	0,45	-

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
5 Температура прямой сетевой воды на выходе из котельной	t_1	°С	$t_{вн}+62,5K_{ов}^{0,8}+$ $+67,5K_{ов}$	-	150	$20+62,5\bullet 0,69+$ $+67,5\bullet 0,63=105$	70	70
6 Температура обратной сетевой воды на входе в котельную	t_2	°С	$t_1-80K_{ов}$	-	70	105-80•0,63=50	70-80•0,363=41	41
7 Суммарный отпуск тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в зимних режимах	$Q_{Т\ зим}$	МВт	$Q_{о\ в}+Q_{г.в}^{ср}$	-	11,25+1,25=12,5	7,08+1,25=8,33	4,1+1,25=5,35	-
8 Расчетный часовой расход сетевой воды в зимних режимах	$G_{сет\ зим}$	т/ч	$\frac{Q_{Т.зим}\bullet 3600}{(t_1-t_2)\bullet c}$	-	$\frac{12,5\bullet 3600}{(150-70)\bullet 4,186}=$ $=134,3$	$\frac{8,33\bullet 3600}{(105-50)\bullet 4,186}=$ $=130$	$\frac{5,35\bullet 3600}{(70-41)\bullet 4,186}=$ $=158,6$	-

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
9 Средний часовой отпуск тепла на горячее водоснабжение в летнем режиме	$Q_{T\ лет}^{макс}$	МВт	$Q_{г\ в}^{ср}$	-	-	-	-	1,25
10 Расчетный часовой расход сетевой воды в летнем режиме	$G_{сет\ лет}$	м^3/ч	$\frac{Q_{T\ лет} \cdot 3600}{(t_{1изл} - t_{2изл}) \cdot c}$	-	-	-	-	$\frac{1,25 \cdot 3600}{(70-41) \cdot 4,186} = 37$
11 Объем сетевой воды в системе теплоснабжения	$G_{сист}$	м^3	$g_{сист} \cdot Q_{T\ зим}$	-	30•12,5=375	375	375	375
12 Расход подпиточной воды на восполнение утечек в теплосети	$G_{ут}$	м^3/ч	$\frac{0,5}{100} \cdot G_{сист}$	-	$\frac{0,5}{100} \cdot 375 = 1,87$	1,87	1,87	1,87
13 Количество обратной сетевой воды	$G_{сет\ обр}$	м^3/ч	$G_{сет} - G_{ут}$	-	134,3-1,87=132,4	130-1,87=128,1	158,6-1=156,7	37-1,87=35,1

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
14 Температура обратной сетевой воды перед сетевыми насосами	t_3	°С	$\frac{t_2 \cdot G_{сет\ обр} + T \cdot G_{ут}}{G_{сет}}$	-	$\frac{70\ \ 132,4+104,2\ \ 1,87}{134,3} = 70$	$\frac{50 \cdot 128,1+104\ \ 1,87}{130} = 51$	$\frac{41 \cdot 156,7+104 \cdot 1,87}{158,6} = 42$	$\frac{41 \cdot 35,1+104 \cdot 1,87}{37} = 44$
15 Расход пара на подогреватели сетевой воды	D_δ	т/ч	$G_{сет} \cdot \frac{c \cdot (t_1 - t_3)}{(i_2 - i_6) \cdot 0,98}$	-	$\frac{4,186 \cdot (150-70)}{(2762,87-743,46)\ \ 0,98} \cdot 134,3 = 21,5$	$\frac{4,186\ \ (105-51)}{(2762,87-743,46)\ \ 0,98}\ \ 130 = 14,3$	$\frac{4,186\ \ (70-42)}{(2762,87-743,46)\ \ 0,98}\ \ 158,6 = 9,2$	$\frac{4,186\ \ (70-44)}{(2762,87-743,46)\ \ 0,98}\ \ 37 = 2,03$
16 Количество конденсата от подогревателей сетевой воды	G_δ	т/ч	D_δ	-	21,5	14,3	9,2	2,03
17 Паровая нагрузка на котельную за вычетом расхода пара на деаэрацию и на подогрев сырой воды, умягчаемой для питания котлов, а также без учета внутрикотельных потерь	D	т/ч	$D_{потр} + D_\delta + D_{маз}$	-	13,4+21,5+ 0=35	13,4+14,3+ 0=27,3	13,4+ 9,2+ 0=22,6	13,4+2,03+0=15,43

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
18 Количество конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства	$G_к$	т/ч	$G_\delta + G_{потр}$	-	21,5+6,6=28,1	14,3+6,6=21	9,2+6,6=15,8	2,03+6,6=8,62
19 Количество продувочной воды, поступающей в сепаратор непрерывной продувки	$G^*_{пр}$	т/ч	$\frac{П}{100} \cdot D$	-	$\frac{5}{100} \cdot 35 = 1,75$	$\frac{5}{100} \cdot 27,7 = 1,38$	$\frac{5}{100} \cdot 22,6 = 1,13$	$\frac{9}{100} \cdot 15,43 = 1,4$
20 Количество пара на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$D'^*_{пр}$	т /ч	$0,148 \cdot G_{пр}$	-	$0.148 \cdot 1,75 = 0,26$	$0,148 \cdot 1,38 = 0,2$	$0,148 \cdot 1,13 = 0,17$	$0,148 \cdot 1,4 = 0,2$
21 Количество продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$G'^*_{пр}$	т /ч	$G_{пр} - D_{пр}$	-	1,75-0,26=1,5	1,38-0,2=1,18	1,13-0,17=0,96	1,4-0,2=1,2
22 Внутрикотельные потери пара	$D^*_{пот}$	т /ч	$0,02 \cdot D$	-	0,02•35 = 0,7	0,02• 27,7 =0,55	0,02• 22,6 =0,45	0,02•15,43=0,3

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
23 Количество воды на выходе из деаэратора	$G_д^*$	т/ч	$D + G_{пр} + G_{ут}$	-	35+1,75+1,87=38,6	27,7+1,38+1,87=31	22,6+1,13+1,87=25,6	15,43+1,4+1,87= =18,7
24 Выпар из деаэратора	$D_{вып}^*$	т/ч	$d_{вып} \cdot G_д$	-	0,002·38,6=0,08	0,002·31=0,06	0,002·25.6=0,05	0,002·18,7=0,04
25 Количество умягченной воды, поступающей в деаэратор	$G_{хво}^*$	т/ч	$(D_{потр} - G_{потр}) + G'_{пр} + D_{пот} + D_{вып} + G_{ут} + D_{маз}$	-	$(13,4-6,6)+$ $1,5+0,7+0,08$ $+1,87+0=11$	$(13,4-6,6)+$ $+1,18+0,55+0,06$ $+1,87+0=10,5$	$(13,4-6,6)+$ $+0,96+0,45+0.05$ $+1,87+0=10,1$	$(13,4-6,6)+$ $+1,2+0,3+$ $+0,04+1,89+$ $+0=10,2$
26 Количество сырой воды поступающей на химводоочистку	$G_{с\,в}^*$	т/ч	$K_{хво}^{сн} \cdot G_{хво}$	-	1,2 · 11= 13,2	1,2 · 10, 5= 12,6	1,2 · 10,1=12,1	1,2 ·10,2=12,2
27 Расход пар на подогрев сырой воды	D_c^*	т/ч	$G_{с\,в} \cdot \frac{c \cdot (T_3 - T_1)}{(i_2 - i_6) \cdot 0,98}$	-	$\frac{4,186\ (25-5)}{(2762\ 87-743,46)\ 0,98}$ • •13,2 = 0,56	$\frac{4,186\ (25-5)}{(2762,87-743.46)\ 0,98}$ • •12,6 = 0,53	$\frac{4.186\ (25-5)}{(2762,87-743,46)\ 0,98}$ • •12,1 = 0,52	$\frac{4,186\ (25-15)}{(2762,87-743,46)\ 0,98}$ •12.2 = 0.26

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
28 Количество конденсата, поступающего в деаэратор от подогревателей сырой воды,	G_c^*	т /ч	D_c	-	0,56	0,53	0,52	0,26
29 Суммарный вес потоков поступающих в деаэратор (кроме греющего пара).	G_Σ^*	т /ч	$G_к + G_{хво} + G_c + D'_{пр} - D_{вып}$	-	28,1+11+0,56+ 0,26 - 0,08 = 40	21+10,5+0,53+ 0,2 - 0,06 = 32,2	15,8+10,1+0,52+ 0,17-0,05= 26,7	8,63+10,2+0,26 +0,2-0,04=19,3
30 Доля конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства в суммарном весе потоков поступающих в деаэратор			$\frac{G_к}{G_\Sigma}$	-	$\frac{28,1}{40} = 0,7$	$\frac{21}{32,2} = 0,65$	$\frac{15,8}{26,7} = 0,6$	$\frac{8,63}{19,3} = 0,44$
31Удельный расход пара на деаэратор	$d_д^*$	т/т	-	Рис. 5	0,06	0,071 ·	0,069	0,081·1,03= =0,08
32 Абсолютный расход пара на деаэратор	$D_д^*$	т/ч	$d_д \cdot G_\Sigma$	-	0,06 · 40 = 2,4	0,071· 32,2= 2,2	0,069· 26,7=1,84	0,08·19,3=1,61

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
33 Расход пара на деаэратор питательной воды и на подогрев сырой воды	-	т/ч	$(D_д + D_с)^*$	-	2,4 + 0,56 = 3	2,2 + 0,53 = 2,73	1,84 +0,52 = 2,36	1,61+0,26=1,86
34 Паровая нагрузка на котельную без учета внутрикотельных потерь	D'^*	т/ч	$D + (D_д + D_с)$	-	35+3=38	27,7+2,73=30,5	22,6+2,36=25	15,43+1,86=17,3
35 Внутрикотельные потери пара	$D_{пот}$	т/ч	$D' \cdot \frac{K_{пот}}{1 - K_{пот}}$	-	$38 \cdot \frac{0,02}{1-0,02} = 0,78$	$30,5 \frac{0,02}{1-0,02} = 0,61$	$25 \frac{0.02}{1-0,02} = 0,5$	$17,3 \frac{0,02}{1-0,02} = 0,35$
36 Суммарная паровая нагрузка на котельную	$D_{сум}^*$	т/ч	$D' + D_{пот}$	-	38 + 0,78 = 38,78	30,5+ 0,61=31,11	25 + 0,5 = 25,5	17,3+0,35=17,65

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
37 Количество продувочной воды, поступающей в сепаратор непрерывной продувки	$G_{пр}$	т/ч	$\frac{П}{100} \cdot D_{сум}$	-	$\frac{5}{100} \cdot 38,78 = 1,94$	$\frac{5}{100} \cdot 31,11 = 1,56$	$\frac{5}{100} \cdot 25,5 = 1,28$	$\frac{9}{100} \cdot 17,65 = 1,6$
38 Количество пара на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$D_{пр}$	т /ч	$G_{пр} \cdot \frac{(i_7 \cdot 0,98) - i_8}{i_3 - i_8}$	-	$\frac{(826\ 0.98) - 480,6}{2697.55 - 480,6} \cdot$ $\cdot 1,94 = 0,29$	$\frac{(826\ 0,98) - 480,6}{2697,55 - 480,6} \cdot$ $\cdot 1,56 = 0,23$	$\frac{(826\ 0,98) - 480,6}{2697,55 - 480.6} \cdot$ $\cdot 1,28 = 0.2$	$\frac{(826\ 0,98) - 480.6}{2697.55 - 480.6} \cdot$ $\cdot 1.6 = 0,24$
39 Количество продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$G'_{пр}$	т /ч	$G_{пр} - D_{пр}$	-	1,94 – 0,29 =1,65	1,56 – 0,23 =1,33	1,28 – 0,2 =1,08	1,6 - 0,24 =1,36
40 Количество воды на питание котлов	$G_{пит}$	т/ч	$D_{сум} + G_{пр}$	-	38,78+1,94=40,72	31,11+1,56=32,67	25,5+1,28=26,78	17,65+1,6=19,25

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
41 Количество воды на выходе из деаэратора	$G_д$	т/ч	$G_{пит} + G_{ут}$	-	40,72+1,87=42,6	32,67+1,87=34,5	26,78+1,87=28,8	19,25+1,87=21,4
42 Выпар из деаэратора	$D_{вып}$	т /ч	$d_{вып} \cdot G_д$	-	0,002•42,6=0,08	0,002•34,5=0,07	0,002•28,8=0,06	0,002•21,4=0,04
43 Количество умягченной воды, поступающей в деаэратор	$G_{хво}$	т /ч	$(D_{потр} - G_{потр}) + G'_{пр} + D_{пот} + D_{вып} + G_{ут} + D_{маз}$	-	(13,4 -6 ,6) + 1,65+0,78+0,08+ 1,87+0 =11,2	(13,4 - 6,6) + 1,33+0,61+0,07+ 1,87+0 = 10,7	(13,4 -6,6) + 1,08+0,5+0,06+ 1,87+0 = 10,3	(13,4 -6,6) + 1,36+0,35+0,04+ 1,87+0=10,4
44 Количество умягченной воды, поступающей на химводоочистку	$G_{св}$	т /ч	$K^{сн}_{хво} \cdot G_{хво}$	-	1,2•11,2=13,44	1,2•10,7=12,8	1,2•10,3=12,4	1,2•10,4=12,5
45 Расход пара на подогрев сырой воды	D_c	т /ч	$G_{св} \cdot \frac{T_3 - T_1}{(i_2 - i_6) \cdot 0.98}$	-	$\frac{25-5}{(2762,87-743,46)\cdot 0,98}$ •13,44 = 0.136	$\frac{25-5}{(2762.87-743.46)\ 0.98}$ •12.8 = 0.128	$\frac{25-5}{(2762,87-743,46)\ 0,98}$ •12.4 = 0,124	$\frac{25-15}{(2762,87-743,46)\ 0.98}$ •12.5 = 0.06

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
46 Количество конденсата, поступающего в деаэратор от подогревателя сырой воды	G_c	т /ч	D_c	-	0,136	0,128	0,124	0,06
47 Суммарный вес потоков, поступающих в деаэратор (кроме греющего пара)	G_Σ	т /ч	$G_к + G_{хво} + G_c + D_{пр} + D_{вып}$	-	28,1+11+0,136 +0,29+0,08= =39,7	21+10,5+0,128 +0,23+0,06= =32	15,8+10,1+0,124 +0,2+0,05= =26,3	8,62+10,2+ +0,06+0,24+ 0,04=19,2
48 Доля конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства в суммарном весе потоков, поступающих в деаэратор	$\frac{G_к}{G_\Sigma}$	т/ч	$\frac{G_к}{G_\Sigma}$	-	$\frac{28,1}{39,7}=0,7$	$\frac{21}{32}=0,65$	$\frac{15,8}{26,3}=0,6$	$\frac{8,62}{19,2}=0,44$
49 Удельный расход пара на деаэратор	$d_д$	т/т	-	Рис.5	0,0615	0,067	0,07	0,084·1,03= =0,086
50 Абсолютный расход пара на деаэратор	$D_д$	т/ч	$d_д \cdot G_\Sigma$	-	0,0615·39,7=2,44	0,067·32=2,14	0,07 26,3=1,84	0,086 19,2=1,65

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
51 Расход пара на деаэрацию питательной воды и подогрев сырой воды	-	т/ч	$D_д + D_c$	-	2,44+0,136=2,58	2,14+0,128=2,27	1,84+0,124=2	1,65+0,06=1,71
52 Паровая нагрузка на котельную без учета внутрикотельных потерь	D'	т/ч	$D + (D_д + D_c)$	-	35+2,58=37,58	27,3+2,27=29.57	22,6+2=24,6	15,43+1,71= =17,14
53 Суммарная паровая нагрузка на котельную	$D_{сум}$	т/ч	$D' + D_{пот}$	-	37,58+0,78=38,36	29,57+0,61=30,18	24,6+0,5=25,1	17,14+0,35= =17,5
54 Процент расхода пара на собственные нужды котельной (деаэрация, подогрев сырой воды, разогрев мазута)	$K_{с.н}$	%	$\frac{(D_д + D_c) + D_{маз}}{D_{сум}} \cdot 100$	-	$\frac{2,58+0}{38,36} \cdot 100 = 6,7$	$\frac{2,27+0}{30,18} 100 = 7,5$	$\frac{2+0}{25,1} \cdot 100 = 8$	$\frac{1,71+0}{17,5} 100 = 9,8$

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
55 Количество работающих паровых котлов	$N_{к\ раб}$	шт.	Вариант I (котлы ДЕ-25-14)	Рис. 7	2	2	2	1
			Вариант II (котлы ДЕ-10-14)		4	3	3	2
56 Процент загрузки работающих паровых котлов	$K_{загр}$	%	$\frac{D_{сум}}{D_{к\ расч}^{макс} \cdot N_{к\ раб}} \cdot 100$		$\frac{38,36}{25 \cdot 2} \cdot 100 = 76,7$	$\frac{30,18}{25 \cdot 2} \cdot 100 = 60,4$	$\frac{25,1}{25\ \ 2}\ 100 = 50,2$	$\frac{17,5}{25\ \ 1} \cdot 100 = 70$
					$\frac{38,36}{10 \cdot 4} \cdot 100 = 96$	$\frac{30,18}{10 \cdot 3} \cdot 100 = 100,6$	$\frac{25,1}{10\ \ 3} \cdot 100 = 83,7$	$\frac{17,5}{10\ \ 2} \cdot 100 = 87,5$
57 Количество воды, пропускаемой помимо подогревателей сетевой воды (через перемычку между трубопроводами прямой и обратной сетевой воды)	$G_{сет\ п}$	т /ч	$G_{сет} \cdot \frac{t_{1макс} - t_1}{t_{1макс} - t_3}$	-	$134,3 \cdot \frac{150-150}{150-70} = 0$	$130\ \frac{150-105}{150-51} = 59$	$158,6\ \frac{150-70}{150-42} = 117,5$	$37 \cdot \frac{150-70}{150-44} = 28$

Окончание таблицы 2

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
58 Количество воды пропускаемой через подогреватели сырой воды	$G_{сет.б}$	т/ч	$G_{сет} - G_{сет\ п}$	-	134,3	130-59=71	158,6-117,5=41,1	37-28=9
59 Температура сетевой воды на входе в пароводяные подогреватели	t_4	°С	$\frac{t_{1мак} \cdot (i_6 - t_{кб}) + t_3 (i_2 - i_6)}{i_2 - t_{кб}}$	-	$\frac{150\ (743,46-80)}{2762,87-80} + \frac{70\ (2762,87-743,46)}{2762.87-80} =$ $= 89,9$	$\frac{150\ (743,46-80)}{2762,87-80} + \frac{51\ (2762,87-743,46)}{2762,87-80} =$ $= 75.5$	$\frac{150\ (743,46-80)}{2762,87-80} + \frac{42\ (2762,87-743,46)}{2762,87-80} =$ $= 69,1$	$\frac{150\ (743,46-80)}{2762.87-80} + \frac{44\ (2762,87-743,46)}{2762.87-80} =$ $= 69,5$
60 Температура умягченной воды на выходе из охладителя продувочной воды	T_4	°С	$T_3 + \frac{G'_{пр} \cdot (i_8 - t_{пр})}{G_{хво} \cdot c} \cdot 0,98$	-	$25 + \frac{1,94\ (480,6-40)}{11,2\ \ 4,186}$ $0,98 = 43,3$	$25 + \frac{1,56\ (480,6-40)}{10,7\ \ 4,186}$ $0,98 = 40$	$25 + \frac{1,28\ (480,6-40)}{10,3\ \ 4,186}$ $0,98 = 38$	$25 + \frac{1,6\ (480.6-40)}{10,4\ \ 4,186}$ $0.98 = 41$
61 Температура умягченной воды, поступающей в деаэратор из охладителя выпара	T_5	°С	$T_4 + \frac{D'_{пр} \cdot (i_4 - i_5)}{G_{хво} \cdot c} \cdot 0,98$	-	$43,3 + \frac{0,26\ (2681,22-436,26)}{11.2\ \ 4.186}$ $0,98 = 56$	$40 + \frac{0,2\ (2681,22-436,26)}{10.7\ \ 4,186}$ $0,98 = 50$	$38 + \frac{0,17\ (2681,22-436,26)}{10,3\ \ 4,186}$ $0,98 = 47,5$	$41 + \frac{0,2\ (2681.22-436.26)}{10,4\ \ 4\ 186}$ $0,98 = 51.2$

* предварительное значение

Таблица А.3- Исходные данные для расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для отрытой системы теплоснабжения

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
1 Расчетная температура наружного воздуха	$t_н$	°С	- 28		- 10,2	-	
2 Температура воздуха внутри отапливаемого помещения	$t_{вн}$	°С	20		20	20	Согласно ГОСТ 30494-96, СанПиН 2.1.2-1002-00
3 Максимальная температура прямой сетевой воды	$t_{1\,макс}$	°С	150	-	-	-	Задается
4 Минимальная температура прямой сетевой воды в точке излома	$t_{1изл}$	°С	-	-	70	-	Задается
5 Максимальная температура обратной сетевой воды	$t_{2.макс}$	°С	70	-	-	-	Задается
6 Температура деаэрированной воды после деаэратора	T	°С	104	104	104	104	Из таблиц насыщения пара и воды при давлении 0,12МПа
7 Энтальпия деаэрированной воды после деаэратора	i	кДж/кг	436,26	436,26	436,26	436,26	
8 Температура подпиточной воды	t_3	°С	70	70	70	70	Принимается
9 Температура сырой воды на входе в котельную	T_1	°С	5	5	5	15	

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
10 Температура сырой воды перед химводоочисткой	T_4	°С	25	25	25	25	Принимается
11 Температура умягченной воды перед деаэратором подпиточной воды	T_7'	°С	94	94	94	94	Принимается
12 Энтальпия умягченной воды перед деаэратором подпиточной воды	i_7'	кДж/кг	393,56	393,56	393,56	393,56	Из таблиц насыщенного пара и воды
13 Расчетная температура горячей воды в местной системе горячего водоснабжения	$t_{гв}$	°С	70	70	70	70	Принимается
14 Повышающий коэффициент на среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления	α	-	5	5	5	5	Согласно СНиП 2.04.01-85*
15 Удельный объем воды в системе теплоснабжения в тоннах на 1 МВт суммарного отпуска тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	$g_{сист}$	м³/МВт	43	43	43	43	Для городов и жилых районов
16 Удельная теплоемкость	с	кДж/м³•°С	4,186	4,186	4,186	4,186	

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
Параметры пара, вырабатываемого котлами (до редукционной установки):							
17 Давление	P_1	МПа (кгс/см^2)	1,4 (14)	1,4 (14)	1, 4 (14)	1.4(14)	
18 Температура	τ_1	°С	194,1	194,1	194,1	194,1	Из таблиц насыщенного пара
19 Энтальпия	i_1	кДж/кг	2787,6	2787,6	2787,6	2787,6	
Параметры пара после редукционной установки:							
20 Давление	P_2	МПа (кгс/см^2)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,7 (7)	
21 Температура	τ_2	°С	164,2	164,2	164,2	164,2	Из таблиц насыщенного пара
22 Энтальпия	i_2	кДж/кг	2762,9	2762,9	2762,9	2762,9	
Параметры пара, образующегося в сепараторе непрерывной продувки:							
23 Давление	P_3	МПа (кгс/см^2)	0,17(1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17(1,7)	
24 Температура	τ_3	°С	114,3	114,3	114,3	114,3	Из таблиц насыщенного пара
25 Энтальпия	i_3	кДж/кг	2697,6	2697,6	2697,6	2697,6	

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
Параметры пара, поступающего в охладитель выпара из деаэратора:							
26 Давление	P_4	МПа (кгс/см^2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	
27 Температура	τ_4	°С	104,2	104,2	104,2	104,2	Из таблиц насыщенного пара
28 Энтальпия	i_4	кДж/кг	2681,2	2681,2	2681,2	2681,2	
Параметры конденсата после охладителя выпара:							
29 Давление	P_4	МПа (кгс/см^2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	0,12(1,2)	
30 Температура	τ_4	°С	104,2	104,2	104,2	104,2	Из таблиц насыщенного пара
31 Энтальпия	i_5	кДж/кг	436,3	436,3	436,3	436,3	
Параметры продувочной воды на входе в сепаратор непрерывной продувки							
32 Давление	P_1	МПа (кгс/см^2)	1,4 (14)	1,4 (14)	1,4 (14)	1,4(14)	
33 Температура	τ_1	°С	194,1	194,1	194,1	194,1	Из таблиц насыщенного пара
34 Энтальпия	i_7	кДж/кг	826	826	826	826	

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
Параметры продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки:							
35 Давление	P_3	МПа (кгс/см^2)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	
36 Температура	τ_3	°С	114,6	114,6	114,6	114,6	Из таблиц насыщенного пара
37 Энтальпия	i_8	кДж/кг	480,6	480,6	480,6	480,6	
38 Температура продувочной воды после охладителя продувочной воды	$t_{пр}$	°С	40	40	40	40	Принимается
39 Температура конденсата от блока подогревателей сетевой воды	$t_{к\,б}$	°С	80	80	80	80	Принимается
40 Температура конденсата после пароводяных подогревателей сырой и умягченной воды	τ_2	°С	164,2	164,2	164,2	164,2	Из таблиц насыщенного пара и воды при давлении 0,7МПа (7 кгс/см^2)
41 Энтальпия конденсата после пароводяного подогревателя сырой воды	i_6	кДж/кг	743,5	743,5	743,5	743,5	
42 Температура конденсата, возвращаемого с производства	$t_{к\,п}$	°С	80	80	80	80	Принимается

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
43 Температура конденсата после охлаждения в водоводяном подогревателе сырой воды	$t_{к.н}$	°С	80	80	80	80	Принимается
44 Энтальпия конденсата при температуре 80 °С	$i_к$	кДж/кг	335	335	335	335	Из таблиц насыщенного пара и воды
45 Величина непрерывной продувки	П	%	3,5	3,5	3,5	7	Принимается из расчета химводоочистки
46 Удельные потери пара с выпаром из деаэраторов в тоннах на 1т деаэрированной воды	$d_{вып}$	т/т	0,002	0,002	0,002	0,002	Принимается по рекомендациям ЦКТИ
47 Коэффициент собственных нужд химводоочистки	$K^{сн}_{хво}$	-	1,2	1,2	1,2	1,2	Принимается из расчета химводоочистки
48 Коэффициент внутрикотельных потерь пара	$K_{пот}$	-	0,02	0,02	0,02	0,02	Принимается
49 Максимальный часовой отпуск тепла из котельной на отопление и вентиляцию	$Q_{ов\ макс}$	МВт	28,27	-	-	-	Задается

Окончание таблицы 3

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Расчетный режим				Примечание
			Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний	
50 Среднечасовой отпуск тепла на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления	$Q_{г.в}^{ср}$	МВт	2,76	-	-	-	Задается
51 Часовой отпуск пара производственным потребителям	$D_{потр}$	т/ч	18,35	18,35	18,35	10,6	Задается
52 Возврат конденсата от производственных потребителей	$G_{потр}$	т/ч	10,85	10,85	10,85	5,47	Задается
53 Расход пара на мазутное хозяйство	$D_{маз}$	т/ч	1	1	1	1	Из расчета мазутного хозяйства
54 Коэффициент, учитывающий снижение расхода воды на горячее водоснабжение в летнее время	β	-	-	-	-	0,65	Принимается
55 Коэффициент часовой неравномерности расхода тепла на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления для городов и населенных пунктов	$К_ч$	-	2	2	2	2	Принимается в соответствии с СНиП 2.04.01

Таблица А.4 - Пример расчета тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для открытой системы теплоснабжения

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
1 Температура наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	$t_{н.изл}$	°С	$t_{вн} - K_{ов} \cdot (t_{вн} - t_{нр})$	Рис. 3	-	-	$20 - 0,452 \cdot (20 - (-28) = -1,7$	-
2 Коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в зависимости от температуры наружного воздуха	$K_{ов}$	-	$\frac{t_{вн} - t_{н}}{t_{вн} - t_{нр}}$	-	1	$\frac{20-(-10,2)}{20-(-28)} = 0,629$	$\frac{20-(-1,7)}{20-(-28)} = 0,452$	-
3 Расчетный отпуск тепла на отопление и вентиляцию	$Q_{ов}$	МВт	$Q_{ов\,макс} \cdot K_{ов}$	-	28,27	28,27•0,629=17,78	28,27•0,452=12,78	-
4 Значение коэффициента $K_{ов}$ в степени 0,8	$K_{ов}^{0.8}$	-	-	Рис.4	1	0,69	-	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
5 Температура прямой сетевой воды на выходе из котельной	t_1	°С	$t_{вн}+64,5K_{ов}^{0,8}+$ $+67,5K_{ов}$	-	150	$20+64,5\bullet 0,69+$ $+67,5\bullet 0,629=107$	70	70
6 Температура обратной сетевой воды на входе в котельную	t_2	°С	$t_1-80K_{ов}$	-	70	107-80•0,69=51,75	70 - 80•0,452= =33,84	33,84
7 Суммарный отпуск тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в зимних режимах	$Q_{Т\ зим}$	МВт	$Q_{о\,в}+Q_{г.в}^{ср}$	-	28,27+2,76=31,03	17,78+2,76=20,54	12,78+2,76=15,54	-
8 Расчетный часовой расход сетевой воды в зимних режимах [2)]	$G_{сет\ зим}$	т/ч	$\frac{Q_{ов.макс}\cdot 10^3\cdot 0,86}{(t_{1макс}-t_{2макс})}+$ $+\frac{Q_{г\,в}^{ср}\cdot 10^3\cdot 0,86}{t_{г\,в}-T_1^{зим}}\bullet$ $\bullet\frac{t_{г.в}-t_2}{t_1-t_2}$		$\frac{28,27\cdot 10^3\cdot 0,86}{(150-70)}+$ $+\frac{2,04\cdot 10^3\cdot 0,86}{(70-5)}\bullet$ $\bullet\frac{(70-70)}{(150-70)}=304$	$304+\frac{2,76\cdot 10^3}{(70-5)}\bullet$ $\bullet\frac{(70-51,75)\cdot 0,86}{107-51,75}$ $=304+9,3=319,38$	$304+\frac{2,76\cdot 10^3}{(70-5)}\bullet$ $\bullet\frac{(70-33,84)\cdot 0,86}{70-33,84}$ $=304+42,46=$ $=346,46$	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
9 Расчетный средний часовой расход сетевой воды в летнем режиме	$G^{ср}_{сет\ лет}$		$\frac{\beta \cdot Q^{ср}_{г\,в} \cdot 10^3 \cdot 0,86}{t_{г\,в} - T^{зим}_1}$	-	-	-	-	$\frac{0,65\ \ 2,76\ \ 10^{'}\ \ 0.86}{70-5} = 23,74$
10 Расчетный максимальный расход тепла на горячее водоснабжение	$Q^{макс}_{г\,в}$	МВт	$К_ч \cdot Q^{ср}_{г\,в}$	-	2•2,76=5,52	2•2,76=5,52	2•2,76=5,52	2•2,76=5,52
11 Максимальны часовой расход сетевой воды в летнем режиме)	$G^{макс}_{сет\ лет}$	т/ч	$\frac{K_ч \cdot \beta \cdot Q^{ср}_{г\,в} \cdot 10^3 \cdot 0,86}{t_{г\,в} - T^{зим}_1}$	-	-	-	-	$\frac{2\ \ 0,65\ \ 2,76\ \ 10^{'}\ \ 0.86}{70-5} = 47\ 47$
12 Объем сетевой воды в системе теплоснабжения	$G_{сист}$	т	$g_{сист} \cdot Q_{Т\ зим}$	-	43•31,03=1334	1334	1334	1334
13 Расход подпиточной воды на восполнение утечек в теплосети	$G_{ут}$	т/ч	$\frac{0,5}{100} \cdot G_{сист}$	-	$\frac{0,5}{100}$•1334 = 6,67	6,67	6,67	6,67

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
14 Максимальный часовой расход подпиточной воды в зимнем режиме (для выбора подпиточных насосов)	$G^{макс}_{подп\ зим}$	т/ч	$\frac{Q^{макс}_{с.в} \cdot 10^3 \cdot 0,86}{t_{г.в} - T^{зим}_1} + G_{ут}$	-	$\frac{5,52 \cdot 10^3 \cdot 0,86}{70-5} +$ $+6,67 = 79,7$	79,7	79,7	-
15 Расчетный среднечасовой расход подпиточной воды в зимнем режиме	$G^{ср}_{подп}$	т/ч	$\frac{Q^{ср}_{с.в} \cdot 10^3 \cdot 0,86}{t_{г.в} - T^{зим}_1} + G_{ут}$	-	$\frac{2,76 \cdot 10^3 \cdot 0,86}{70-5} +$ $+6,67 = 43,18$	43,18	43,18	-
16 Количество обратной сетевой воды	$G_{сет\ обр}$	т/ч	$G_{сет} - G^{ср}_{подп}$	-	304 - 43,18 = = 260,82	319,38 - 3,18 = = 276,2	346,46 - 3,18 = = 303,3	-
17 Температура обратной сетевой воды перед сетевыми насосами	t_4	°С	$\frac{t_2 \cdot G_{сет\ обр} + t_3 \cdot G^{ср}_{подп}}{G_{сет}}$	-	70	$\frac{51,75 \cdot 276,2 + 70\ \ 43,18}{319,38} =$ $= 54,21$	$\frac{33,84 \cdot 303,28 + 70 \cdot 43,18}{346,46} =$ $= 38,35$	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
18 Количество воды на выходе из деаэратора подпиточной воды	$G_д$	т/ч	$G_{подп}^{ср}$	-	43,18	43,18	43,18	43,18
19 Расчетная вместимость баков аккумуляторов	$V_{ак}$	т	$\frac{5 \cdot Q_{г.в}^{ср}}{t_{г.в} - T_1^{зим}}$	-	$\frac{5 \cdot 2,76 \cdot 10^3 \cdot 0,86}{70-5} = 182,58$	182,58	182,58	182,58
20 Расход пара на подогреватели сетевой воды	$D_б$	т/ч	$G_{сет} \cdot \frac{c \cdot (t_1 - t_4)}{(i_2 - i_б) \cdot 0,98}$	-	$304 \cdot \frac{4,186 \cdot (150-70)}{(2762,87-335) \cdot 0,98} = 42,8$	$319,38 \cdot \frac{4,186 \cdot (107-54,21)}{(2762,87-335) \cdot 0,98} = 29,64$	$346,46 \cdot \frac{4,186 \cdot (70-38,46)}{(2762,87-335) \cdot 0,98} = 19,23$	-
21 Количество конденсата от подогревателей сетевой воды	$G_б$	т/ч	$D_б$	-	42,8	29,64	19,23	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
22 Выпар из деаэратора подпиточной воды	$D'_{вып}$	т/ч	$d_{вып} \cdot G'_{д}$	-	0,002·43,18=0,09	0,09	0,09	0,09
23 Расход пара на деаэратор подпиточной воды	$D'_{д}$	т/ч	$\frac{G'_{д} \cdot (i' - i'_{7})}{(i_2 - i'_{7}) \cdot 0,98} + \frac{D'_{вып} \cdot (i_4 - i'_{7})}{(i_2 - i'_{7}) \cdot 0,98}$	-	$\frac{43,18 \cdot (436,6 - 393,56) + 0,09 \cdot (2681,22 - 393,56)}{(2762,82 - 393,56)0,98} = 0,88$			
24 Расход умягченной воды поступающей в деаэратор подпиточной воды	$G'_{хво}$	т/ч	$G'_{д} + D'_{вып} - D'_{д}$	-	43,18+0,09-0,88= = 42,39	42,39	42,39	42,39
25 Расход сырой воды, соответствующий расходу $G'_{дді}$	$G'_{с\,в}$	т/ч	$K^{сн}_{хво} \bullet G'_{хво}$	-	1,2• 42,39=50,87	50,87	50,87	50,87

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
26 Расход пара на нагрев сырой воды $G'_{\text{н.в}}$	D_c	т/ч	$G'_{\text{с.в}} \cdot \frac{c \cdot (T_4 - T_1)}{(i_2 - i_к) \cdot 0,98}$	-	$\frac{4,186\ (25-5)}{(2762,87-335)\ 0,98} \cdot 50,87 = 1,55$	1,55	1,55	$\frac{4.186\ (25-15)}{(2762,87-335)\ 0,98} \cdot 50.87 = 0,89$
27 Температура умягченной воды за охладителем деаэрированной воды	T'_5	°С	$T_4 + \frac{G'_д}{G'_{хво}} \cdot (T - t_3) \cdot 0,98$	-	$25 + \frac{43,18}{42,39} \cdot (104-70) \cdot 0,98 = 59,63$	59,63	59,63	59,63
28 Температура умягченной воды за пароводяным подогревателем к деаэратору подпиточной воды	T'_6	°С	$T'_7 - \frac{D'_{вып} \cdot (i_4 - i_5) \cdot 0,98}{G'_{хво} \cdot C}$	-	$94 - \frac{0,09\,(2681,22-436,26)}{42,39\ \ 4,186} \cdot 0,98 = 92,9$	92,9	92,9	92,9
29 Расход пара на пароводяной подогреватель умягченной воды к деаэратору подпиточной воды	D_y	т/ч	$G'_{хво} \cdot \frac{(T'_6 - T'_5) \cdot C}{(i_2 - i_6) \cdot 0,98}$	-	$\frac{(92,9-59,63)\ \ 4,186}{(2762.87-743,46)\ \ 0,98} \cdot 42,39 = 2,98$	2,98	2,98	2,98

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
30 Расход пара на установку горячего водоснабжения	$D_{г.в}$	т /ч	$D_{у}^{'} + D_{у}^{''} + D_{с}^{'}$	-	0,88+2,98+1,55= = 5,41	5,41	5,41	0,88+2,98+0,89= = 4,75
31 Паровая нагрузка на котельную за вычетом расхода пара на деаэрацию питательной воды и на подогрев сырой воды, умягчаемой для питания котлов, а также без учета внутрикотельных потерь	D	т /ч	$D_{потр} + D_{б} + D_{г.в} + D_{маз}$	-	18,35+42,8+ +5,4+1=67,56	18,35+29,64+ +5,41+1=54,4	18,35+19,23+ +5,41+1=43,99	10,6+0+ 4,75+1=16,35
32 Количество конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства	$G_{к}$	т/ч	$G_{б} + G_{потр}$	-	42,8+10,85=53,65	29,64+10,85=40,49	15,23+10,85=30,08	5,47

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
33 Количество продувочной воды, поступающей в сепаратор непрерывной продувки	$G^*_{пр}$	т/ч	$\frac{П}{100}\cdot D$	-	$\frac{3,5}{100}\cdot 67,56 = 2,36$	$\frac{3,5}{100}\cdot 54,4 = 1,9$	$\frac{3,5}{100}\cdot 43,99 = 1,54$	$\frac{7}{100}\cdot 16,35 = 1,14$
34 Количество пара на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$D^*_{пр}$	т /ч	$\frac{G_{пр}\cdot(i_7 - i_8)}{i_3 - i_8}$	-	$\frac{2,36\ (826 - 480,6)}{2697,55 - 480,6} = 2,36\ 0,156 = 0,37$	1,9 • 0,156=0,3	1,54 • 1,156=0,24	1,14•0,156=0,18
35 Количество продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$G'^*_{пр}$	т /ч	$G_{пр} - D_{пр}$	-	$2,36 - 0,37 = 1,99$	1,9 – 0,3=1,6	$1,54 - 0,24 = 1,3$	$1,14 - 0,18 = 0,96$
36 Внутрикотельные потери пара	$D^*_{пот}$	т /ч	$0,02\cdot D$	-	0,02 · 67,56 = =1,35	0,02· 54,4 =1,09	0,02· 43,99 =0,88	0,02 16,35=0,33

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
37 Количество воды на питание котлов(на выходе из деаэратора питательной воды)	$G^{*}_{пит}$	т /ч	$D + G_{пр}$	-	67,56+2,36=69,92	54,5+1,97=56,3	43,99+1,54=45,53	16,35+1,14= =17,49
38 Выпар из деаэратора питательной воды	$D^{*}_{вып}$	т /ч	$d_{вып} \cdot G_{пит}$	-	0,002·69,62=0,14	0,002·56,3=0,11	0,002·45,53=0,09	0,002·17,49= =0,035
39 Количество умягченной воды, поступающей в деаэратор питательной воды	$G^{*}_{хво}$	т /ч	$(D_{потр} - G_{потр}) + G'_{пр} + D_{пот} + D_{вып} + D'_{д} + D_{маз}$	-	$(18,35-10,85)+1,99+1,35+0,14+0,88+1=12,86$	$(18,35-10,85)+1,6+1,09+0,11+0,88+1=12,18$	$(18,35-10,85)+1,3+0,88+0,09+0,88+1=11,65$	$(10,6-5,47)+0,96+0,33+0,035+0,88+1=8,34$
40 Количество сырой воды, соответствующее расходу $G_{хво}$	$G^{*}_{с.в}$	т /ч	$K^{сн}_{хво} \cdot G_{хво}$	-	1,2 · 12,86 = 15,43	1,2 · 12,18= 14,62	1,2 · 11,65=13,98	1,2 · 8,34=10

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
41 Расход пара на подогрев сырой воды	D_c^*	т /ч	$G_{св} \cdot \frac{c \cdot (T_4 - T_1)}{(i_2 - i_к) \cdot 0{,}98}$	-	$\frac{4{,}186\ (25-5)}{(2762{,}87-335)\ 0{,}98}$ •15,43 = 0,54	$\frac{4.186\ (25-5)}{(2762{,}87-335)\ 0{,}98}$ •14,62 = 0,51	$\frac{4{,}186\ (25-5)}{(2762{,}87-335)\ 0{,}98}$ •13,98 = 0,49	$\frac{4{,}186\ (25-15)}{(2762\ 87-335)\ 0{,}98}$ •10 = 0,18
42 Количество конденсата от подогревателей сырой и умягченной воды, поступающего в деаэратор питьевой воды	$G_{с\,у}^*$	т /ч	$G_c + G_c^* + G_y$ (соответственно расходам пара D_c, D_c', D_v)	-	0,54 + 1,55 + 2,98= =5,07	0,513 + 1,55 + + 2,98 = 5,04	0,49 + 1,55 + 2,98 = 5,02	0,18 + 0,88 + + 2,98 = 4,04
43 Суммарный вес потоков поступающих в деаэратор питательной воды (кроме греющего пара)	G_Σ^*	т /ч	$G_k + G_{хво} + G_{с\,у} + +D_{пр} - D_{вып}$	-	53,65+12,86+ +5,07+0,37-0,14= = 71,81	40,49+12,18+ +5,04+0,3-0,11= =57,9	30,08+11,65+ +5,02+0,24-0,09= =46,9	5,47+8,34+ +4,04+0,18- -0,035=18,09
44 Доля конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства в суммарном весе потоков поступающих в деаэратор питательной воды	-	-	$\frac{G_к^*}{G_\Sigma}$	-	$\frac{53{,}65}{71{,}81} = 0{,}75$	$\frac{40{,}49}{57{,}9} = 0{,}7$	$\frac{30{,}08}{46{,}9} = 0{,}64$	$\frac{5{,}47}{18{,}09} = 0{,}3$

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
45 Отношение количества умягченной воды, поступающей в деаэратор подпиточной воды, к количеству умягченной воды, поступающему в деаэратор питательной воды			$\frac{G'^{*}_{хво}}{G_{хво}}$	-	$\frac{42,39}{12,86}=3,3$	$\frac{42,39}{12,18}=3,48$	$\frac{42,39}{11,65}=3,64$	$\frac{42,39}{8,34}=5,08$
46 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды	$d_{д}^{*}$	т/т	-	Рис.6	0,07•0,88=0,061	0,071•0,88=0,062	0,073•0,88=0,064	0,098•0,88= =0,086
47 Абсолютный расход пара на деаэратор	$D_{д}^{*}$	т/ч	$d_{д}\cdot G_{\Sigma}$	-	0,061 · 71,81 =4,38	0,062· 57,9= 3,59	0,064· 4697=3,0	0,86·18,09=1,55

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
48 Расход пара на деаэратор питательной воды и на подогрев сырой воды	-	т/ч	$(D_д + D_c)^*$	-	4,38+0,54=4,92	3,59+0,51=4,1	3+0,49=3,49	1,55+0,18=1,73
49 Паровая нагрузка на котельную без учета внутрикотельных потерь	D'^*	т/ч	$D + (D_д + D_c)$	-	67,56+4,92=72,48	54,4+4,1=58,5	43,99+3,49=47,48	16,35+1,73=18,1
50 Внутрикотельные потери пара	$D^*_{пот}$	т/ч	$D' \cdot \frac{K_{пот}}{1-K_{пот}}$	-	$72,48 \cdot \frac{0,02}{1-0,02} = 1,45$	$58,5 \cdot \frac{0,02}{1-0,02} = 1,17$	$47,48 \frac{0,02}{1-0,02} = 0,95$	$18,1 \frac{0,02}{1-0,02} = 0,36$
51 Суммарная паровая нагрузка на котельную	$D_{сум}$	т/ч	$D' + D^*_{пот}$	-	72,48+1,45=73,93	58,5+1,17=59,67	47,48+0,95=48,43	18,1+0,36=18,46

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
52 Количество продувочной воды поступающей в сепаратор непрерывной продувки	$G_{пр}$	т/ч	$\frac{П}{100} \cdot D_{сум}$	-	$\frac{3,5}{100} \cdot 73,93 = 2,59$	$\frac{3,5}{100} \cdot 59,67 = 2,1$	$\frac{3,5}{100} \cdot 48,43 = 1,7$	$\frac{7}{100} \cdot 18,46 = 1,3$
53 Количество пара на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$D_{пр}$	т /ч	$G_{пр} \cdot \frac{i_7 \cdot 0.98 - i_8}{i_3 - i_8}$	-	$\frac{826 \cdot 0,98 - 480,6}{2697,55 - 480,6}$ •2,59 = 0,38	$\frac{826 \cdot 0,98 - 480,6}{2697,55 - 480,6}$ •2,1 = 0,31	$\frac{826 \cdot 0,98 - 480,6}{2697,55 - 480,6}$ •1,7 = 0,25	$\frac{826\ 0,98 - 480,6}{2697,55 - 480,6}$ •1,3 = 0,2
54 Количество продувочной воды на выходе из сепаратора непрерывной продувки	$G'_{пр}$	т /ч	$G_{пр} - D_{пр}$	-	2,59 – 0,38 =2,21	2,1 – 0, 31 =1,79	1,7 – 0,25 =1,45	1.33 -0,2 =1,13
55 Количество воды на питание котлов (на выходе из деаэратора питательной воды)	$G_{пит}$	т/ч	$D_{сум} + G_{пр}$	-	73,93+2,59=76,52	59,67+2,1=61,77	48,43+1,7=50,13	18,46+1,33= =19,79

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
56 Выпар из деаэратора питательной воды	$D_{вып}$	т/ч	$d_{вып} \cdot G_{д}$	-	0,002•76,52=0,15	0,002•61,77=0,12	0,002•50,13=0,1	0,002•19,79=0,04
57 Количество умягченной воды, поступающей в деаэратор питательной воды	$G_{хво}$	т /ч	$(D_{потр} - G_{потр}) + G'_{пр} + D_{пот} + D_{вып} + D'_{д} + D_{маз}$	-	(18,35 -10,85) + 2,21+1,45+0,15+ 0,88+1 =13,2	(18,35 – 10,85) + 1,79+1,17+0,12+ 0,88+1 = 12,4	(18,35 -10,85) + 1,45+0,95+0,1+ 0,88+1 = 11,9	(10,6 -5,47) + 1,13+0,33+0,04+ 0,88+1=8,6
58 Количество воды соответствующее расходу $G_{хво}$	$G_{с в}$	т /ч	$K^{сн}_{хво} \cdot G_{хво}$	-	1,2•13,2=15,85	1,2•12,4=14,9	1,2•11,9=14,3	1,2•8,6=10,3
59 Расход пара для подогрева сырой воды $G_{с в}$	$D_{с}$	т /ч	$G_{с в} \cdot \frac{(T_4 - T_1) \cdot c}{(i_2 - i_к) \cdot 0,98}$	-	$\frac{(25-5)\ 4,186}{(2762,87-335)\ 0,98}$ •15,85 = 0,56	$\frac{(25-5) \cdot 4,186}{(2762,87-335) \cdot 0,98}$ •14,9 = 0,52	$\frac{(25-5)\ 4,186}{(2762,87-335)\ 0,98}$ •14,3 = 0,5	$\frac{(25-15) \cdot 4,186}{(2762,87-335)\ 0,98}$ •10,3 = 0,18

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
60 Количество конденсата от подогревателей сырой и умягченной воды, поступающей в деаэратор питательной воды	$G_{c\,y}$	т /ч	$G_c + G_c^{/} + G_y$ (соответственно расходам пара $D_c, D_c^{/}, D_y$)	-	0,56+1,55+2,98= =5,09	0,52+1,55+2,98= =5,05	0,5+1,55+2,98== 5,03	0,18+0,88+ +2,98=4,04
61 Суммарный вес потоков, поступающих в деаэратор питательной воды (кроме греющего пара)	G_{Σ}	т /ч	$G_к + G_{хво} + G_c +$ $+ D_{пр} + D_{вып}$	-	53,65+13,2+5,09 +0,37+0,15= =72,5	40,49+12,4+5,05 +0,3+0,12= =58,4	30,08+11,9+5,03 +0,24+0,19= =47,4	5,47+8,6+4,04 +0,18+0,04= =18,33
62 Доля конденсата от подогревателей сетевой воды и с производства в суммарном весе потоков поступающих в деаэратор питательной воды	-	-	$\frac{G_к}{G_{\Sigma}}$	-	$\frac{53,65}{72,5} = 0,74$	$\frac{40,49}{58,4} = 0,7$	$\frac{30,08}{47,4} = 0,63$	$\frac{5,47}{18,33} = 0,3$

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
63 Отношение количества умягченной воды, поступающей в деаэратор подпиточной воды, к количеству умягченной воды, поступающей в деаэратор питательной воды	-	-	$\frac{G'_{хво}}{G_{хво}}$		$\frac{42,39}{13,2}=3,2$	$\frac{42,39}{12,4}=3,41$	$\frac{42,39}{11,9}=3,56$	$\frac{42,39}{8,6}=4,9$
64 Удельный расход пара на деаэратор питательной воды	$d_д$	т/т	-	Рис.6	0,064·0,88=0,056	0,07·0,88=0,062	0,08·0,88=0,07	0,09·0,88= =0,075
65 Абсолютный расход пара на деаэратор питательной воды	$D_д$	т/ч	$d_д \cdot G_\Sigma$	-	0,056·72,5=4,06	0,062·58,4=3,6	0,07·47,4=3,46	0,075·18,33= =1,37
66 Расход пара на деаэрацию питательной воды и подогрев сырой воды	-	т/ч	$D_д + D_c$	-	4,06+0,56=4,62	3,6+0,52=4,12	3,46+0,5=3,96	1,37+0,18= =1,55

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
67 Паровая нагрузка на котельную без учета внутрикотельных потерь	D'	т/ч	$D + (D_д + D_с)$	-	67,56+4,62=72,18	54,4+4,12=58,52	43,99+3,96=48	16,35+1,55= =17,9
68 Суммарная паровая нагрузка на котельную	$D_{сум}$	т/ч	$D' + D_{пот}$	-	72,18+1,48=73,66	58,52+1,2=59,72	48+0,97=48,97	17,9+0,38= =18,28
69 Количество работающих паровых котлов	$N_{к\ раб}$	шт.	Вариант I (котлы Е(ДЕ)-25	Рис. 7	3	3	2	1
			Вариант II (котлы Е(ДЕ)-16		5	4	4	2

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
70 Процент загрузки работающих паровых котлов	$K_{загр}$	%	$\frac{D_{сум}}{D_{к.\,расч}^{макс} \cdot N_{к\,раб}} \cdot 100$		$\frac{73,93}{25 \cdot 3} \cdot 100 = 98,5$	$\frac{59,67}{25 \cdot 3} \cdot 100 = 79,6$	$\frac{48,43}{25 \cdot 2} \cdot 100 = 97$	$\frac{18,46}{25 \cdot 1} \cdot 100 = 73,8$
					$\frac{73,93}{16 \cdot 5} \cdot 100 = 92$	$\frac{59,67}{16 \cdot 4} \cdot 100 = 93,3$	$\frac{48,43}{16 \cdot 4} \cdot 100 = 75,7$	$\frac{18,46}{16 \cdot 2} \cdot 100 = 57$
71 Расход пара на собственные нужды котельной (деаэрация, подогрев сырой и умягченной воды, разогрев мазута	-	т /ч	$(D_д + D_с) + D_{маз}$	-	4,62+1=5,62	4,12+1=5,12	3,96+1=4,96	1,55+1=2,55
72 Процент расхода пара на собственные нужды котельной	$K_{с\,н}$	%	$\frac{D_д + D_с + D_{маз}}{D_{сум}} \cdot 100$	-	$\frac{5,62}{73,93} = 7,6$	$\frac{5,12}{59,67} = 8,6$	$\frac{4,96}{48,43} = 10,2$	$\frac{2,55}{18,46} = 13,8$

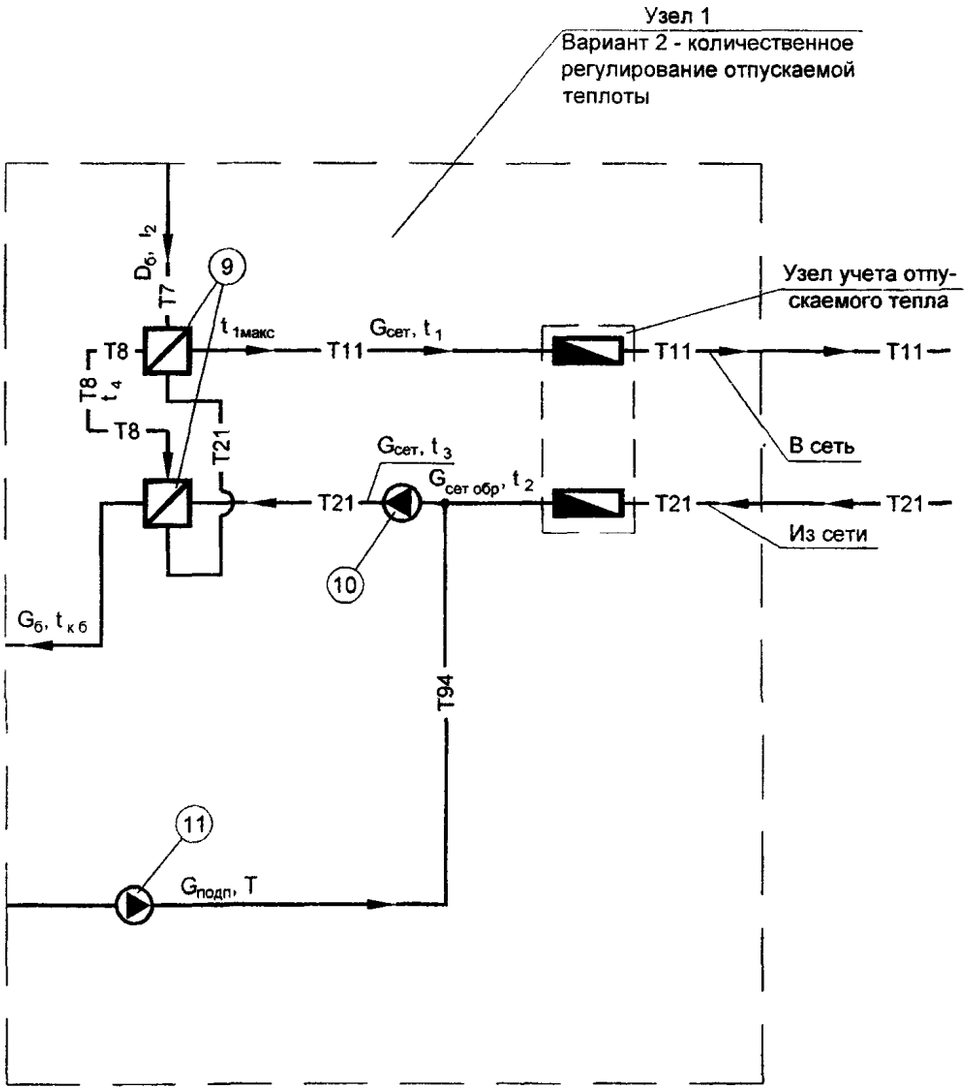
Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
73 Количество воды, пропускаемой помимо подогревателей сетевой воды через перемычку между трубопроводами прямой и обратной сетевой воды (в зимнем режиме)	$G_{сет.п}$	т /ч	$G_{сет} \cdot \frac{t_{1макс} - t_1}{t_{1макс} - t_4}$	-	$304 \cdot \frac{150-150}{150-70} = 0$	$\frac{150-107}{150-54,21} \cdot 319,38 = 143,4$	$\frac{150-70}{150-38,35} \cdot 346,46 = 248,3$	-
74 Количество воды пропускаемой через подогреватели сетьевой воды (в зимнем режиме)	$G_{сет\ б}$	т/ч	$G_{сет} - G_{сет\ п}$	-	304-0=304	319,38-143,4=176	346,46-248,3=98,1	-
75 Температура сетевой воды после охладителя конденсата на входе в пароводяной подогреватель продувочной воды	t_5	°С	$\frac{G_б \cdot (\tau_2 - t_k)}{(G_{сет\ зим} - G_{сет\ п}) \cdot 0,98} + t_4$	-	$\frac{42,8 \cdot (164,2-80)}{304 \cdot 0,98} + 70 = 82$	$\frac{29.64 \cdot (164,2-80)}{176 \cdot 0,98} + 54.21 = 69$	$\frac{19,23 \cdot (164,2-80)}{98,1 \cdot 0,98} + 38,35 = 54$	-

Окончание таблицы 4

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Способ определения		Расчетный режим			
			Расчетная формула	Рисунок	Максимальный зимний	При средней температуре наиболее холодного месяца	При температуре наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды	Летний
76 Температура умягченной воды на выходе из охладителя продувочной воды	T_5	°С	$T_4+\frac{G_{пр}}{G_{хво}}\cdot\frac{(i_8-t_{пр})}{c}\cdot 0{,}98$	-	$25+\frac{2{,}21}{13{,}2}\cdot\frac{(480{,}6-40)\cdot 0{,}98}{4{,}186}=42{,}2$	$25+\frac{1{,}79}{12{,}4}\cdot\frac{(480{,}6-40)\ 0{,}98}{4{,}186}=39{,}4$	$25+\frac{1{,}45}{11{,}9}\cdot\frac{(480{,}6-40)\cdot 0{,}98}{4{,}186}=37{,}4$	$25+\frac{1{,}13}{8{,}6}\cdot\frac{(480{,}6-40)\cdot 0{,}98}{4{,}186}=38{,}4$
77 Температура умягченной воды, поступающей в деаэратор питательной воды из охладителя выпара	T_6	°С	$T_5+\frac{D_{вып}}{G_{хво}}\cdot\frac{(i_4-i_5)}{c}\cdot 0{,}98$	-	$42{,}2+\frac{0{,}15}{13{,}2}\cdot\frac{(2681{,}22-436{,}26)}{4{,}186}\cdot 0{,}98=47{,}8$	$39{,}4+\frac{0{,}12}{12{,}4}\cdot\frac{(2681{,}22-436{,}26)}{4{,}186}\cdot 0{,}98=44{,}5$	$37{,}4+\frac{0{,}1}{11{,}9}\cdot\frac{(2681{,}22-436{,}26)}{4{,}186}\cdot 0{,}98=41{,}6$	$38{,}4+\frac{0{,}04}{8{,}6}\cdot\frac{(2681{,}22-436{,}26}{4{,}186}\cdot 0{,}98=41$
78 Количество сырой воды, поступающей в химводоочистку	-	т/ч	$G_{с\,в}+G'_{с\,в}$		15,85+50,87=66,7	14,9+50,87=65,8	14,3+50,87=65,2	10,3+50,87=61,2

Рисунок А 1 - Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения

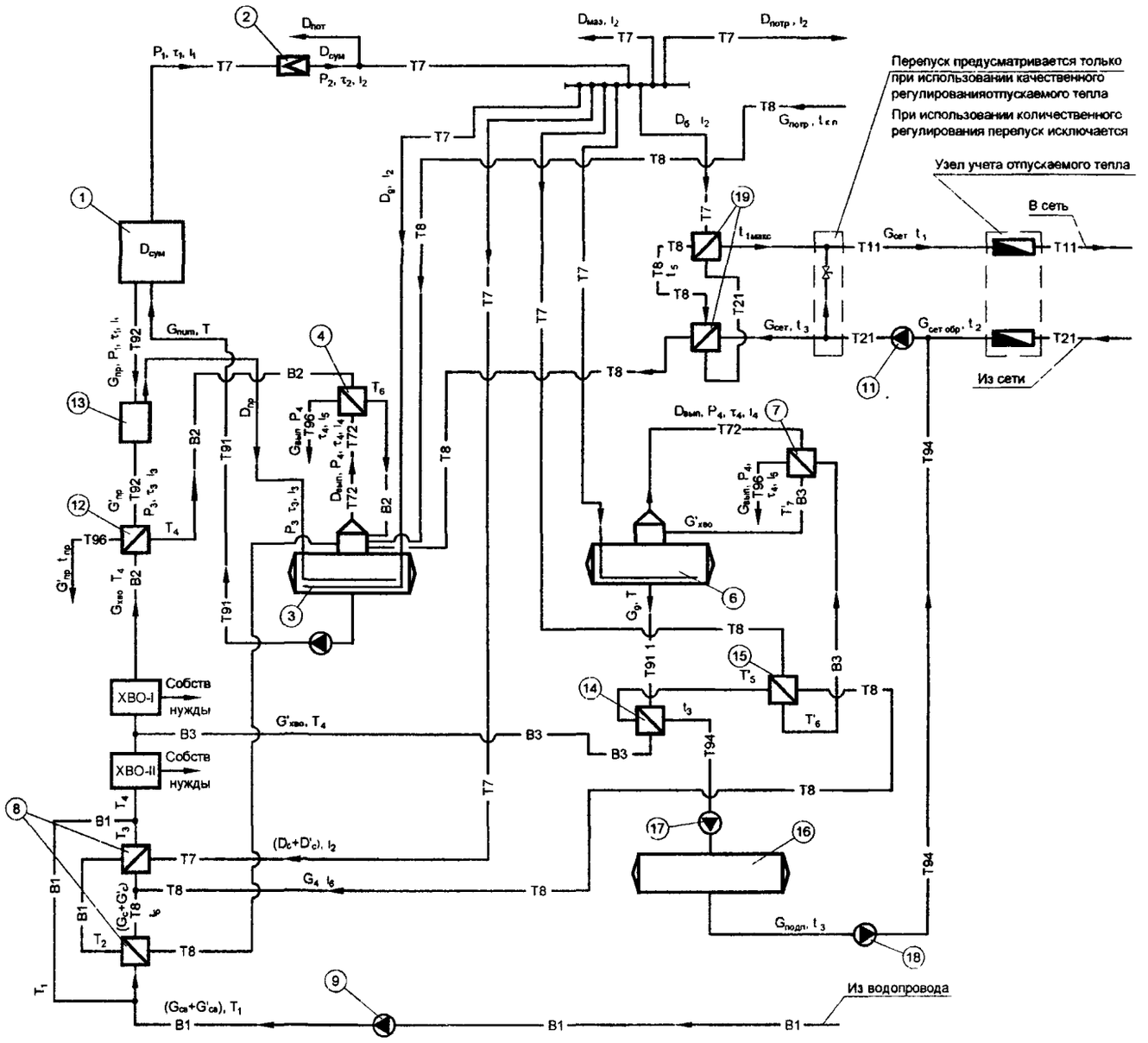


Условные обозначения

1 Паровой котел
2 Редукционная установка
3 Деаэратор питательной воды
4 Охладитель выпара к деаэратору питательной воды
5 Насос питательный
6 Подогреватель сырой воды
7 Охладитель продувочной воды
8 Сепаратор непрерывной продувки
9 Установка подогрева сетевой воды
10 Насос сетевой воды
11 Насос подпиточной
12 Насос сырой воды

T7 - пар,
T8 - конденсат,
T11 - трубопровод подающий,
T21 - трубопровод обратной воды,
T72 - выпар,
T91 - питательная вода,
T91 1 - деаэрированная вода,
T92 - непрерывная продувка,
T94 - подпиточная вода,
T96 - слив,
B1 - водопровод,
B2 - химочищенная вода,
B3 - умягченная вода (к рисунку 2)

Рисунок А 1а - Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для закрытой системы теплоснабжения



1 Паровой котел
2 Редукционная установка
3 Деаэратор питательной воды
4 Охладитель выпара к деаэратору питательной воды
5 Насос питательный
6 Деаэратор подпиточной воды
7 Охладитель выпара к деаэратору питательной воды
8 Подогреватель сырой воды
9 Насос сырой воды
10 Подогреватели сетевой воды
11 Насос сетевой воды
12 Охладитель продувочной воды
13 Сепаратор непрерывной продувки
14 Охладитель деаэрированной воды
15 Пароводяной подогреватель умягченной воды
16 Бак-аккумулятор
17 Насос перекачивающий
18 Насос подпиточный

Рисунок А 2 - Расчетная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами ДЕ для открытой системы теплоснабжения

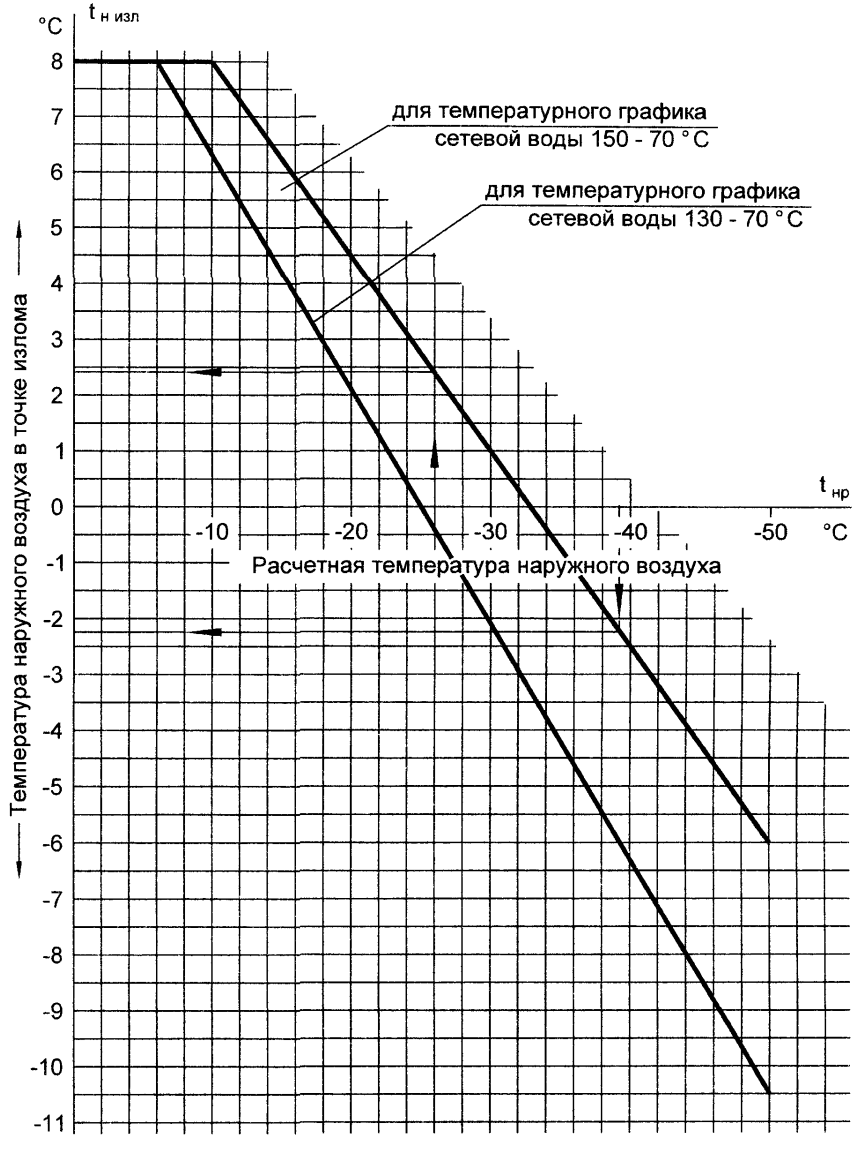
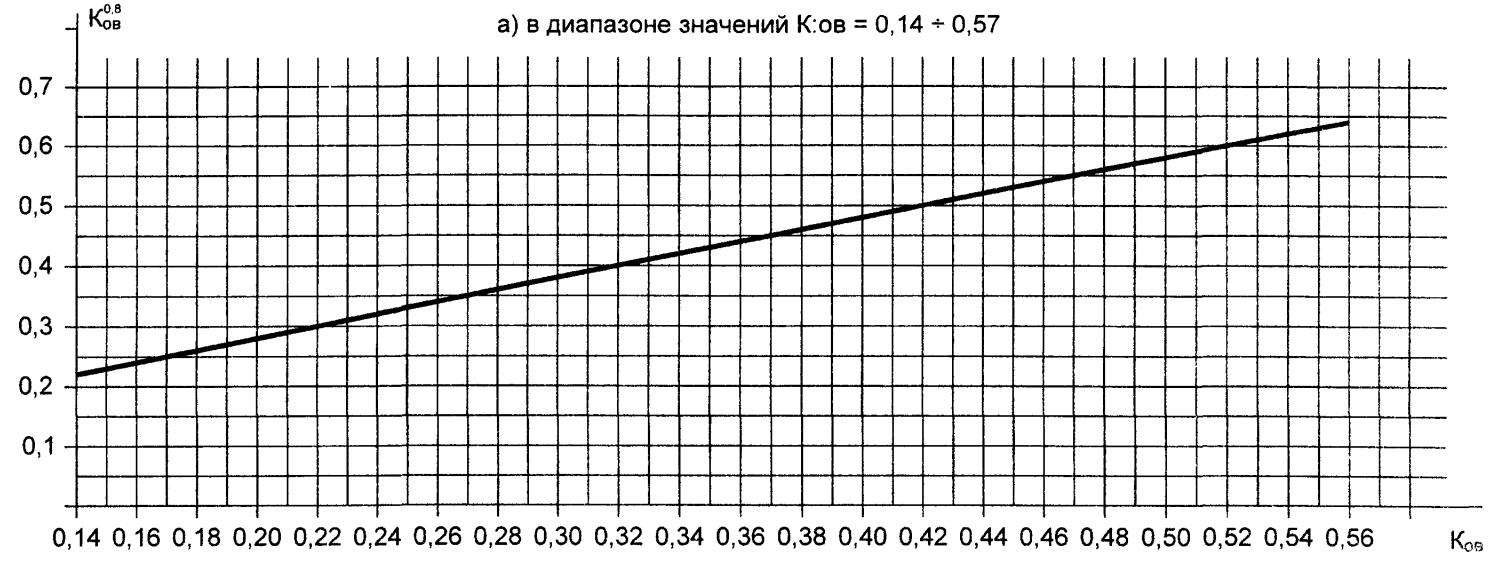


Рисунок А.3 - Температура наружного воздуха в точке излома температурного графика сетевой воды



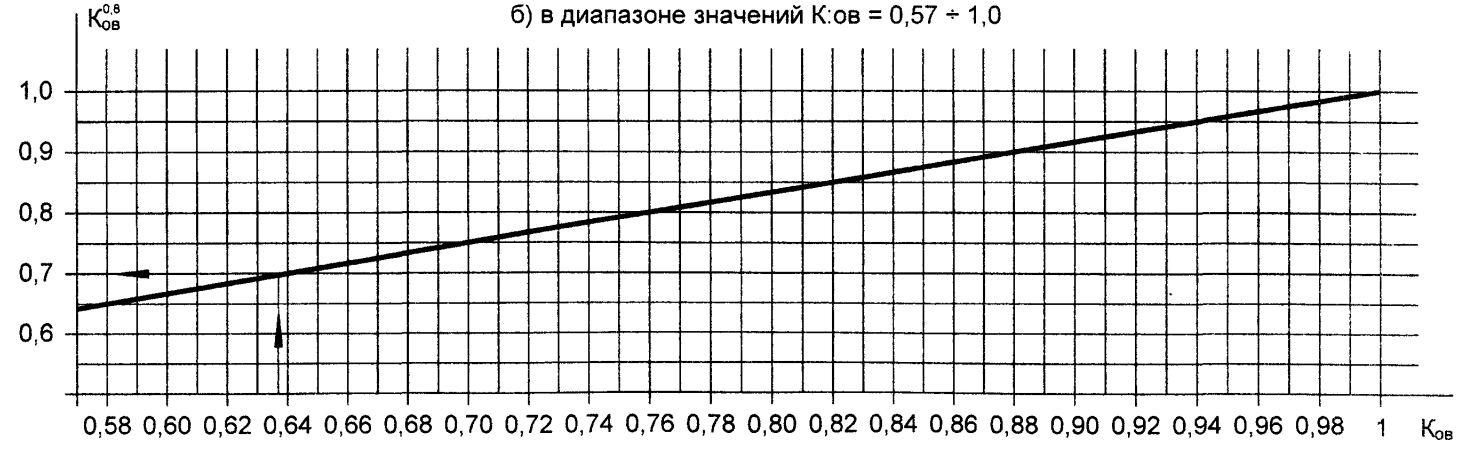


Рисунок А.4 - Коэффициент снижения расхода тепла на отопление и вентиляцию в степени 0,8 (для определения температуры прямой сетевой воды на выходе из котельной).

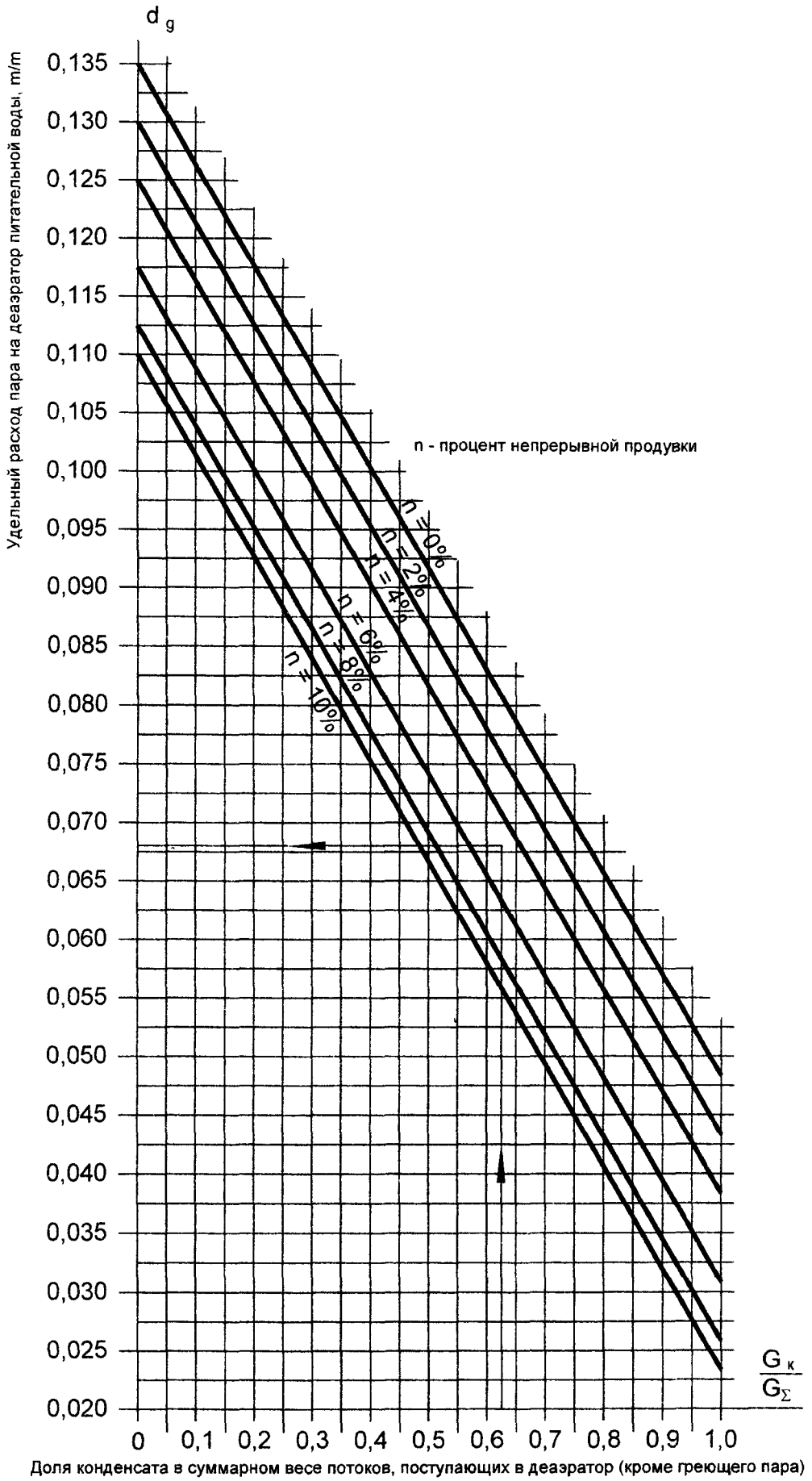


Рисунок А.5 - Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для закрытой системы теплоснабжения

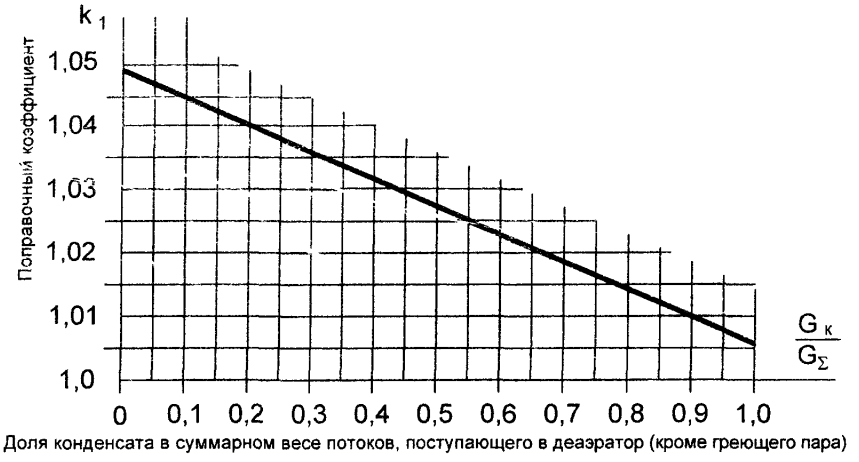


Рисунок А.5а - Поправка на повышение температуры сырой воды в летний период

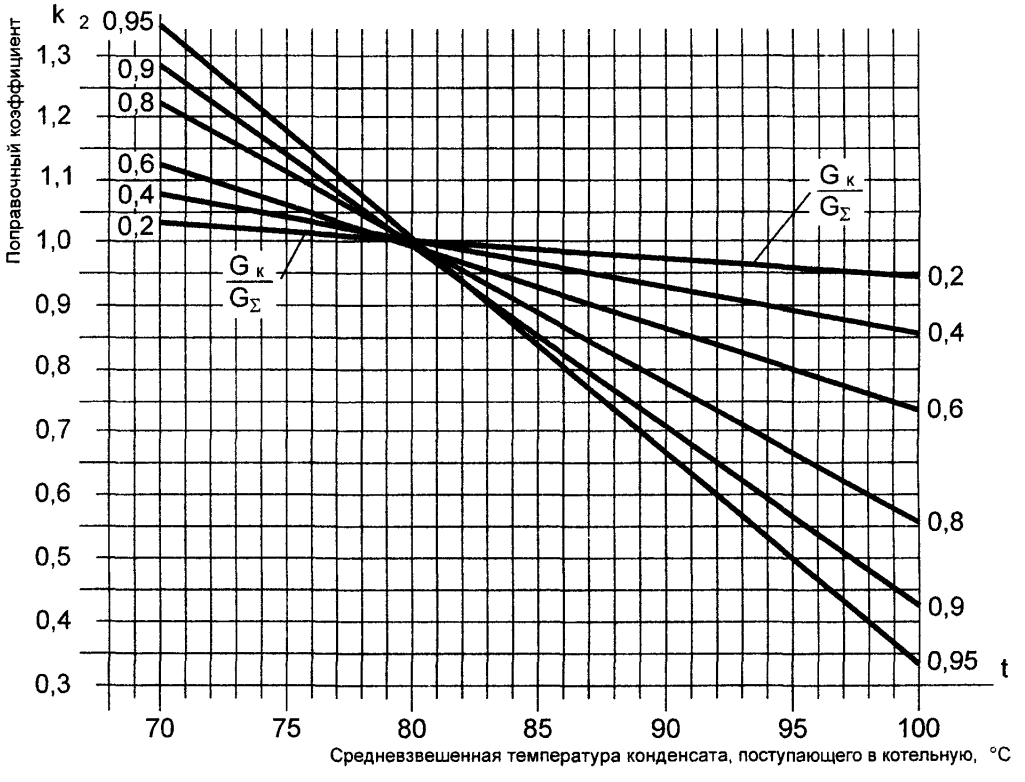


Рисунок А.5б - Поправка на изменение средневзвешенной температуры конденсата, поступающего в котельную

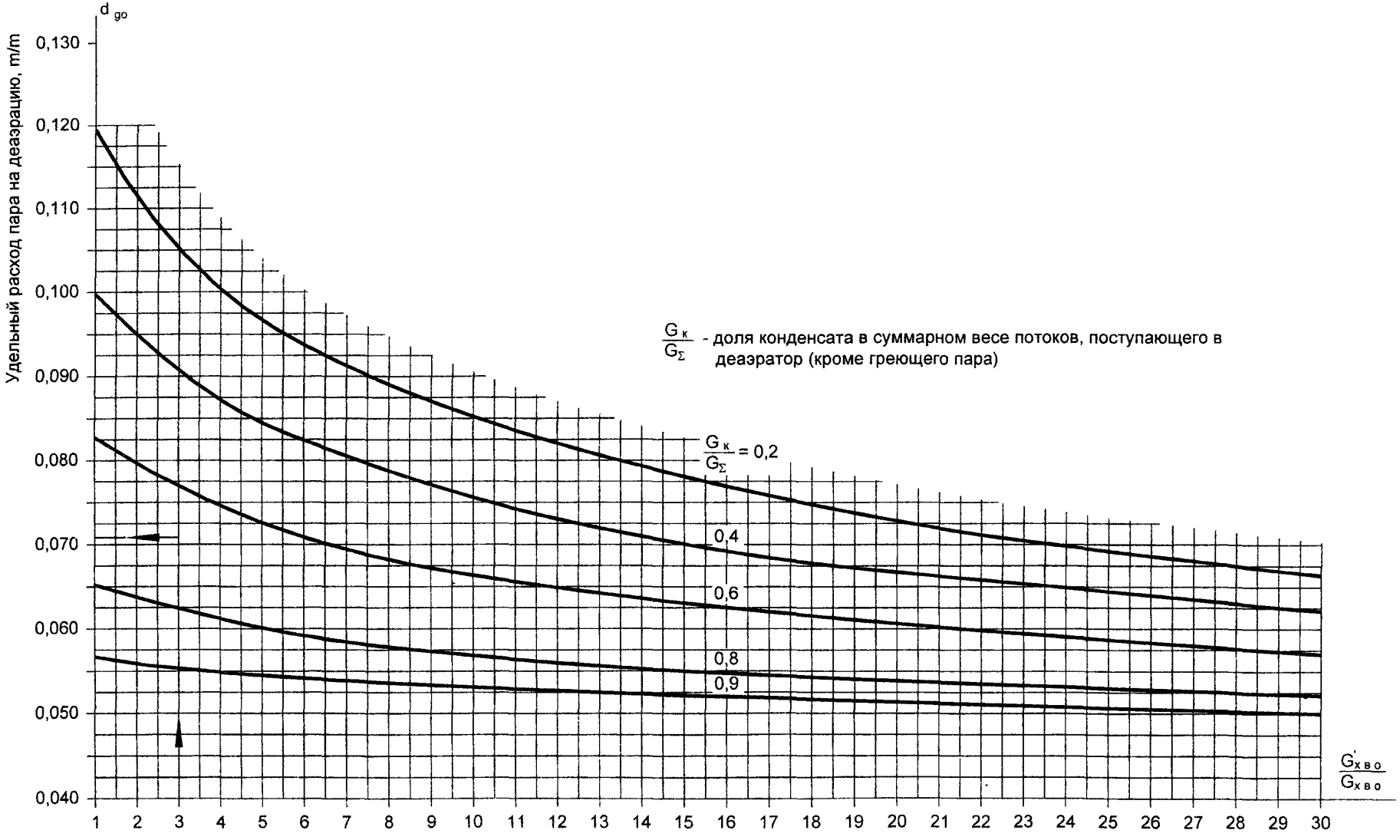


Рисунок А 6 - Удельный расход пара на деаэратор питательной воды для открытой системы теплоснабжения

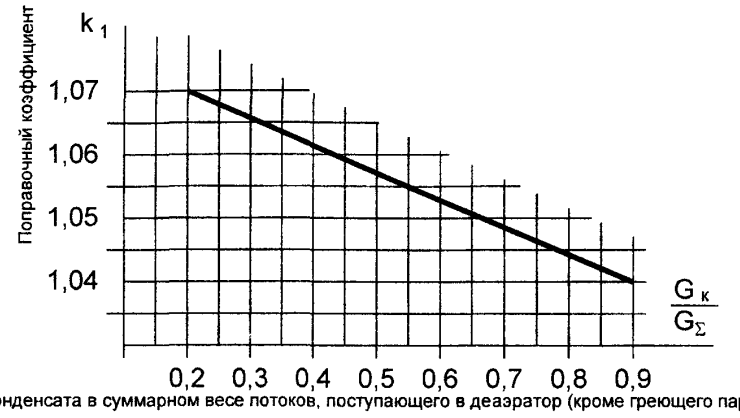


Рисунок 6а - Поправка на повышение температуры сырой воды в летнем периоде

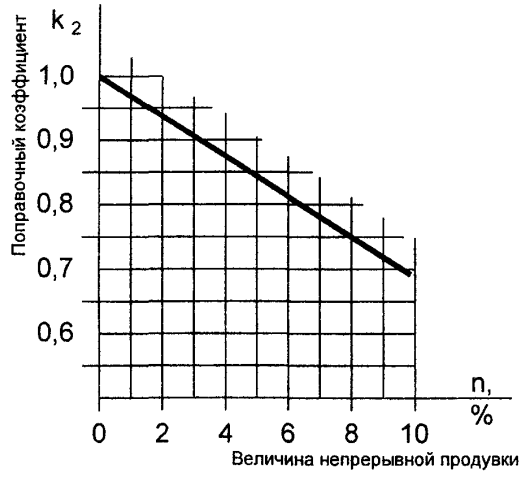


Рисунок А.6б - Поправка на величину непрерывной продувки

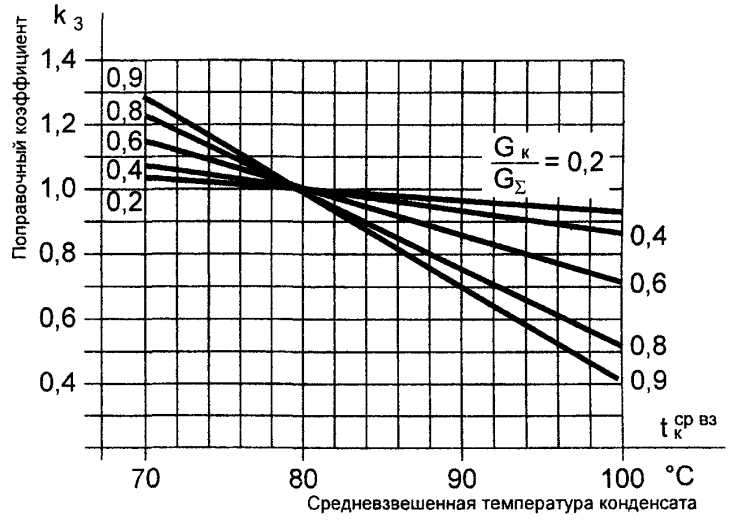


Рисунок А.6в - Поправка на изменение средневзвешенной температуры конденсата, поступающего в деаэратор питательной воды

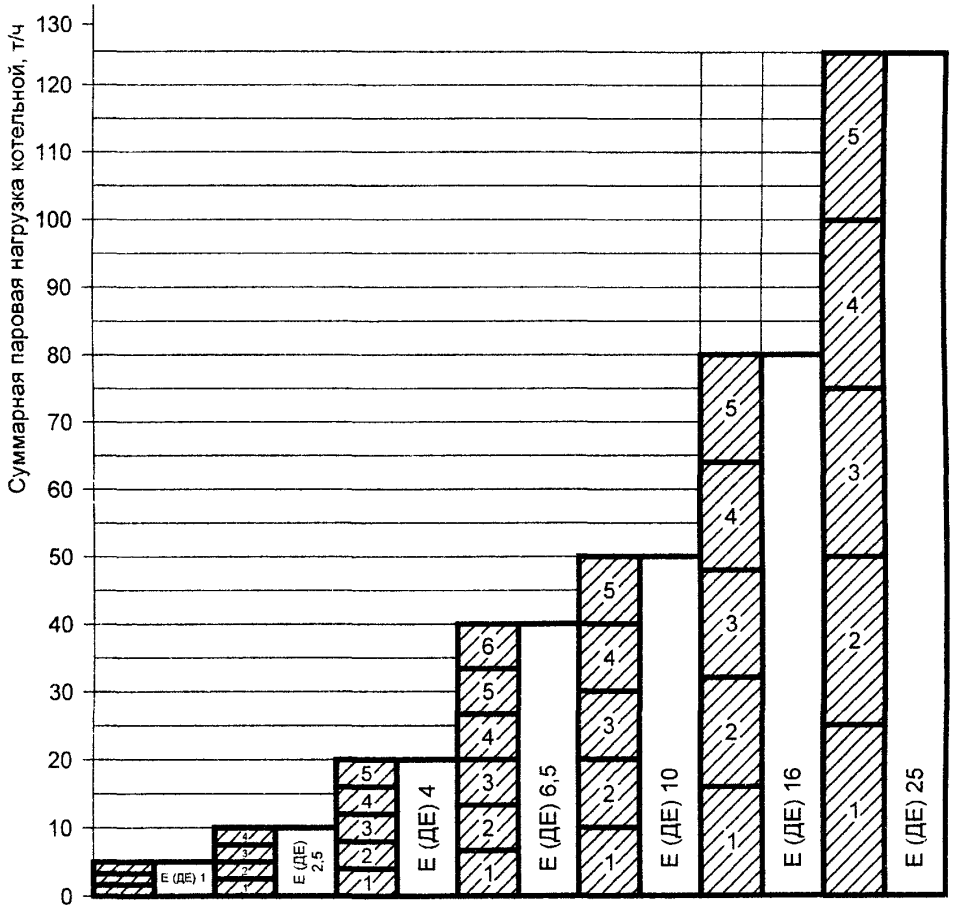


Рисунок А.7 - Выбор типа и количества работающих котлов в зависимости от суммарной паровой нагрузки котельной

gost.e-ecolog.ru