

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Технологический раздел.....	6
1.1 Общие указания.....	6
1.2 Газовые котельные. Область применения.....	7
1.2.2 Работа газовой котельной.....	7
1.2.2 Оборудование газовой котельной. Виды газовых горелок....	8
1.3 Разработка горячего водоснабжения.....	8
1.4 Предварительный вероятностный расчет разводящих трубопроводов.....	10
1.5 Определение потерь тепла и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах.....	12
1.6 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов.....	14
1.7 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной ветви.....	15
1.8 Определение расходов воды и теплоты на ГВС.....	17
1.9 Подбор водомера и определение его гидравлического сопротивления.....	19
1.10 Система отопления здания.....	19
1.11 Выбор теплогенератора.....	19
1.12 Тепловые нагрузки.....	20
1.13 Объемно-планировочные и конструктивные решения.....	21
1.14 Подбор сетевых (циркуляционных) насосов первичного контура и насосов ГВС.....	22
1.15 Водоподготовка.....	25
1.16 Технологические трубопроводы.....	26
1.17 Газопроводы.....	26
1.18 Теплоизоляция.....	27
1.19 Аккумулирование.....	28

1.19.1	Определение объема бака-аккумулятора.....	28
1.20	КИП и автоматика.....	32
2	Устройство котельных и инженерных систем.....	33
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ..	38
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	39
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Расчет одноступенчатой параллельной схемы присоединения секционных кожухотрубных подогревателей ГВС.....	40
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Тепловой и гидравлический расчет пластинчатых водоподогревателей ГВС.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа по теме «Автономное теплоснабжение жилого здания от пристроенной котельной г.Хабаровск» содержит 48 страниц текстового документа, 2 иллюстрации, 5 таблиц, 60 формул, 9 использованных источников, 2 приложения, 5 листов графического материала.

АВТОНОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ, ГАЗОВАЯ КОТЕЛЬНАЯ, ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ, НАСОСЫ ПЕРВИЧНОГО КОНТУРА И НАСОСЫ ГВС, АККУМУЛИРОВАНИЕ, КИП И АВТОМАТИКА

Автономный источник теплоснабжения – пристроенная котельная, вид топлива – газ, число этажей – 10, схема системы горячего водоснабжения в здании – с общим циркуляционным стояком и с нижней разводкой, закрытая.

Цель ВКР – применить полученные знания и навыки по проектированию автономного теплоснабжения в связи с тем, что развитие отрасли АТС дает возможность повсеместного качественного и надежного теплоснабжения наиболее экономичным образом.

Задачи ВКР:

- запроектировать СГВ жилого здания;
- вычислить расход тепла на отопление и ГВС;
- произвести гидравлический расчет СГВ;
- произвести тепловой расчет подогревателя ГВС;
- осуществить подбор оборудования для автономной котельной.

В конце ВКР разработана тепловая схема автономной котельной.

1 Технологический раздел

1.1 Общие указания

Автономная система теплоснабжения (АТС) состоит из следующих элементов: теплогенератор, водоподогреватель ГВС, циркуляционный насос СГВ, сетевой насос системы отопления, система водоочистки, система отопления и СГВ.

Автономные котельные в зависимости от места расположения могут быть:

- отдельно стоящими;
- пристроенными к зданиям;
- встроенными в здания;
- крышными.

Тепловая мощность котельных не должна превышать потребность в теплоте здания, к которому и проектируется котельная, а ее производительность не может превышать 3,0 МВт.

Температура воды в водогрейных котлах не должна превышать 115°C. Запрещено проектировать котельные, которые примыкают к жилым зданиям со стороны подъездов и стен с оконными проемами. Так же нельзя размещать котельную смежно с помещениями, в которых более 50 человек.

Для расчета и подбора оборудования для работы котельной тепловые нагрузки определяются для режимов:

- максимального – при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;
- среднего - при температуре наружного воздуха в наиболее холодный месяц;
- летнего.

Расчетные температуры наружного воздуха принимают согласно СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

Исходя из суммы расходов теплоты на отопление и вентиляцию при

максимальном режиме и, учитывая тепловые нагрузки на ГВС при среднем режиме, определяют теплопроизводительность котельной.

1.2 Газовые котельные. Область применения

Газ на сегодня является самым распространенным топливом на территории нашей страны. Это связано с тем, что газ – достаточно дешевое и экологически чистое топливо. Главное при его использовании – это безопасность.

1.2.1 Работа газовой котельной

Газовый котел – устройство, преобразующее энергию сгоревших газов в тепло. Он так же, в свою очередь, влияет на поддержание микроклимата и температуры в помещении.

Основные составляющие котла: горелка газовая, теплообменники и КИП. Но в зависимости от модели может иметь дополнительно насос, вентилятор, электронную систему диагностики и управления, предохранительный клапан.

Котел, используя систему управления, может определять потребность в горячей воде и сигнализировать управляющей газовой арматуре. Вода начинает нагреваться в теплообменнике благодаря работе горелке, а разнос нагретой воды по системе отопления осуществляет циркуляционный насос. Котел может переходить в режим ожидания в том случае, когда температура достигнет нужного значения. В тот момент, когда в системе произойдет понижение температуры, горелка снова включится, и вода будет нагреваться. По такому принципу работает одноконтурный котел.

Двухконтурные котлы осуществляют работу так же, но с учетом системы горячего водоснабжения (ГВС). Котел двухконтурный рассчитан на две функции: ГВС и отопления. В своем составе он имеет второй контур для подготовки горячей воды. Такой котел может работать в двух режимах: зимнем – на нагрев воды для ГВС и отопления; летнем – нагрев воды для ГВС.

1.2.2 Оборудование газовой котельной. Виды газовых горелок

Газовая котельная в своем составе имеет:

- регулятор давления – для поддержки постоянного уровня давления автоматически;
- газорегуляторная установка – для контроля уровня входного давления газа и его постоянного уровня на выходе;
- фильтр – защита КИП и арматуры. Повышает герметичность запорного оборудования и срок эксплуатации уплотнителей.

Горелки газовые бывают:

- диффузионные – без предварительного смешения воздуха и газа. Газ и воздух подаются в зону горения отдельно;
- инжекционные – в них происходит частичное смешивание газа и воздуха. Процесс может происходить как в горелке, так и в рабочем пространстве топки, т.е. параллельно;
- смесительные – газ и воздух смешиваются до выхода в зону горения.

1.3 Разработка горячего водоснабжения

Все трубопроводы системы ГВС разделяются на магистральные, ответвления, стояки и подводки к водоразборной арматуре. Стальные оцинкованные и металлополимерные трубы обладают наилучшей коррозионной стойкостью. Соединение труб выполняется на сварке или на резьбе.

Прокладка сетей внутриквартирных осуществляется под землей в непроходных каналах. Подающие трубопроводы укладываются справа, а циркуляционные – слева по ходу движения теплоносителя.

Сама система ГВС проектируется с нижней разводкой магистралей, что позволит производить бесперебойное водоснабжение нижних этажей. Магистральные внутридомовой сети прокладывают в подвале под потолком на кронштейнах. Так же необходим уклон для осуществления спуска воздуха и

воды – 0,002.

Стояки в туалете располагаются в закрытой шахте. Стояк ГВС устраивают в шахте справа от стояка ХВС. У пола ведут разводку труб в водоразборным приборам. Трубопровод ХВС находится на 100-150 мм от уровня чистого пола, а ГВС – на 100 мм выше водопровода. В кухне располагают смеситель мойки на 1,1 м от пола, а смеситель ванны – 1 м от пола.

В ваннных комнатах поддерживается температура 25°С с помощью обогреваемых и зимой, и летом полотенцесушителей. Его диаметр может быть около 25, 32 или 40 мм, а длина – 2-2,5 м.

Латунные, бронзовые краны и вентили, и чугунные задвижки используют в качестве запорной арматуры. Ее монтируют на ответвлениях к отдельным зданиям, в помещении, где есть водоразборные приборы, к секционным узлам. Перед подогревателем (на циркуляционной линии) устанавливают обратные клапаны, которые пропускают воду в одном направлении.

Для увязки потерь давления устанавливают шайбы (дросселирующие диафрагмы), выполненные из латуни или нержавеющей стали. Шайбы делают толщиной 2-3 мм с отверстием не менее 10 мм. Если, исходя из расчета, диаметр шайбы должен быть меньше 10 мм, то тогда устраивают краны регулировки давления.

Подающие и циркуляционные трубопроводы необходимо теплоизолировать, за исключением подводок к водоразборным приборам. Изоляцию устраивают из минераловатных плит толщиной 30 мм для труб диаметром до 125 мм, толщиной 40 мм – более 125 мм. Стеклоткань и рубероид используют в качестве покровного слоя.

1.4 Предварительный вероятностный расчет разводящих трубопроводов

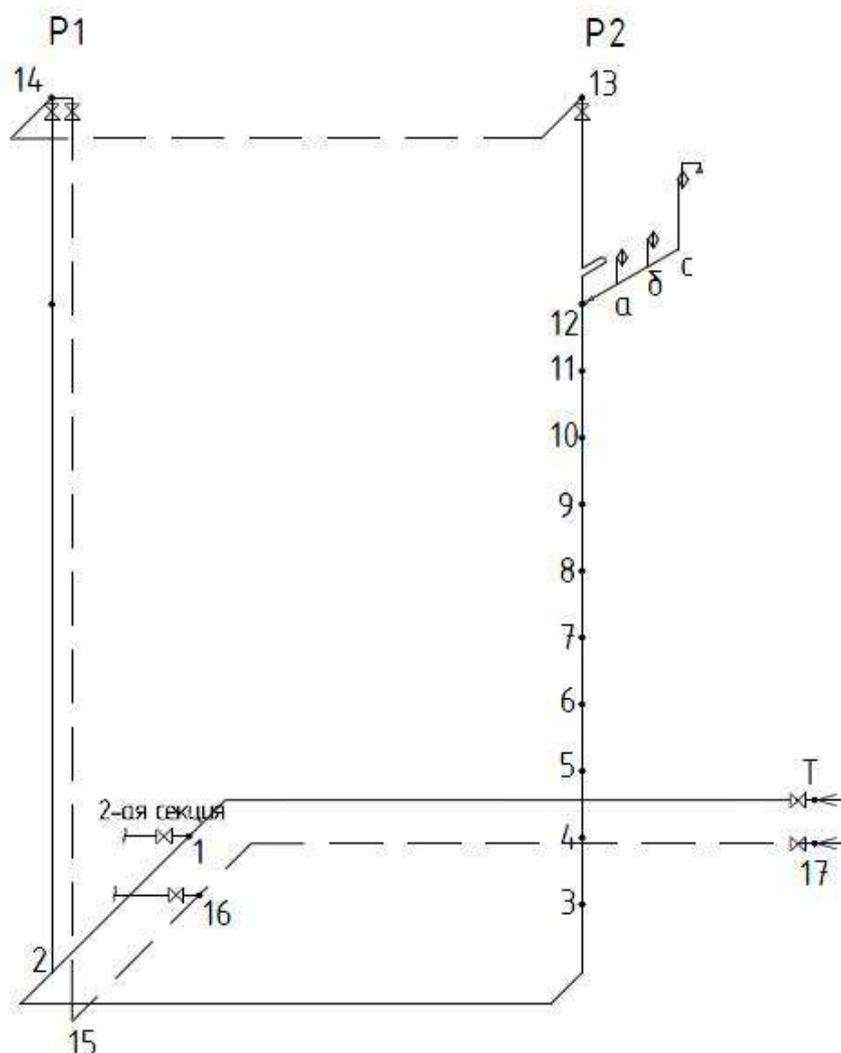


Рисунок 1 – Схема СГВ

Количество горячей воды определяется в соответствии с требованиями [2].

Величина расхода горячей воды q_0^h одним водоразборным прибором, л/с, принимается по [2]. В данной ВКР это смеситель ванны, для которого $q_0^h = 0,2$ л/с.

Норма расхода горячей воды $q_{hr,u}^h$, л, одним потребителем в час наибольшего водопотребления так же принимается по [2]. Так, для ванны длиной 1500–1700 мм, $q_{hr,u}^h$ равна 10 л/ч.

Определяем общее количество водоразборных приборов N_{Σ} , для здания по формуле:

$$N_{\Sigma} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4, \quad (1)$$

где n_1 – число квартир в секции одного этажа;

n_2 – число секций в здании;

n_3 – число этажей в здании;

n_4 – количество водоразборных приборов в квартире.

$$N_{\Sigma} = 2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 3 = 120.$$

Далее находим количество потребителей горячей воды U в здании:

$$U = (n_5 + 1) \cdot n_2 \cdot n_3, \quad (2)$$

где n_5 - число жилых помещений в секции одного этажа.

$$U = (2 + 1) \cdot 2 \cdot 10 = 140$$

Затем рассчитываем вероятность действия P водоразборных приборов СГВ для отдельного здания по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_0^h \cdot N_{\Sigma}}, \quad (3)$$

где $q_{hr,u}^h$ - норма расхода горячей воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч;

U - количество потребителей горячей воды в здании;

q_0^h - расход горячей воды одним водоразборным прибором, л/с;

N_{Σ} - общее количество водоразборных приборов.

$$P = \frac{10 \cdot 140}{3600 \cdot 0,2 \cdot 120} = 0,016$$

Определим секундные расходы горячей воды на расчетных участках по формуле:

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha. \quad (4)$$

где α - безразмерная величина, которая принимается в зависимости от количества водоразборных приборов, соответствующих ему, и вероятности

действия водоразборных приборов Р, данные значения принимаются по [5].

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Скорость движения воды в трубопроводах ограничена: в разводящих – до 1,3 м/с; к приборам – до 2 м/с.

По [5] осуществляется подбор диаметров трубопроводов d , удельных потерь давления на трение R и скорости движения воды v .

Таблица 1 - Предварительный гидравлический расчет разводящих трубопроводов

Номер участка	N	NP	α	q_o^h , л/с	d_y , мм	v , м/с	R , Па/м
a - b	1	0,016	0,205	0,205	15	1,7	12000
b - c	2	0,032	0,243	0,243	15	1,85	13500
c - 12	3	0,049	0,273	0,273	15	1,9	14000
12-11	3	0,049	0,273	0,273	20	1	3000
11-10	6	0,097	0,341	0,341	20	1,1	3500
10-9	9	0,146	0,399	0,399	25	0,8	1200
9-8	12	0,194	0,439	0,439	25	0,9	1900
8-7	15	0,243	0,485	0,485	25	1,1	2000
7-6	18	0,292	0,534	0,534	32	0,65	400
6-5	21	0,340	0,565	0,565	32	0,7	450
5-4	24	0,389	0,624	0,624	32	0,75	600
4-3	27	0,438	0,662	0,662	32	0,8	750
3-2	30	0,486	0,678	0,678	32	0,85	850
2-1	60	0,972	0,948	0,948	32	1,1	1500
1-Т	120	1,944	1,479	1,479	40	1,2	1750

1.5 Определение потерь тепла и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах

Циркуляционный расход в системе q^{cir} , кг/с, учитывается для компенсации теплопотерь и находится по формуле:

$$q^{cir} = \frac{3,6 \cdot Q_c}{c \cdot \Delta t \cdot 3600}, \quad (5)$$

где Q_c – сумма всех теплопотерь соответствующего циркуляционного контура

системы ГВС, Вт;

c – теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/кг·°С;

Δt – перепад температур, равный 10°С.

Объединенные участки стояков с одинаковыми диаметрами и участки магистральных трубопроводов являются расчетными таблицы.

Средняя температура теплоносителя t_{cp} принимается согласно [2]. Удельные потери q^{ht} неизолированных трубопроводов определяем в зависимости от диаметра труб и разности температур $(t_{cp}-t_0)$ по [5]. Теплоизоляция учитывается коэффициентом $1-\eta$. Если трубопровод не изолирован, то $\eta=0$, если изолирован, то $\eta=0,7$. Потери тепла с учетом тепловой изоляции, Вт, определяются по формуле:

$$Q^{ht} = q^{ht} \cdot l \cdot (1 - \eta) \quad (6)$$

где q^{ht} – удельные потери неизолированных труб, Вт/м;

l – длина участка, м;

η – коэффициент, учитывающий изоляцию труб.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Определение потерь тепла и циркуляционных расходов

№ участка	d_y , мм	$t_{cp.}$, °C	t_o , °C	Δt , °C	q^{ht} , Вт/м	l , м	$q^{ht} l$, Вт	$1-\eta$	Q_h^{ht} , Вт	ΣQ_h^{ht} , Вт	q^{cir} , кг/с
Стояк 1											
12-10	20	55	20	35	27	12	324	0,65	210,6	210,6	
10-7	25	55	20	35	38,5	18	693	0,65	450,5	661,1	
7-3	32	55	20	35	48	24	1152	0,65	748,8	1409,9	
3-2	32	55	5	50	93	13,8	1283,4	0,3	385,02	1794,9	
Стояк 2									1794,9	3589,7	0,086
2 - 1	32	58	5	53	103,8	5	519	0,3	155,7	3745,4	
Секция 2									3745,4	7490,9	0,179
1 - Т	40	60	5	55	117,3	18,6	2181,8	0,3	654,5	8145,4	0,195

1.6 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов

Суммарные расходы $q^{h,cir}$ являются основными для проведения окончательного гидравлического расчета главной ветви ГВС.

В окончательном расчете скорость воды не должна превышать в стояках и магистралях 1,5 м/с и не более 2,5 м/с на подводках к приборам.

В окончательном гидравлическом расчете увеличение потерь напора в связи с зарастанием труб учтено коэффициентом 1,2.

Потери напора на участке, Па, определяются по формуле:

$$\Delta P = R \cdot l \cdot (1 + k_M) \quad (7)$$

где R – удельные потери напора на трение, Па/м;

l – длина участка трубопровода, м;

k_M – коэффициент местных потерь давления (подающий трубопровод – 0,2; трубопровод в пределах пристроенной котельной – 0,5; водоразборные стояки без полотенцесушителей – 0,1; с полотенцесушителями – 0,5).

Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Окончательный гидравлический расчет разводящих трубопроводов СГВ

№ участка	q^h , л/с	q^{cir} , кг/с	$q^{h,cir}$, кг/с	d_y , мм	v , м/с	R , Па/м	l , м	k_m	ΔP_i , Па	$\sum_{i=1}^n \Delta P_i$, Па
a - b	0,205	-	0,205	15	1,7	11000	2	0,5	33000	33000
b - c	0,243	-	0,243	15	1,73	11500	1	0,5	17250	50250
c - 12	0,273	-	0,273	15	1,8	12000	1	0,5	18000	68250
12-11	0,273	0,086	0,359	20	1,25	4000	6	0,5	36000	104250
11-10	0,341	0,086	0,427	20	1,4	5000	6	0,5	45000	149250
10-9	0,399	0,086	0,485	25	0,9	1900	6	0,5	17100	166350
9-8	0,439	0,086	0,525	25	1,2	3000	6	0,5	27000	193350
8-7	0,485	0,086	0,571	25	1,25	3500	6	0,5	31500	224850
7-6	0,534	0,086	0,620	32	0,7	500	6	0,5	4500	229350
6-5	0,565	0,086	0,651	32	0,75	600	6	0,5	5400	234750
5-4	0,624	0,086	0,710	32	0,8	800	6	0,5	7200	241950
4-3	0,662	0,086	0,748	32	0,85	900	6	0,5	8100	250050
3-2	0,678	0,086	0,764	32	0,9	1000	13,8	0,2	16560	266610
2-1	0,948	0,179	1,127	32	1,25	1900	5	0,2	11400	278010
1-Т	1,479	0,195	1,674	40	1,3	1800	18,6	0,5	50220	328230

1.7 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной ветви

В данной части расчета СГВ рассматривается режим циркуляции при отсутствии водоразбора.

Диаметры принимаются следующим образом: в циркуляционных участках трубопроводов – на один/два размера меньше, чем диаметры соответствующих им разводящих трубопроводов.

При выборе диаметров в конечном итоге суммарные потери напора при циркуляционном расходе были в пределах 30000 Па.

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Гидравлический расчет СГВ в циркуляционном режиме

№ участка	q^{cir} , кг/с	d_y , мм	v , м/с	R , Па/м	l , м	k_m	ΔP_{cir} Па	$t_{cp.}$, °C	t_o , °C	Δt , °C	Q_{cir}^{ht} Вт/м	$\sum Q_{cir}^{ht}$ Вт
Т - 1	0,195	40	0,18	35	16	0,5	840					
1 - 2	0,179	32	0,2	60	2,3	0,2	165,6					
2 - 3	0,086	32	<0,1	12	12	0,2	172,8					
3 - 4	0,086	32	<0,1	12	4	0,2	57,6					
4 - 5	0,086	32	<0,1	12	6	0,2	86,4					
5 - 6	0,086	32	<0,1	12	6	0,2	86,4					
6 - 7	0,086	32	<0,1	12	6	0,2	86,4					
7 - 8	0,086	25	<0,1	75	6	0,2	540					
8 - 9	0,086	25	<0,1	75	6	0,2	540					
9 - 10	0,086	25	<0,1	75	6	0,2	540					
10- 11	0,086	20	<0,1	250	6	0,2	1800					
11-12	0,086	20	<0,1	250	6	0,2	1800					
12-13	0,086	15	0,5	1000	6	0,2	7200	55	20	35	20	20
13-14	0,086	15	0,5	1000	6	0,2	7200	53	-10	63	69,2	89,2
14-15	0,179	25	<0,1	75	6	0,2	540	53	20	33	41,6	130,8
15-16	0,179	25	0,4	300	12	0,2	4320	51	5	46	70,6	201,4
16-17	0,195	32	0,25	75	16	0,1	1320	50	5	45	82	283,4
							$\sum 27295,2$ Па					

По окончании гидравлического расчета необходимо осуществить увязку системы. Она обеспечивает рациональное распределение воды по циркуляционным контурам всего здания. Проводится сравнение самого дальнего стояка и ближайшего. Величины потерь давления берутся из таблицы 4. Если оказывается, что невязка φ составляет менее 10%, расчет окончен. В случае, если она больше 10% - устанавливают диафрагму.

Увязку между стояками P1 и P2 (рис.1) определяем по формуле

$$\varphi = \frac{\Delta P_{\Sigma} - \Delta P_{cm.}}{\Delta P_{\Sigma}} \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где ΔP_{Σ} - суммарные потери давления на рассматриваемом дальнем циркулирующем кольце, Па;

ΔP_{cm} - суммарные потери давления на рассматриваемом ближнем циркулирующем кольце, Па.

$$\varphi = \frac{27295,2 - 20580}{27295,2} \cdot 100 = 2,4\%.$$

1.8 Определение расходов воды и теплоты на ГВС

Вероятность использования водоразборных приборов в СГВ в час наибольшего водопотребления находится по формуле:

$$P_{hr} = \frac{P}{K_u} \quad (9)$$

где P – вероятность действия водоразборных приборов, рассчитанная по формуле (3);

K_u – коэффициент использования водоразборных приборов в час наибольшего водопотребления. Принимается по [2] для прибора с наибольшим расходом воды. В данной ВКР для смесителей ванн $K_u=0,28$.

$$P_{hr} = \frac{0,016}{0,28} = 0,06.$$

Расход горячей воды в час наибольшего водопотребления:

$$q_{hr}^h = 18 \cdot q_0^h \cdot K_u \cdot \alpha_{hr}, \quad (10)$$

где q_0^h – расход горячей воды одним водоразборным прибором, равный 0,2 л/с;

K_u – коэффициент использования водоразборных приборов в час наибольшего водопотребления, равный 0,28;

α_{hr} – безразмерная величина, которая зависит от числа приборов N и вероятности их использования в час наибольшего водопотребления, определяемая по [5].

$$q_{hr}^h = 18 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 0,205 = 0,21 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный расход тепла, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{hmax} = Q_{hr}^h = \frac{q_{hr}^h \cdot \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c)}{3,6} + \sum Q_h^{ht} + \sum Q_{cir}^{ht}, \quad (11)$$

где q_{hr}^h – расход горячей воды в час наибольшего водопотребления, м³·ч;

γ – объемный вес воды, кг/м³;

c – теплоемкость воды, 4,187 кДж/кг·°С;

t_h – средняя температура горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков ($t_h = 65^\circ\text{C}$);

t_c – температура холодной воды в сети водопровода (5°C);

$\sum Q_h^{ht}$ – потери тепла в разводящих трубопроводах, ранее определенные по таблице 2;

$\sum Q_{cir}^{ht}$ – потери тепла в циркуляционных трубопроводах, ранее определенные по таблице 4.

$$Q_{hmax} = \frac{0,21 \cdot 1000 \cdot 4,187(65-5)}{3,6} + 8145,4 + 283,4 = 23083,3 \text{ Вт.}$$

Средний часовой расход теплоты, Вт, определяется по формуле:

$$Q_T^h = \frac{q_T^h \cdot \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c)}{3,6 \cdot T} + \sum Q_h^{ht} + \sum \quad (12)$$

где T – период потребления горячей воды, 24 ч;

q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/ч, определяемый по формуле:

$$q_T^h = U \cdot q_u^h \cdot 0,001, \quad (13)$$

где U – количество жителей в здании;

$$q_T^h = 140 \cdot 120 \cdot 0,001 = 16,8 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

q_u^h – норма расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления, принимается по [2]. В данной ВКР равна $q_u^h = 120$ л/сут.

$$Q_T^h = \frac{16,8 \cdot 1000 \cdot 4,187(65-5)}{3,6 \cdot 24} = 48848,3 \text{ Вт.}$$

1.9 Подбор водомера и определение его гидравлического сопротивления

Водомер (счетчик воды) для СГВ размещается перед подогревателем непосредственно на трубопроводе холодной воды.

Выбираем крыльчатый счетчик воды УВК с калибром 20 мм по номинальному расходу.

Потерю давления в водомере, кПа, определяют по формуле:

$$\Delta P_{ВД} = S \cdot \left(\frac{G_{hm}}{3600} \right)^2, \quad (14)$$

где S – сопротивление водомера, (кПа·с²)/кг², по [5];

G_{hm} – расход нагреваемой воды по [5] приложение 3, кг/ч.

$$\Delta P_{ВД} = 51 \cdot \left(\frac{699}{3600} \right)^2 = 1,9 \text{ кПа.}$$

Номинальный расход – 1,6 м³/ч, сопротивление – 51 кПа·с²/кг.

При расчетах допускают потерю напора в крыльчатых счетчиках до 0,025 мПа.

1.10 Система отопления здания

В данной ВКР система отопления не рассчитывается. Гидравлические потери в системе отопления здания условно принимаются равными 150 кПа (15 м в. ст.).

1.11 Выбор теплогенератора

В данной работе приняты к установке двухконтурные котлы. Они используются и для отопления, и для СГВ. Их количество составляет не менее двух. Это связано с тем, что при возможной аварии в первом котле, второй котел должен обеспечить подачу тепла на отопление и СГВ.

Котлы, использующиеся в настоящее время, должны обеспечивать:

- высокий КПД (у газовых и жидкотопливных котлов – до 92%, у электрических – до 98 %, у твердотопливных не менее 80 %);
- надежность в эксплуатации;
- высокий и достаточно надежный уровень автоматизации;
- экономичность и экологичность;
- широкие функциональные возможности;
- возможность отведения дымовых газов;
- материал котла: сталь или чугун.

1.12 Тепловые нагрузки

Расчетная производительность пристроенной котельной определяется суммой расходов тепла на отопление при максимальном режиме (Q_{omax}) и расходов тепла на ГВС при среднем режиме (Q_{hm}).

В связи с тем, что проект на отопление отсутствует, тепловая нагрузка на отопление, Вт, для расчетного режима определяется по укрупненным показателям по формуле:

$$Q_{\text{omax}} = q_o \cdot A, \quad (15)$$

где q_o – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление для 1 м², принимается по [2], Вт/м²;

A – общая площадь жилого здания, м².

$$Q_{\text{omax}} = 177 \cdot 200,9 = 35559,3 \text{ Вт.}$$

Расчетная производительность автономной котельной, кВт, определяется по формуле:

$$Q = Q_{\text{omax}} + Q_{\text{hm}}, \quad (16)$$

где Q_{omax} – максимальный тепловой поток (нагрузка) на отопление, определенный по (15), кВт;

Q_{hm} – средний тепловой поток на ГВС, определенный по (11), кВт.

$$Q = Q_{\text{omax}} + Q_{\text{hm}} = 35559,3 + 48848,3 = 84407,6 \text{ Вт.}$$

Тепловая нагрузка на отопление здания в среднем режиме, кВт, находится по формуле:

$$Q_{от} = Q_{отmax} \cdot \frac{t_g - t_{cp}}{t_g - t_{po}}, \quad (17)$$

где $Q_{отmax}$ – тоже, что в (16), кВт;

t_g – средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений в жилом здании, равная 20 °С;

t_{cp} – средняя температура наружного воздуха в наиболее холодный месяц, определяемая по [3], °С;

t_{po} – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, определяемая по [3], °С.

$$Q_{от} = 35559,3 \cdot \frac{20 - (-25)}{20 - (-30)} = 32003,4 \text{ Вт.}$$

Единичная тепловая мощность теплогенератора определяется по формуле:

$$Q_{котла} = Q_{от} + Q_{ht}, \quad (18)$$

где $Q_{от}$ – тепловая нагрузка на отопление здания в среднем режиме, определенная по (17), кВт;

Q_{ht} – средний тепловой поток на ГВС, определенный по (11), кВт.

$$Q_{котла} = 32003,4 + 48848,3 = 80,85 \text{ кВт.}$$

Исходя из расчетов, принимаем теплогенератор на газообразном топливе КСО,5 для автономной котельной по [5].

1.13 Объемно-планировочные и конструктивные решения

Проектирование котельной осуществляется в соответствии с СП 89.13330.2012, а также нормами зданий, для теплоснабжения которых осуществляется строительство автономной котельной.

Принятые к установке котлы должны быть в полной заводской готовности. В противном случае, необходимо обеспечить поставку стыкующихся на месте монтажа блоков оборудования.

В помещении автономной котельной, в которой предусмотрено постоянное пребывание обслуживающего персонала, должен присутствовать шкаф для хранения одежды, уборная и место приема пищи.

1.14 Подбор сетевых (циркуляционных) насосов первичного контура и насосов ГВС

В котельной принимаются к установке следующие виды насосов:

- циркуляционные насосы ГВС;
- сетевые насосы систем отопления (насосы вторичного контура);
- насосы первичного контура, подающие воду от котлов к подогревателям ГВС;
- сетевые насосы ГВС.

Любой из вышеперечисленных насосов устанавливается в двух экземплярах: рабочий и резервный. Обратные клапаны применяются для предотвращения циркуляции через резервный насос.

Производительность насосов первичного контура (котел - водоподогреватель ГВС), м³/ч, определяется по формуле:

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{hmax}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c}, \quad (19)$$

где Q_{hmax} – максимальный тепловой поток на ГВС, определенный по (10), кВт;

τ_1 – температура греющей воды на выходе из котла, 100 °С;

τ_2 – температура воды на входе в котел, равная 70 °С;

c – теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/кг·°.

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 23,1}{(100 - 70) \cdot 4,187} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Напор насосов первичного контура, м, рассчитывается по формуле:

$$H_d = 0,1 \cdot (\Delta P_k + \Delta P_{гр} + \Delta P_T + 30), \quad (20)$$

где ΔP_k – гидравлическое сопротивление котла, кПа, принимаем 5 кПа;

$\Delta P_{зр}$ – потери давления в пластинчатом водоподогревателе ГВС по греющей воде, определены в приложении А, кПа;

ΔP_m – гидравлические потери в трубопроводах обвязки котел – водоподогреватель ГВС, принимаем 3 кПа.

$$H_d = 0,1 \cdot (5 + 5,62 + 3 + 30) = 4,4 \text{ м.}$$

По рассчитанным данным производительности и напора принимаем в качестве насоса первичного контура насос марки – Grundfos UPS 20-60N.

Производительность сетевых насосов отопления, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot Q_{omax}}{(t_1 - t_2) \cdot c}, \quad (21)$$

где Q_{omax} – максимальный тепловой поток на отопление, определенный по (15), кВт;

t_1 – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, равная 65 °С;

t_2 – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления, равная 5°С;

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 35,6}{(65 - 5) \cdot 4,19} = 0,51 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Напор сетевых насосов отопления принимают на 30 кПа больше, чем потери давления в системе отопления здания. Принимаем условно $H_o = 21$ м.

По расчетным данным производительности и принятого напора принимаем к установке сетевой насос отопления марки – Grundfos UPS 25-70.

Производительность сетевых насосов СГВ, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{dh} = \frac{3,6 \cdot Q_{hmax}}{(t_h - t_c) \cdot c}, \quad (22)$$

где Q_{hmax} – тепловой поток на ГВС, определенный по (10), кВт;

t_h – температура горячей воды, поступающая в СГВ здания, равная 65 °С;

t_c – температура водопроводной воды, равная 5 °С;

$$G_{dh} = \frac{3,6 \cdot 23,1}{(65 - 5) \cdot 4,19} = 0,33 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Напор сетевых насосов ГВС, м, определен по формуле:

$$H_{dh} = 0,1 \cdot (P_{геом} + \Delta P_H + \Delta P_i + \Delta P_{вд} + \Delta P_{ок} + \Delta P_{св} + 30) - H_{гар}, \quad (23)$$

где $P_{геом}$ – давление, необходимое для подъема воды к душевой сетке верхнего этажа здания от уровня ввода трубопроводов в здание, равное $10 \cdot H_{зд}$, кПа;

ΔP_H – потери давления по нагреваемой воде в пластинчатом водоподогревателе ГВС, определены в приложении Б, кПа;

ΔP_i – потери давления с учетом зарастания накипью в главной ветви разводящих трубопроводов ГВС, кПа (устанавливаются гидравлическим расчетом ГВС по таблице 3);

$\Delta P_{вд}$ – потери давления в водомере, определены по (13), кПа;

$\Delta P_{ок}$ – потери давления в обратном клапане, равные 5 кПа;

$\Delta P_{св}$ – свободное давление вытекания, равное 50 кПа;

$H_{гар}$ – напор в трубопроводах холодного водопровода, 50-70 м.

$$H_{dh} = 0,1 \cdot (30 \cdot 10 + 6,5 + 193,4 + 1,9 + 5 + 50 + 30) - 60 = - 4,32 \text{ м.}$$

Исходя из расчета, можно сделать вывод о том, что насос сетевой не требуется, по причине того, что напор в сети ХВС достаточен для преодоления сопротивления в системе ГВС.

Производительность циркуляционных насосов ГВС, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{ц} = 0,1 \cdot G_{dh}, \quad (24)$$

где G_{dh} – расход, определенный по (22), м³/ч.

$$G_{ц} = 0,1 \cdot 0,33 = 0,1 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Напор циркуляционных насосов ГВС, м, определяется по формуле:

$$H_{ц} = [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot \sum \Delta P_{cir} + 10^2 \cdot \Delta P_{ок}] + \left[\frac{q^{cir}}{q^h + q^{cir}} \cdot (\Delta P_H + 1,2 \cdot \sum \Delta P_i) \cdot 10^2 \right], \quad (25)$$

где 1,2 – коэффициент учета потерь давления при зарастании циркуляционных труб накипью и шламом;

$\sum \Delta P_{cir}$ – потери давления в циркуляционном трубопроводе главной ветви, (принимается по таблице 4) Па;

$\Delta P_{o.k.}$ – потери давления в обратном клапане, 0,005 МПа;

q^{cir} – циркуляционный расход горячей воды на первом от котла участке, л·с;

q^h – секундный расход горячей воды на первом от котла участке, л·с;

ΔP_n – потери давления по нагреваемой воде в пластинчатом подогревателе ГВС, МПа, которые определяют по приложению Б;

$\sum_{i=1}^n \Delta P_i$ – потери напора в разводящих трубопроводах главной ветви (принимаем по таблице 4), Мпа.

$$H_{ц} = [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 27295,2 + 10^2 \cdot 0,005] + \left[\frac{0,195}{1,479 + 0,195} \cdot (0,0065 + 1,2 \cdot 0,027 \cdot 102) \right] = 4,23 \text{ м.}$$

По данным производительности и напора принимаем циркуляционный насос ГВС марки – Grundfos ALPHA3 25-40.

1.15 Водоподготовка

Во избежание появления коррозии и отложений на внутренних поверхностях трубопроводов и оборудования необходимо в полной мере обеспечить качественную подготовку воды.

Порядок обработки воды и ее качество для использования в котлах должны соответствовать ГОСТ 21563, а для СГВ – санитарным нормам.

Источником водоснабжения автономной котельной служит хозяйственный водопровод.

Если отсутствует возможность первоначального и аварийного заполнения системы отопления и контуров циркуляции котлов химически обработанной водой для защиты оборудования и системы теплоснабжения от коррозии и отложений накипи рекомендуется вводить ингибиторы коррозии.

1.16 Технологические трубопроводы

Трубопроводы в автономной котельной укладываются стальные по СП 41-104-2000.

Для систем отопления следует применять стальные, металлопластиковые (полимерные) трубопроводы. Для СГВ – медные, стальные оцинкованные трубы по ГОСТ 3262-75 или эмалированные, от стояков СГВ – полимерные.

Уклоны трубопроводов необходимо устраивать в сторону дренажей не менее 0,002. Допускается устройство компенсаторов или углов поворота, чтобы предотвратить температурное удлинение трубопровода.

Соединение трубопроводов выполняется на сварке. На фланцах допускается присоединять трубопроводы и к арматуре, и к оборудованию.

В пределах котельной используется запорная арматура из серого высокопрочного чугуна, из бронзы или латуни. На спускных дренажных линиях применение арматуры из серого чугуна не допускается.

1.17 Газопроводы

Газ, предусмотренный в качестве топлива, должен соответствовать ГОСТ 5542-2014 для природного газа и ГОСТ 20448-2018 для СУГ. Ввод газопровода в жилые дома должен осуществляться в нежилые помещения, доступные для осмотра газопроводов.

Запрещено осуществлять ввод газопровода в подвалы, лифты и вентиляционные камеры, трансформаторные подстанции, распределительные устройств, машинные отделения, складские помещения и помещения, относящиеся по взрывной и взрывопожарной опасности к категориям А и Б.

При проходе газопровода через наружную стену необходимо устраивать футляр, а пространство между стеной и футляром должно быть заделано. Отключающие устройства на газопроводах следует предусматривать:

— для отключения отдельных участков газопроводов с целью обеспечения безопасности и надежности подачи газа;

— на вводах в ГРП и на выходе из ГРП при закольцованных газопроводах в системах с двумя и более ГРП;

— на ответвлениях от уличных газопроводов к отдельным микрорайонам, группам жилых домов или отдельным домам при числе квартир более 400;

— на вводах в жилые, общественные и производственные здания или в группу смежных зданий, перед наружными газопотребляющими установками.

На подземных газопроводах отключающие устройства устанавливаются в колодцах, а на наружных – в шкафах или на стенах зданий. В состав ГРП и ГРУ в обязательном порядке должны входить: фильтр, предохранительно-запорный клапана (ПЗК), регулятор давления газа, предохранительно-сбросной клапан (ПСК), КИП, а также обводной газопровод (байпас).

1.18 Теплоизоляция

Необходимо устанавливать съемные сборно-разборные теплоизоляционные конструкции для трубопроводов, которые требуют систематического наблюдения. Такие конструкции применяются для изоляции арматуры, компенсаторов, люков и фланцевых соединений.

Необходимо предусмотреть гидрофобизацию изделий из минеральной ваты, которые используются как теплоизоляционный слой трубопроводов подземной канальной прокладки. Запрещено использование материалов, которые разрушаются при взаимодействии с влагой.

Нужно учитывать, что в химический состав теплоизоляционного материала могут входить вещества, которые повышают возможность появления на металлической поверхности трубопровода коррозии.

1.19 Аккумуляирование

Применение аккумуляторов горячей воды дает для системы ГВС такие преимущества, как:

- снижение недогрева горячей воды в часы максимального водопотребления;
- выравнивание неравномерности суточного графика потребления тепла ГВС;
- снижение тепловой производительности подогревателей ГВС с величины максимального теплового потока на ГВС Q_{hmax} до величины среднего теплового потока на ГВС Q_{hm} .

Бак-аккумулятор (А) монтируется в котельной между холодным трубопроводом (В1) и подающим (ТЗ).

Принцип работы бака-аккумулятора состоит в следующем: в часы максимального потребления воды происходит вытеснение горячей воды холодной водой с более высоким напором (бак-аккумулятор разряжается) в систему ГВС. В то время, когда водоразбор отсутствует (ночью) в системе ГВС повышается давление и происходит заполнение бака горячей водой от водоподогревателя, тем самым вытесняя холодную воду (бак-аккумулятор заряжается).

Объем бака-аккумулятора определяется графическим методом.

1.19.1 Определение объема бака-аккумулятора

Осуществляем заполнение таблицы 5 по часам суток, заполняя пробелы по позициям периодов суток рассчитанными значениями. Тем самым составляем достаточно полную картину фактического потребления тепла на ГВС.

Таблица 5 - Фактический расход тепла на ГВС по часам суток

№ периода	Периоды с одинаковыми расходами тепла	Число часов в периоде, n_i	Расход тепла на ГВС			Суммарные расходы тепла	
			$Q_{пр}, \%$	$Q_i, \text{кВт}$	Q за период, $\text{кВт}\cdot\text{ч}$	$\sum n_i, \text{ч}$	$Q_{\Sigma}, \text{кВт}\cdot\text{ч}$
1	0-1	1	60	34,5	34,5	1	34,5
2	1-6	5	10	5,8	28,8	6	63,3
3	6-7	1	50	28,8	28,8	7	92
4	7-9	2	78	44,9	89,9	9	181,9
5	9-13	4	120	69	276,1	13	458
6	13-16	3	78	44,9	134,8	16	592,8
7	16-18	2	100	57,5	115,1	18	707,9
8	18-20	2	78	44,9	89,9	20	797,7
9	20-22	2	417,6	240,2	480,5	22	1278,2
10	22-23	1	78	44,9	44,9	23	1323,1
11	23-24	1	100	57,5	57,5	24	1380,7

Коэффициент часовой неравномерности расхода тепла на ГВС определяется по формуле:

$$K_q = \frac{Q_{max}^h}{Q_m^h}, \quad (26)$$

где Q_{max}^h – максимальный тепловой поток на ГВС, кВт;

Q_m^h – среднечасовой расход тепла на ГВС, кВт.

$$K_q = \frac{240,2}{57,53} = 4,18.$$

Расход тепла в 9-ом периоде суток, %, в таблице 5 определяется по формуле

$$Q_{пр} = K_q \cdot 100, \quad (27)$$

где K_q – коэффициент часовой неравномерности расхода тепла на ГВС, определенный по (26).

$$Q_{пр} = 4,18 \cdot 100 = 418\%.$$

Расход тепла в 4; 6; 8; 10-ом периодах суток, %, в таблице 5 определяется по формуле

$$Q_{\text{пробел}}^{\text{пр}} = \frac{2400 - \sum(n_i \cdot Q_{\text{пр}})}{8}, \quad (28)$$

где n_i – число часов i -го периода по таблице 5, ч;

$Q_{\text{пр}}$ – расход тепла в i -ом периоде по таблице 5, %.

$$Q_{\text{пр}}^{\text{пробел}} = \frac{2400 \cdot 1775}{8} = 78\%.$$

Расход тепла в любом периоде суток, кВт, в таблице 5 определяется по формуле

$$Q_i = \frac{Q_{\text{max}}^h \cdot Q_{\text{пр}}^{\text{пробел}}}{K_{\text{ч}} \cdot 100}, \quad (29)$$

где Q_{hr}^h – тоже, что в (26);

$K_{\text{ч}}$ – тоже, что в (27);

$Q_{\text{пр}}^{\text{пробел}}$ – тоже, что в (28).

$$Q_i = \frac{240,2 \cdot 60}{4,18 \cdot 100} = 34,5 \text{ кВт}.$$

По данным Q_i строят суточный график расхода тепла (по оси ординат - Q_i , кВт; по оси абсцисс – n , часы суток), а по данным Q_{Σ} - интегральный график (по оси ординат - Q_{Σ} , кВт·ч; по оси абсцисс – n , часы суток).

Задача в построении интегрального графика расхода тепла на ГВС – определение объема бака-аккумулятора и среднечасового расхода тепла на ГВС.

Объем бака-аккумулятора V_a , м³, определяется по формуле

$$V_a = \frac{1,1 \cdot Q \cdot 3600}{\rho \cdot c \cdot (t_h - t_c)}, \quad (30)$$

где Q – максимальная разность между линиями выработки тепла в водоподогревателе ГВС и линией фактического потребления тепла на ГВС на интегральном графике, кВт·ч;

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³;

c – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг·°;

t_h – температура воды, поступающая в систему ГВС, равная 60 °С;

t_c – температура холодной водопроводной воды, равная 5 °С.

$$V_a = \frac{1,1 \cdot 481 \cdot 3600}{1000 \cdot 4,19(60-5)} = 8,3 \text{ м}^3.$$

Графическим методом среднечасовой расход тепла на ГВС Q_{hm} , кВт, определяется по формуле

$$Q_{hm} = \frac{Q_{\Sigma}}{24}, \quad (31)$$

где Q_{Σ} - расход тепла за сутки из таблицы 5, кВт·ч.

$$Q_{hm} = \frac{1380}{24} = 57,53 \text{ кВт}.$$

Расчетное значение среднечасового расхода Q^h_T должно совпадать с Q_{hm} , определенным графическим способом.

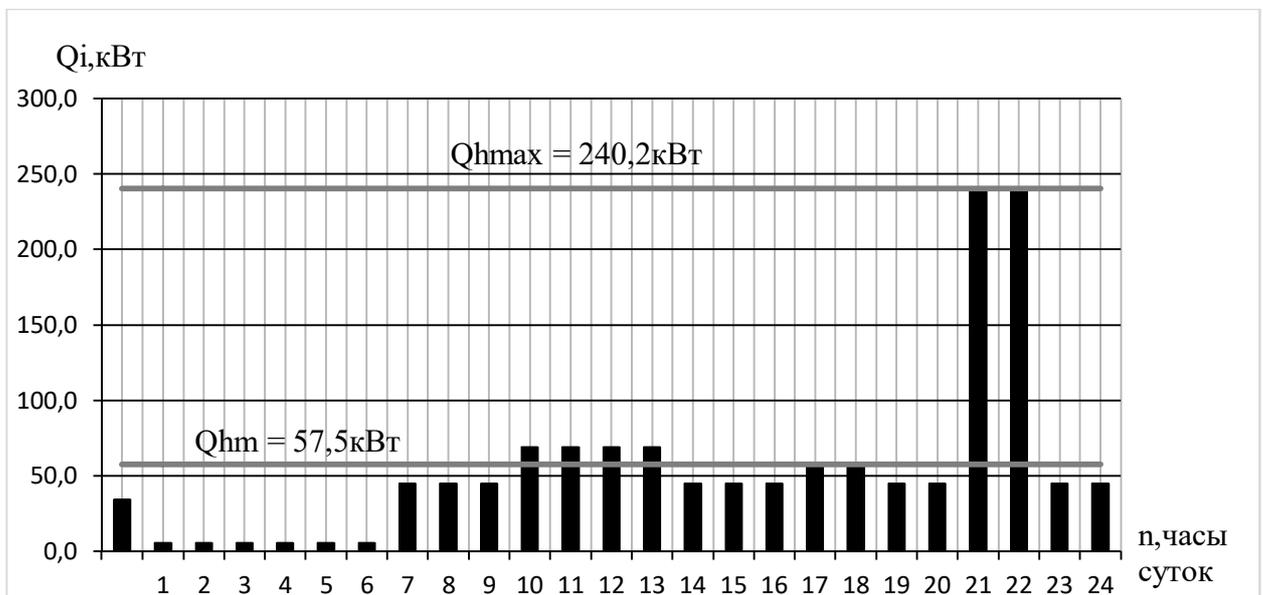


Рисунок 2 – Суточный график расхода тепла

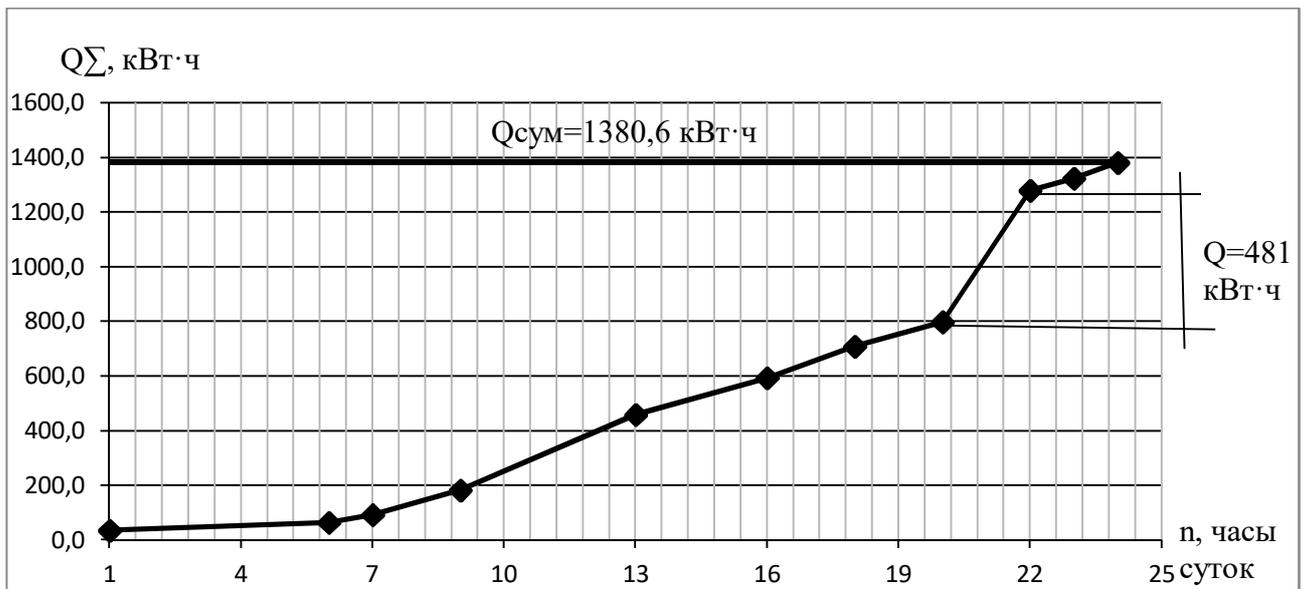


Рисунок 3 – Интегральный график расхода тепла

1.20 КИП и автоматика

В автономной котельной, в которой не предусмотрено наличие обслуживающего персонала, необходимо при помощи автоматического регулирования обеспечить автоматическую работу оборудования по заданным параметрам. Автоматическое поддержание давления предусмотрено перед сетевыми насосами и в циркуляционных трубопроводах. Автоматическое поддержание температуры горячей воды обеспечивается после водоподогревателя ГВС.

В состав автономной котельной должны входить приборы для измерения:

- давления в каждом обратном трубопроводе системы теплоснабжения;
- температуры воды в подающем трубопроводе теплоснабжения и ГВС и в каждом обратном трубопроводе системы теплоснабжения;
- расход воды в каждом подающем трубопроводе автономной системы теплоснабжения и ГВС;
- давления и температуры газа в общем газопроводе котельной;
- расход газа в общем газопроводе котельной;
- расход циркуляционной воды ГВС;
- расход жидкого топлива в прямой и обратной магистрали.

После запорной арматуры (во всасывающих патрубках) и до запорной арматуры (в напорных патрубках) предусмотрена установка приборов для измерения давления.

В оборудовании для нагрева воды предусмотрены устройства измерения:

- давления нагреваемой воды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем;
- температуры нагреваемой и греющей воды до и после каждого подогревателя;

2 Устройство котельных и инженерных систем

При проектировании котельных необходимо осуществить подвод природного газа давлением до 5 кПа в соответствии со всеми требованиями СП 41-104-2000.

Само здание котельной может быть выполнено или в блочно-модульном, или в стационарном исполнении.

Для автоматизированных котельных размеры проходов принимаются по инструкциям по эксплуатации и паспортам, тем самым обеспечивая свободный доступ обслуживающего персонала. Выходы из котельных устраиваются с открыванием дверей наружу.

Помещения котельной и ограждения должны быть отделаны с использованием влагостойких и долговечных материалов с легкой очисткой.

Присвоение помещениям категории в соответствии с пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности, а также степени огнестойкости следует производить в соответствии с НПБ 105.

Все установленные котлы должны быть сертифицированными в соответствии с требованиями российских стандартов и норм. Кроме того, котлы на газе должны иметь соответствующее разрешение Госгортехнадзора на использование комплектующего газового оборудования.

Необходимым требованием также является устройство приточно-

вытяжной вентиляции, которая рассчитывается на воздухообмен, рассчитанный по тепловыделениям от оборудования и трубопроводов. Рекомендуется проектирование вентиляции с механическим побуждением. В помещениях, где присутствует оборудование, которое работает на газообразном топливе, необходимо предусматривать трехкратный воздухообмен в 1ч.

Технологическая схема и компоновка оборудования котельной должны обеспечивать:

- оптимальную механизацию и автоматизацию технологических процессов, безопасное и удобное обслуживание оборудования; наименьшую протяженность коммуникаций;

- оптимальные условия для механизации ремонтных работ.

Автоматизация технологических процессов индивидуальных котельных должна обеспечить безопасную эксплуатацию без постоянного обслуживающего персонала.

Для ремонта узлов оборудования, арматуры и трубопроводов массой более 50 кг следует предусматривать инвентарные грузоподъемные устройства. При невозможности обслуживания оборудования с применением инвентарных устройств для этих целей следует предусматривать стационарные грузоподъемные механизмы (тали, тельферы). Стационарные грузоподъемные устройства, необходимые при выполнении только монтажных работ, проектом не предусматриваются.

В автономных котельных ремонтные участки не предусматриваются. Ремонт оборудования, арматуры, приборов контроля и регулирования должен производиться специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии, с использованием их грузоподъемных устройств и баз.

Оборудование автономных котельных должно располагаться в отдельном помещении, недоступном для несанкционированного проникновения посторонних людей.

К отдельно стоящим и пристроенным автономным котельным следует

предусматривать проезды с твердым покрытием.

В котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, на диспетчерский пункт должны выноситься сигналы (световые и звуковые):

- неисправности оборудования, при этом в котельной фиксируется причина вызова;

- сигнал срабатывания главного быстродействующего запорного клапана топливоснабжения котельной;

- для котельных, работающих на газообразном топливе, при достижении загазованности помещения 10% нижнего предела воспламеняемости природного газа.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АТС – автономное теплоснабжение;

ГВС – горячее водоснабжение;

СГВ – система горячего водоснабжения;

Т – пристроенная котельная;

КИП – контрольно-измерительные приборы;

СУГ – сжиженный углеводородный газ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. [Электронный ресурс] – Введен взамен СТО 4.2–07–2012 Введен приказом от 30 декабря 2013 г. № 1520 Срок введения в действие установлен с 09 января 2014 г. / Красноярск : ИПК СФУ, 2014. // Электронная библиотека СФУ – Режим доступа: <http://www.sfu-kras.ru/docs/8127/doc/660408>

2 ГОСТ 20448-2018 Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. – Введ. 01.07.2019. – Москва.: Стандартиформ, 2019. – 16 с.

3 ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. – Введ. 01.07.2015. – Москва.: Стандартиформ, 2015. – 26 с.

4 ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия. – Введ. 01.01.1977. – Москва.: Стандартиформ, 2007. – 10 с.

5 СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85- М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1996.- 60с.

6 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*(с Изменениями N 1, 2). М., Госстрой России, 2000.

7 СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения. М., Госстрой России, 2001.

8 В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский Автономное теплоснабжение: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.-152 с.

9 Целищев А. В. Автономное теплоснабжение жилого дома от пристроенной котельной: метод.указ. / А. В. Целищев, Ю. Л. Липовка, Е. Л. Грищенко. – Красноярск: СФУ 2013. – 45 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет одноступенчатой параллельной схемы присоединения секционных кожухотрубных подогревателей ГВС

Исходные данные:

1 Температура теплоносителя (греющей воды) принята (при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -30^\circ\text{C}$):

— в подающем трубопроводе $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$;

— в обратном $\tau_2 = 70^\circ\text{C}$.

2 Температура холодной водопроводной воды $t_c = 5^\circ\text{C}$.

3 Температура горячей воды, поступающей в СГВ $t_h = 65^\circ\text{C}$.

4 Расчетная тепловая производительность водоподогревателей

$$Q_h^{sp} = Q_{hm} = Q_T^h = 48848,3 \text{ Вт.}$$

5 Плотность воды принята $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

6 Максимальный расчетный секундный расход воды на ГВС

$$q^h = 1,479 \text{ л/с.}$$

Порядок расчета:

Расчетный расход греющей воды, кг/ч, вычисляем по формуле:

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \quad (\text{A.1})$$

где Q_{hm} - расчетная тепловая производительность водоподогревателя, Вт;

c – теплоемкость воды, равная $4,187 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$;

τ_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, $^\circ\text{C}$;

τ_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе, $^\circ\text{C}$.

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 48848,3}{4,187 \cdot (100 - 70)} = 1399 \text{ кг/ч.}$$

Расход нагреваемой воды на ГВС, кг/ч, вычисляем по формуле:

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c(t_h - t_c)}, \quad (\text{A.2})$$

где t_h - температура горячей воды, поступающей в СГВ, °С;

t_c - температура холодной водопроводной воды, °С.

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 48848,3}{4,187 \cdot (65 - 5)} = 699 \text{ кг/ч.}$$

Температурный напор водоподогревателя ГВС, °С, вычисляем по

Формуле:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{2,31 \lg \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{(\tau_2 - t_c) - (\tau_1 - t_h)}{2,31 \lg \frac{\tau_2 - t_c}{\tau_1 - t_h}}, \quad (\text{A.3})$$

$$\Delta t = \frac{(70 - 5) - (100 - 65)}{2,31 \lg \frac{65}{35}} = 48,5 \text{ °С.}$$

Необходимое сечение трубок водоподогревателя, м^2 , при скорости воды в трубках $W_{mp} = 1 \text{ м/с}$ и $Q_{h\text{max}} < 2 \text{ МВт}$ при однопоточной компоновке, вычисляем по формуле:

$$f_{\text{усл}} = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot W_{mp} \cdot \rho}, \quad (\text{A.4})$$

где G_{hm} - расход нагреваемой воды на ГВС, кг/ч;

ρ - плотность теплоносителя, кг/м^3 .

$$f_{\text{усл}}^{\text{тр}} = \frac{699}{3600 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,0002 \text{ м}^2.$$

По полученной величине сечения трубок водоподогревателя подбираем тип секции водоподогревателя с характеристиками: $f_{mp} = 0,00062 \text{ м}^2$; $D_{\text{н}} = 57 \text{ мм}$;

$$f_{\text{мтр}} = 0,00116 \text{ м}^2; d_{\text{экв}} = 0,013 \text{ м}; f_{\text{сек}} = 0,37 \text{ м}^2.$$

Скорость воды в трубках, м/с, вычисляем по формуле:

$$W_{mp} = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot f_{mp} \cdot \rho}, \quad (\text{A.5})$$

где f_{mp} - сечение трубок водоподогревателя, м^2 .

$$W_{mp} = \frac{699}{3600 \cdot 0,00062 \cdot 1000} = 0,31 \text{ м/с.}$$

Скорость сетевой воды в межтрубном пространстве, м/с, вычисляем по формуле:

$$W_{mnp} = \frac{G_d}{3600 \cdot f_{mnp} \cdot \rho}, \quad (\text{A.6})$$

$$W_{mnp} = \frac{1399}{3600 \cdot 0,00116 \cdot 1000} = 0,34 \text{ м/с.}$$

где f_{mnp} - сечение межтрубного пространства водоподогревателя, м²;

G_d - расчетный расход греющей воды, кг/ч.

Средняя температура греющей воды, °С, вычисляем по формуле:

$$t_{cp}^{gp} = \frac{t_{ex}^{gp} + t_{вых}^{gp}}{2} = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}, \quad (\text{A.7})$$

$$t_{cp}^{gp} = \frac{100+70}{2} = 85^\circ\text{C.}$$

Средняя температура нагреваемой воды, °С, вычисляем по формуле:

$$t_{cp}^h = \frac{t_{ex}^h + t_{вых}^h}{2} = \frac{t_c + t_h}{2}, \quad (\text{A.8})$$

$$t_{cp}^h = \frac{65+5}{2} = 35^\circ\text{C.}$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок, Вт/м² · °С, вычисляем по формуле:

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot \left[1210 + 18 \cdot t_{cp}^{gp} - 0,038(t_{cp}^{gp})^2 \right] \cdot \frac{W_{тр}^{0,8}}{d_{эКВ}^{0,2}}, \quad (\text{A.9})$$

где t_{cp}^{gp} - средняя температура греющей воды, °С.

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 85 - 0,038(85)^2] \cdot \frac{0,31^{0,8}}{0,013^{0,2}} = 2695 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплоотдачи от стенок трубок к нагреваемой воде, Вт/м² · °С, вычисляем по формуле:

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot \left[1210 + 18 \cdot t_{cp}^h - 0,038(t_{cp}^h)^2 \right] \cdot \frac{W_{тр}^{0,8}}{d_{эКВ}^{0,2}}, \quad (\text{A.10})$$

где t_{cp}^h - средняя температура нагреваемой воды, °С.

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 35 - 0,038(35)^2] \cdot \frac{0,31^{0,8}}{0,013^{0,2}} = 1961 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплопередачи, Вт/м² · °С, при $\beta = 0,9$; $\psi = 1,2$;

$\lambda_{cm} = 105 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$, вычисляем по формуле:

$$K = \frac{\psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (\text{A.11})$$

$$K = \frac{1,2 \cdot 0,9}{\frac{1}{2695} + \frac{1}{1961} + \frac{0,001}{105}} = 2358 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

Требуемая поверхность нагрева, м^2 , вычисляем по формуле:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (\text{A.12})$$

где K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$;

Δt_{cp} - температурный напор водоподогревателя ГВС, °С .

$$F_{mp} = \frac{48848,3}{2358 \cdot 48,5} = 0,43 \text{ м}^2$$

Число секций водоподогревателя ГВС вычисляем по формуле:

$$n = \frac{F_{mp}}{f_{сек}}, \quad (\text{A.13})$$

$$n = \frac{0,43}{0,37} = 1,15 \text{ шт.}$$

Принимаем 2 секции, действительная поверхность нагрева:

$$F_{тр} = 0,37 \cdot 2 = 0,74 \text{ м}^2.$$

В результате расчета получилось 2 секции в подогревателе с поверхностью нагрева $0,74 \text{ м}^2$.

Потери давления в водоподогревателях (2 последовательные секции длиной 2 м) для воды, проходящей в трубках с учетом $\varphi = 2$:

$$\Delta P_n = \varphi \cdot 5 \left(\frac{g^h}{f_{mp} \cdot \rho} \right)^2 \cdot (n_l), \quad (\text{A.14})$$

где g^h - максимальный расчетный секундный расход воды на ГВС, л/с.

$$\Delta P_n = 2 \cdot 5 \left(\frac{1,479}{0,00062 \cdot 1000} \right)^2 \cdot 2 = 113,8 \text{ кПа.}$$

Потери давления в водоподогревателе ГВС для воды, проходящей в межтрубном пространстве с учетом $B = 25$, вычисляем по формуле:

$$\Delta P_{zp} = B \cdot W_{\text{мтр}}^2 \cdot n, \quad (\text{A.15})$$

$$\Delta P_{zp} = 25 \cdot 0,34^2 \cdot 2 = 5,62 \text{ кПа.}$$

Принимаем обозначение данного рассчитанного теплообменника:

57 × 2 - 1,0 - РГ - 2 - У3 ГОСТ 27590-2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Тепловой и гидравлический расчет пластинчатых водоподогревателей ГВС

Исходные данные, т.е. величины расходов и температуры теплоносителей на входе и выходе каждой ступени водоподогревателя принимаем как в приложении А.

Расчет:

Проверяем соотношение ходов в теплообменнике, принимая предварительно потери давления по нагреваемой воде $\Delta P_H = 100$ кПа, по греющей воде $\Delta P_{gp} = 40$ кПа.

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_{hm}}{G_d^{spI}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{gp}}{\Delta P_H} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - t_{cp}^H}{1000 - t_{cp}^{gp}}, \quad (\text{Б.1})$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{420}{770} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 35}{1000 - 85} = 0,5.$$

Соотношение ходов не превышает 2, но расход греющей воды G_d больше расхода нагреваемой воды G_{hm} , следовательно, принимается несимметричная компоновка теплообменника.

По оптимальной скорости воды $W_{opt} = 0,4$ м/с и живому сечению одного межпластинчатого канала $f_k = 0,0011$ м² определяем требуемое число каналов по нагреваемой воде m_H и греющей воде m_{gp} :

$$m_H = \frac{G_{hm}}{W_{opt} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (\text{Б.2})$$

$$m_{gp} = \frac{G_d}{W_{opt} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (\text{Б.3})$$

$$m_H = \frac{699}{0,4 \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,44;$$

$$m_{gp} = \frac{1399}{0,4 \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,88.$$

Данные значения округляем и получаем, что нам требуется по 1 каналу по нагреваемой и греющей воде.

Общее живое сечение каналов в пакете по ходу нагреваемой и греющей воде, m^2 , ($m_n=1$, $m_{zp} = 1$):

$$f_n = m_n \cdot f_k, \quad (\text{Б.4})$$

$$f_{zp} = m_{zp} \cdot f_k, \quad (\text{Б.5})$$

$$f_n = 1 \cdot 0,0011 = 0,0011 \text{ м}^2,$$

$$f_{zp} = 1 \cdot 0,0011 = 0,0011 \text{ м}^2.$$

Фактические скорости, м/с, греющей и нагреваемой воды:

$$W_{zp} = \frac{G_d}{3600 \cdot \rho \cdot f_{zp}}, \quad (\text{Б.6})$$

$$W_n = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot \rho \cdot f_n}, \quad (\text{Б.7})$$

$$W_{zp} = \frac{1399}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,35 \text{ м/с},$$

$$W_n = \frac{699}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,18 \text{ м/с}.$$

Получаем коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$, от греющей воды к стенке пластины при $A = 0,368$:

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot A \cdot \left[23000 + 283 t_{cp}^{zp} - 0,63 (t_{cp}^{zp})^2 \right] \cdot W_{zp}^{0,73}, \quad (\text{Б.8})$$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot [23000 + 283 \cdot 85 - 0,63 \cdot 85^2] \cdot 0,35^{0,73} = 19177 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

Коэффициент тепловосприятия от стенки пластины к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot A \cdot \left[23000 + 283 t_{cp}^n - 0,63 (t_{cp}^n)^2 \right] \cdot W_n^{0,73}, \quad (\text{Б.7})$$

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot [23000 + 283 \cdot 35 - 0,63 \cdot 35^2] \cdot 0,18^{0,73} = 13953 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$, при $\beta = 0,8$:

$$K = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (\text{Б.8})$$

$$K = \frac{0,8}{\frac{1}{19177} + \frac{1}{13953} + \frac{0,001}{16}} = 4293,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}.$$

Требуемая поверхность нагрева, м², водоподогревателя ГВС:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (\text{Б.9})$$

$$F_{mp} = \frac{48848,3}{4293,9 \cdot 48,5} = 0,23 \text{ м}^2.$$

Поверхность нагрева одной пластины $f_{nl} = 0,3 \text{ м}^2$, количество ходов по греющей и нагреваемой воде в теплообменнике:

$$X_{cp} = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_{cp} \cdot f_{nl}}, \quad (\text{Б.10})$$

$$X_n = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_n \cdot f_{nl}}, \quad (\text{Б.11})$$

$$X_{cp} = \frac{0,23+0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 1,$$

$$X_n = \frac{0,23+0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 1.$$

Принимаем по греющей воде $X_{cp} = 1$, по нагреваемой воде $X_n = 1$.

Действительная поверхность нагрева, м², подогревателя ГВС:

$$F = (2 \cdot m_{cp} \cdot X_{cp} - 1) \cdot f_{nl}, \quad (\text{Б.12})$$

$$F = (2 \cdot 1 \cdot 1 - 1) \cdot 0,3 = 0,3 \text{ м}^2.$$

Потери давления I ступени водоподогревателя, кПа, по греющей и нагреваемой воде при $\varphi = 1$, $B = 4,5$, вычисляем по формулам:

$$\Delta P_{cp} = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^{zp}) \cdot W_{cp}^{1,75} \cdot X_{cp}, \quad (\text{Б.13})$$

$$\Delta P_n = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^n) \cdot W_n^{1,75} \cdot X_n, \quad (\text{Б.14})$$

где X_{cp}, X_n - количество ходов по греющей и нагреваемой воде в теплообменнике;

W_{cp}, W_n - фактические скорости, м/с, греющей и нагреваемой воды.

$$\Delta P_{cp} = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 85) \cdot 0,35^{1,75} \cdot 1 = 19,1 \text{ кПа};$$

$$\Delta P_n = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 35) \cdot 0,18^{1,75} \cdot 1 = 6,5 \text{ кПа.}$$

В результате расчета в качестве подогревателя ГВС принимаем два теплообменника разборной конструкции с пластинами типа 0,3р, толщиной 1 мм, из стали 12х18Н10Т, на консольной раме, с уплотнительными прокладками из резины марки 51-3042. Поверхность нагрева 0,3 м².

Условное обозначение теплообменника:

$$P \ 0,3p - 0,3 - 1к - 01 - 11Сх = \frac{1}{1}.$$

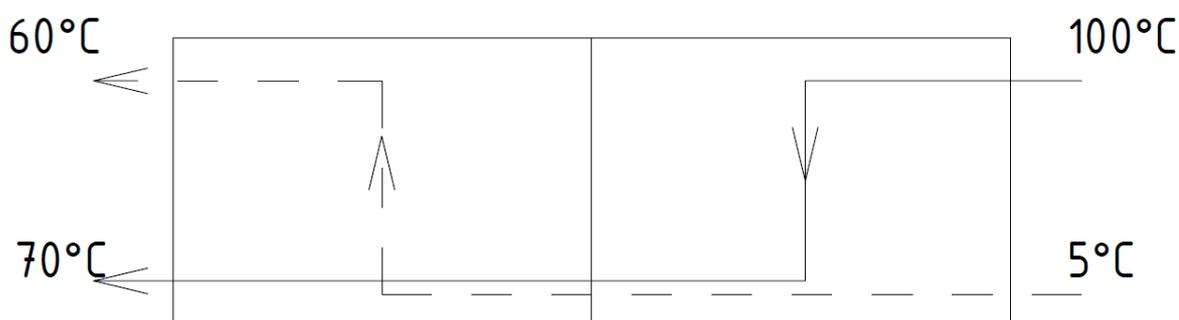
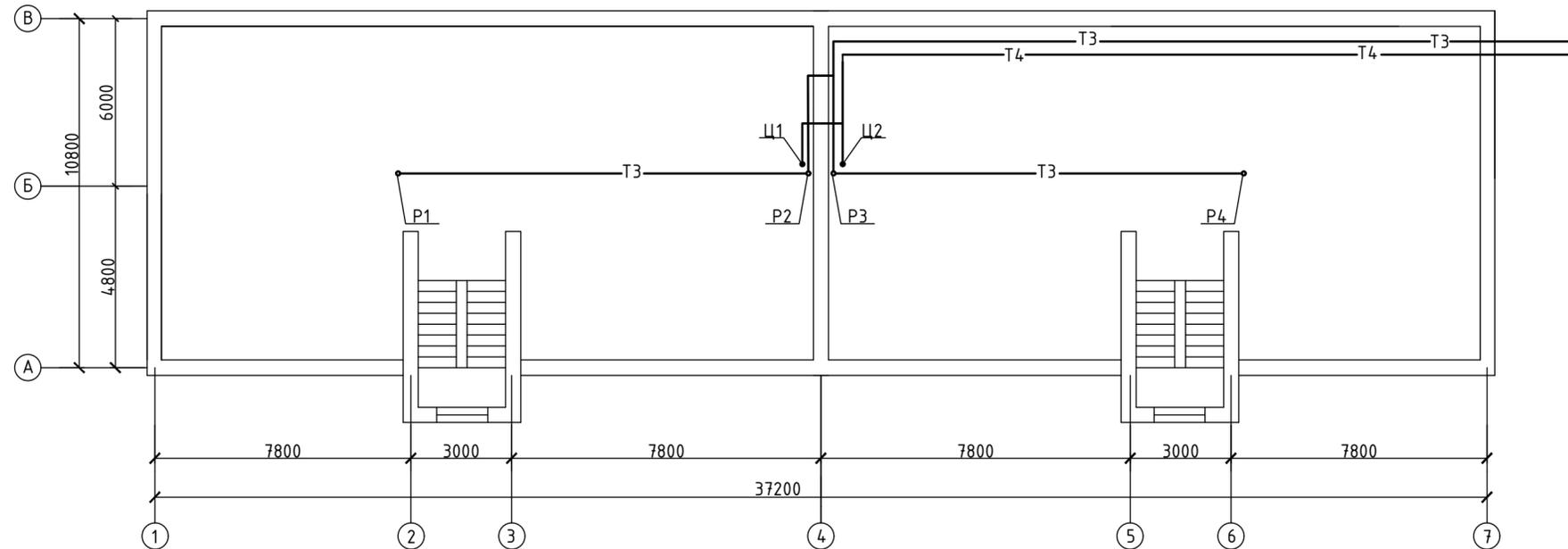
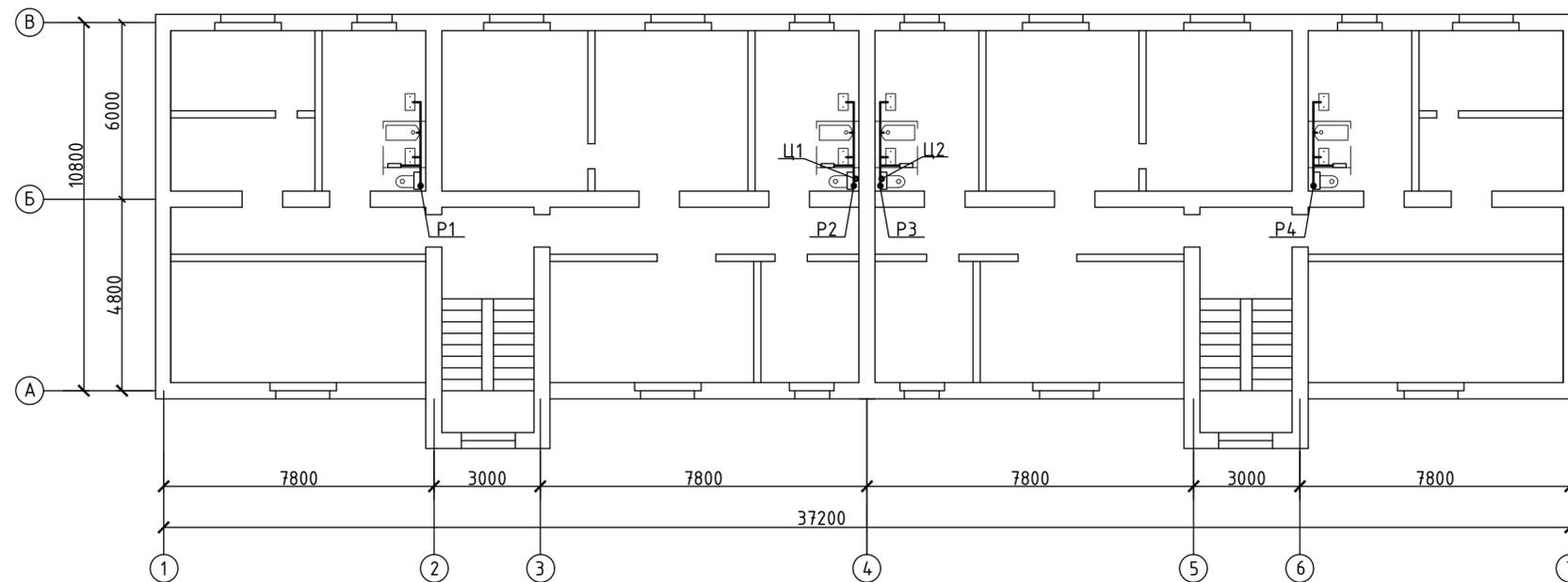


Рисунок 2 - Схема компоновки теплообменника

План подвала



План типового этажа



БР-08.03.01.05-2020-ТС								
СФУ ИСИ								
Изм.	Лист	№ док.	Лист	Подп.	Дата	Теплоснабжение 10-этажного жилого здания от пристроенной котельной в г.Хабаровске		
Разраб.	Е.М. Михайлова							
Руковод.	И.Б. Оленев							
Консульт.	А.В. Целищев							
Н.контр.	А.В. Целищев					План типового этажа М 1:100, план подвала М1:100		
Зав.каф.	А.И. Матюшенко							
Стадия							Лист	Листов
Д							1	5
кафедра ИСЗиС								

Кожухотрубный водоподогреватель ГВС ПВ 57x2-1,0-РГ-2-УЗ ГОСТ 27590-2005

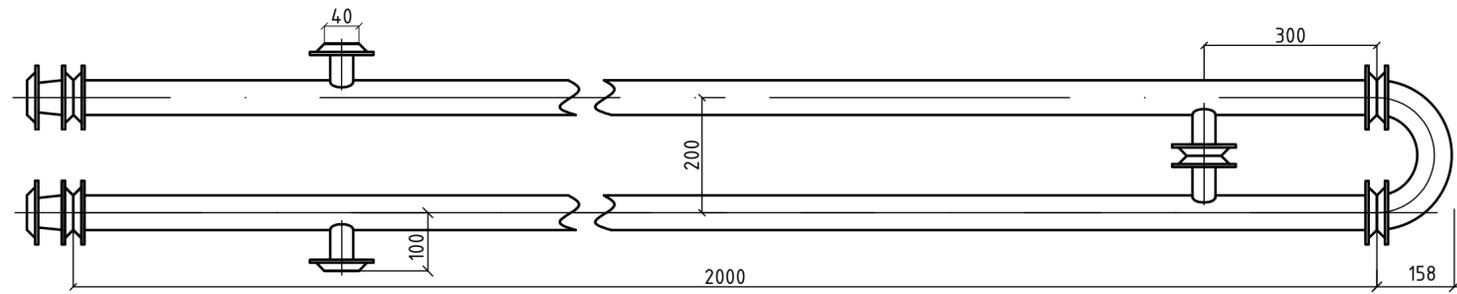
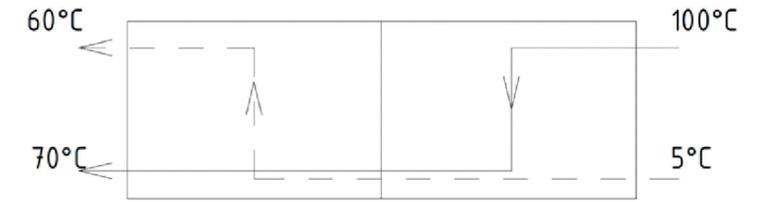
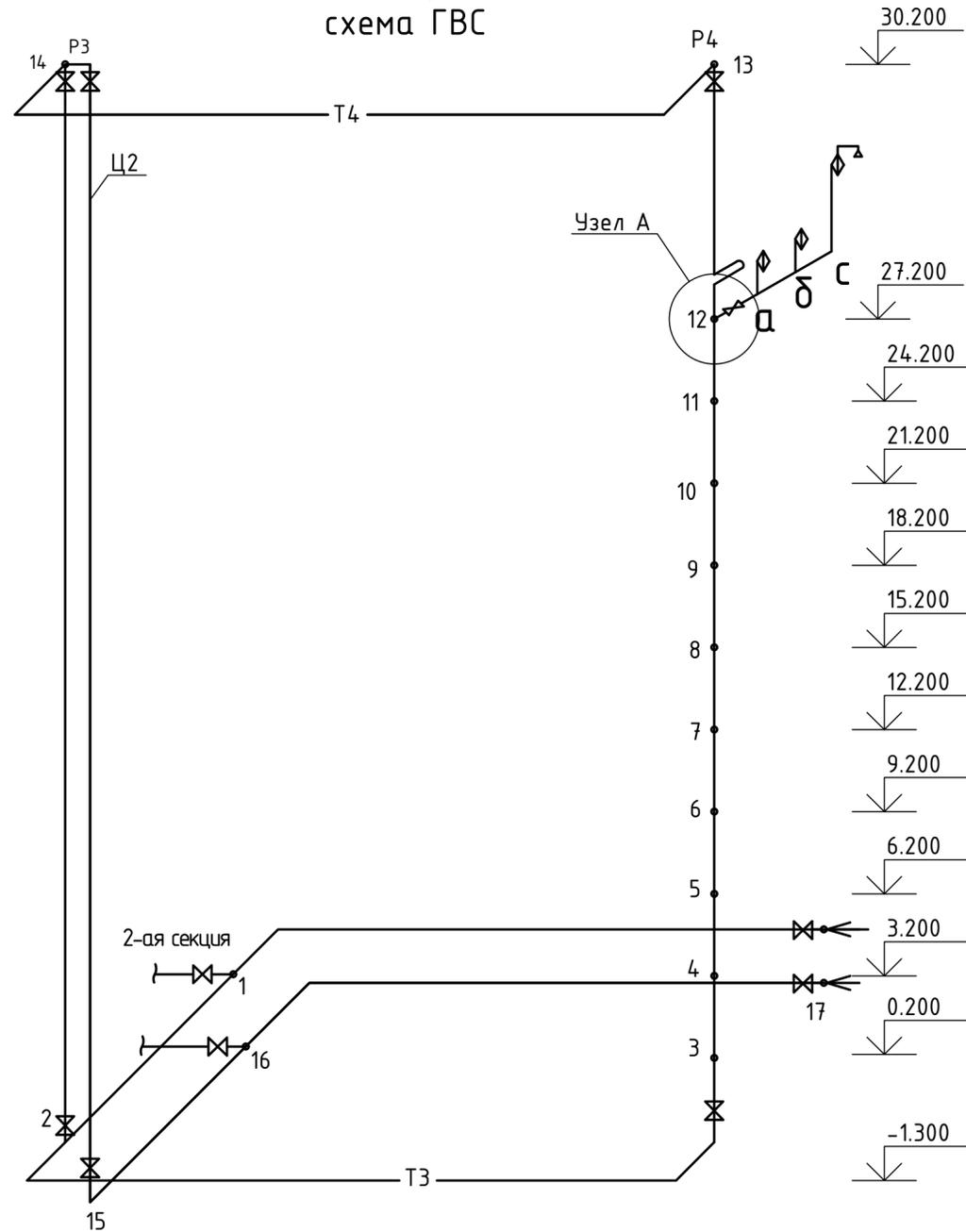


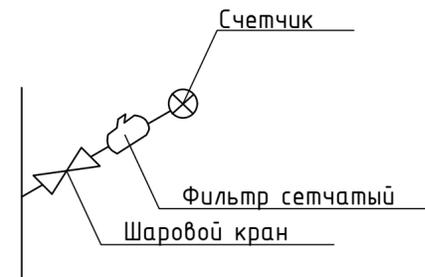
Схема компоновки пластинчатого подогревателя ГВС $Cx = \frac{1}{1}$



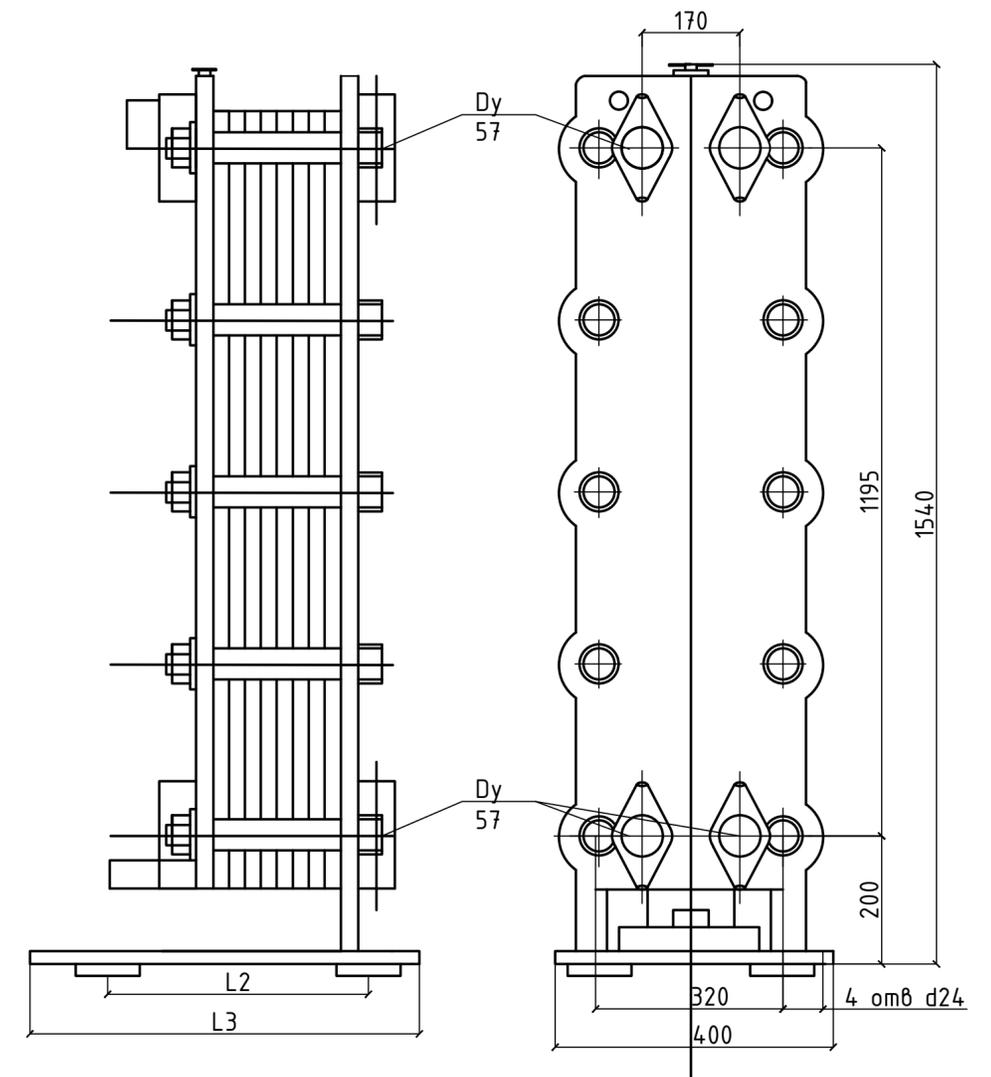
АксонOMETрическая схема ГВС



Узел А



Пластинчатый подогреватель ГВС на консольной раме Р 0,3р-0,3-1к-01-11 ГОСТ 27590-2005

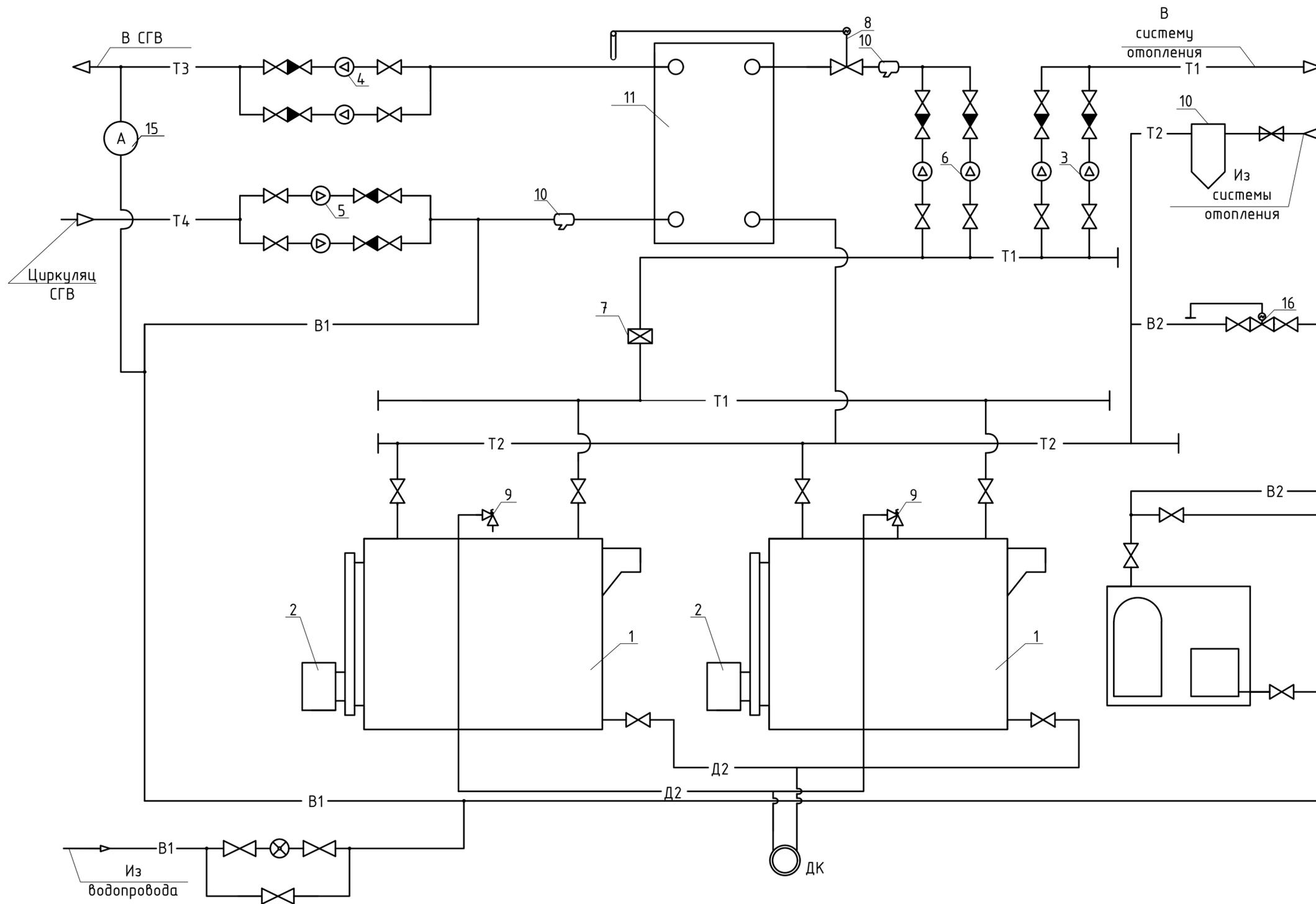


Примечание: Трубопроводы Т3 и Т4, за исключением полотенцесушителей, теплоизолировать

БР-08.03.01.05-2020-ТС

СФУ ИСИ

Изм.	Лист	№ док.	Лист	Подп.	Дата	Теплоснабжение 10 этажного жилого здания от пристроенной котельной в г.Хабаровске		
Разраб.	Е.М. Михайлова					Стадия	Лист	Листов
Руковод.	И.Б. Оленев					Д	2	5
Консульт.	А.В. Целищев					кафедра ИСЗиС		
Н.контр.	А.В. Целищев					Кожухотрубный водоподогреватель ГВС ПВ 57x2-1,0-РГ-2-УЗ ГОСТ 27590-2005; Пластинчатый подогреватель ГВС на консольной раме Р 0,3р-0,3-1к-01-11 ГОСТ 27590-2005; Аксонометрическая схема ГВС, Узел А; Схема компоновки теплообменника Сх=1		
Зав.каф.	А.И. Матюшенко							

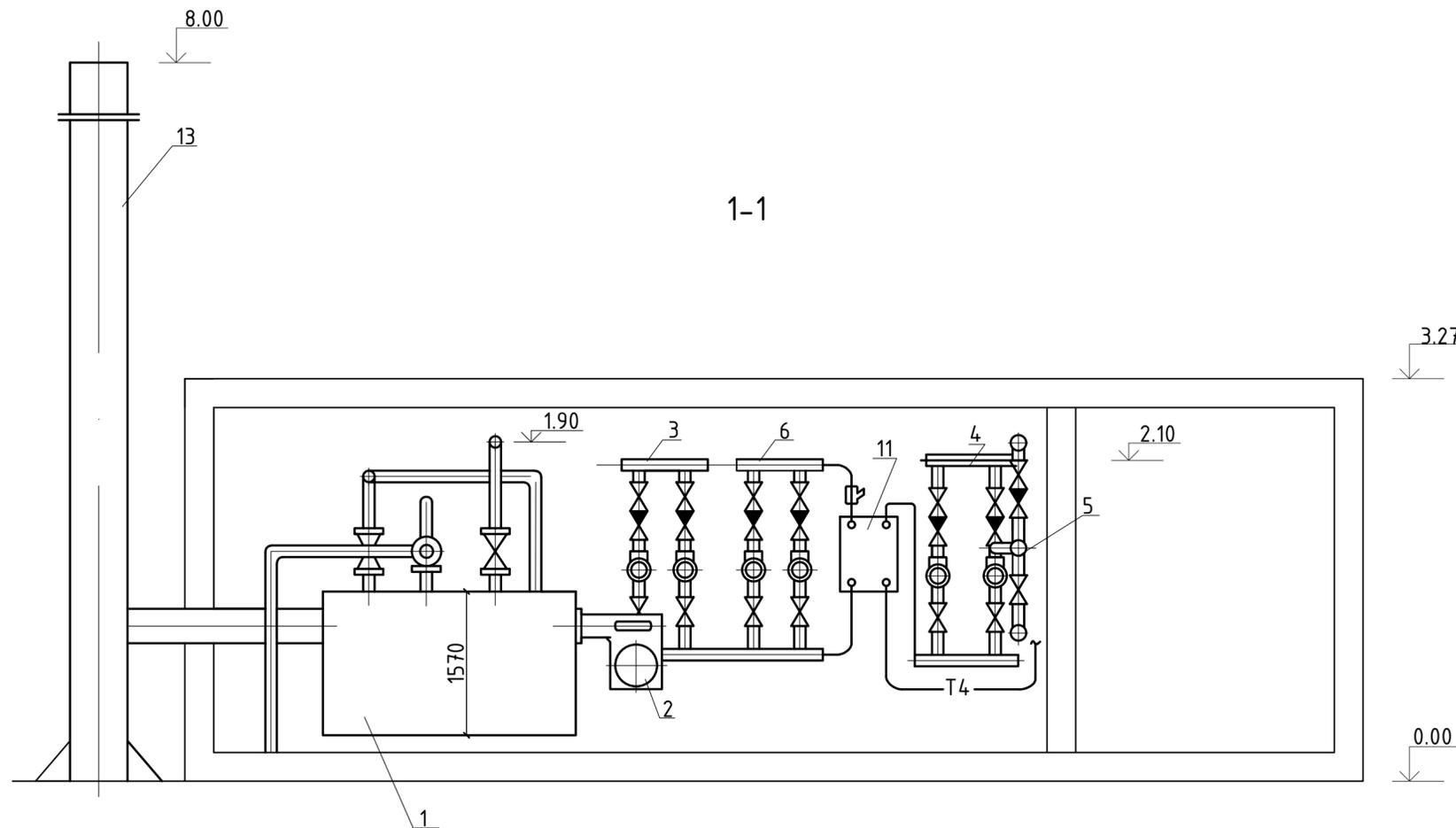
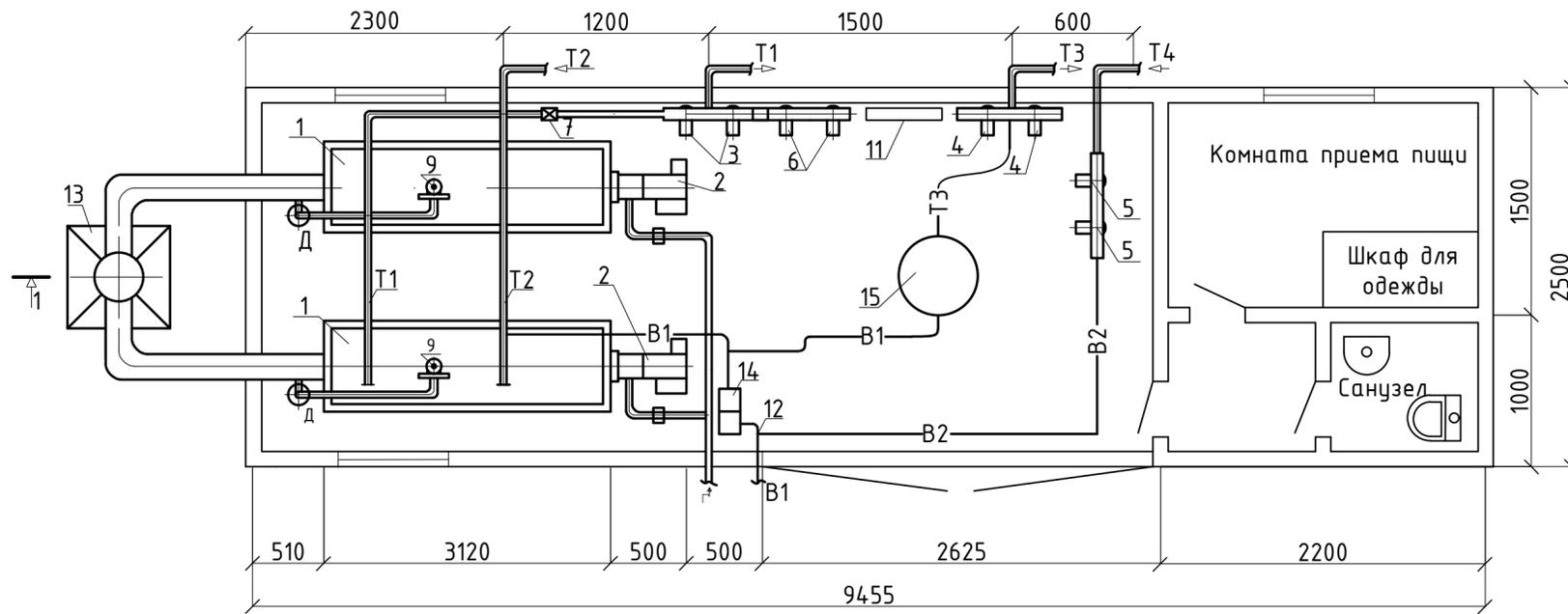


Экспликация оборудования

№	Наименование
1	Котел водогрейный
2	Горелка (форсунка)
3	Насос сетевой
4	Насос подающий СГВ
5	Насос циркуляционный СГВ
6	Насос котел - водонагреватель
7	Теплосчетчик
8	Регулятор температур
9	Клапан предохранительный
10	Фильтр сетчатый
11	Пластинчатый водонагреватель
12	Водосчетчик
13	Дымовая труба
14	Химводоочистка
15	Бак - аккумулятор
16	Регулятор давления подпитки

БР-08.03.01.05-2020-ТС						
СФУ ИСИ						
Изм./Лист	№ док.	Лист	Подп.	Дата		
Разраб.	Е.М. Михайлова				Теплоснабжение 10 этажного жилого здания от пристроенной котельной в г.Хабаровске	
Руковод.	И.Б. Оленев					
Консульт.	А.В. Целщев					
Н.контр.	А.В. Целщев					
Зав.каф.	А.И. Матюшенко				Тепловая схема пристроенной котельной	
				Стадия	Лист	Листов
				Д	3	5
				кафедра ИСЗиС		

План пристроенной котельной



Условные обозначения

Обозначения	Наименование
— T1 —	Подающий трубопровод в систему отопления
— T2 —	Обратный трубопровод из сист. отопления
— T3 —	Падающий трубопровод в СГВ
— T4 —	Циркуляционный трубопровод СГВ
— B1 —	Водопроводная вода
— B2 —	Вода после химводоочистки
— Г —	Ввод газа
— Д —	Дренажный трубопровод
ДК	Дренажный колодец
	Клапан запорный
	Клапан обратный
	Клапан предохранительный
	Клапан регулирующий
	Насос
	Водосчетчик
	Теплосчетчик
	Водонагреватель ГВС пластинчатый
	Смеситель для душа
	Смеситель для мойки или раковины
	Полотенцесушитель
	Воздушник
	Фильтр сетчатый

Экспликация оборудования

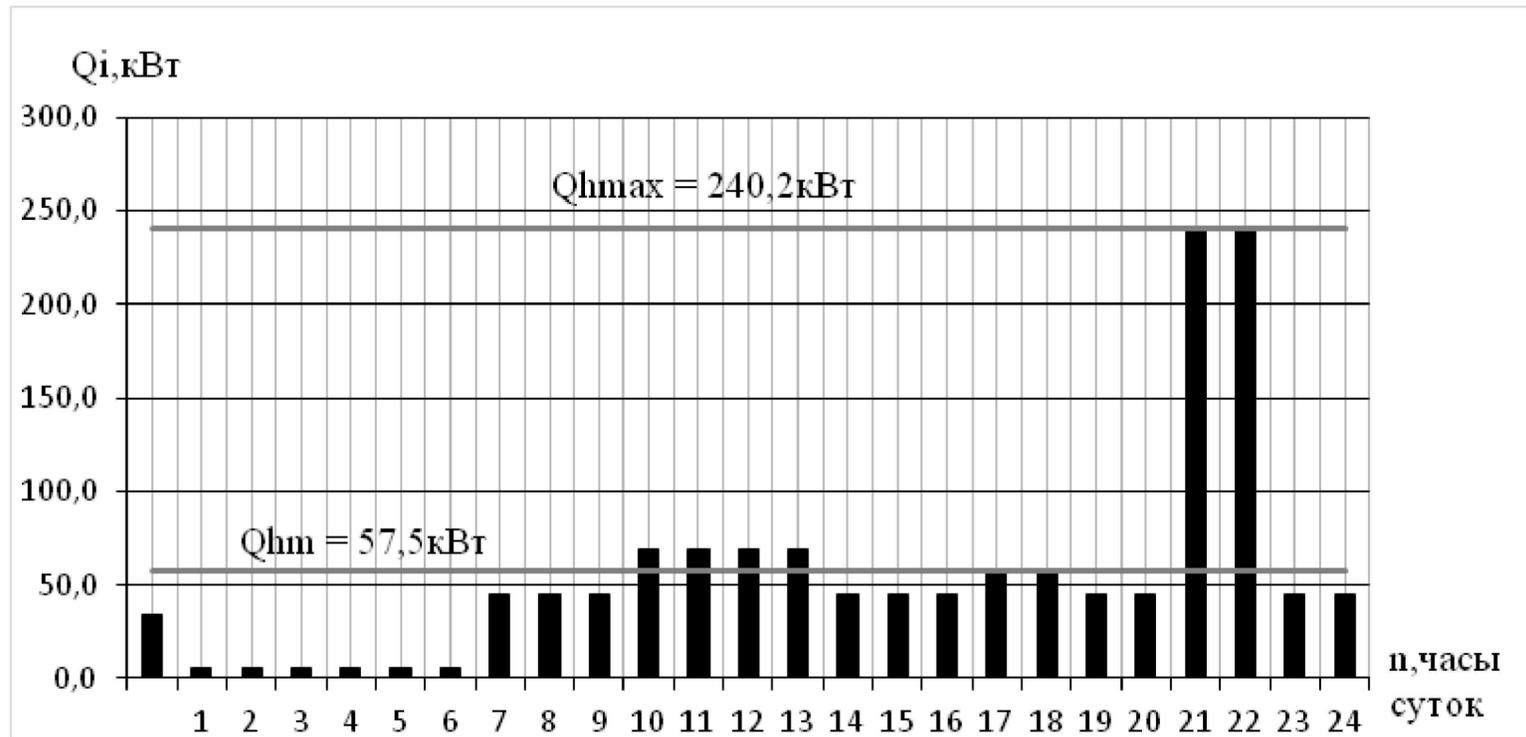
№	Наименование
1	Котел водогрейный
2	Горелка (форсунка)
3	Насос сетевой
4	Насос подающий СГВ
5	Насос циркуляционный СГВ
6	Насос котел - водонагреватель
7	Теплосчетчик
8	Регулятор температур
9	Клапан предохранительный
10	Фильтр сетчатый
11	Пластинчатый водонагреватель
12	Водосчетчик
13	Дымовая труба
14	Химводоочистка
15	Бак - аккумулятор
16	Регулятор давления

БР-08.03.01.05-2020-ТС

СФУ ИСИ

Изм.	Лист	№ док.	Лист	Подп.	Дата				
Разраб.	Е.М. Михайлова					Теплоснабжение 10 этажного жилого здания от пристроенной котельной в г.Хабаровске	Стадия	Лист	Листов
Руковод.	И.Б. Оленев						Д	4	5
Консульт.	А.В. Целищев						кафедра ИСЗиС		
Н.контр.	А.В. Целищев								
Зав.каф.	А.И. Матюшенко					План пристроенной котельной 1:30; 1-1; Условные обозначения; Экспликация оборудования			

Суточный график расхода теплоты на ГВС



Объем бака-аккумулятора V_a , м³, определяется по формуле

$$V_a = \frac{1,1 \cdot Q \cdot 3600}{\rho \cdot c \cdot (t_h - t_c)}$$

где Q – максимальная разность между линиями выработки тепла в водоподогревателе ГВС и линией фактического потребления тепла на ГВС на интегральном графике, кВт·ч;

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³;

c – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг·°С;

t_h – температура воды, поступающая в систему ГВС, равная 60°С;

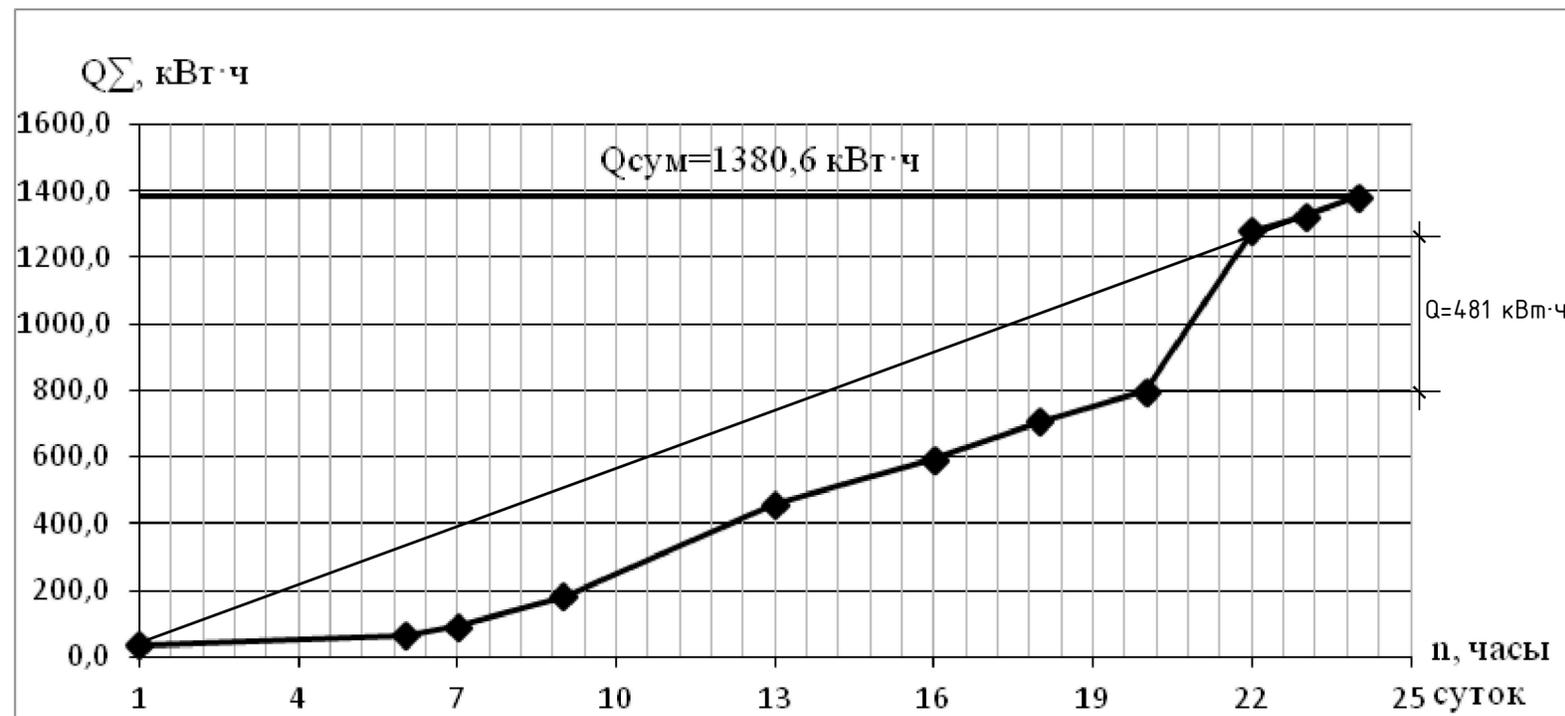
t_c – температура холодной водопроводной воды, равная 5°С.

Графическим методом среднечасовой расход тепла на ГВС Q_{hm} , кВт, определяется

$$Q_{hm} = \frac{Q_{\Sigma}}{24}$$

где Q_{Σ} – расход тепла за сутки, кВт·ч

Интегральный график расхода теплоты на ГВС



Фактический расход тепла на ГВС по часам суток

№ периода	Периоды с одинаковыми расходами тепла	Число часов в периоде, n_i	Расход тепла на ГВС			Суммарные расходы тепла	
			$Q_{пр}$, %	Q_i , кВт	Q за период, кВт·ч	Σn_i , ч	Q_{Σ} , кВт·ч
1	0-1	1	60	34,5	34,5	1	34,5
2	1-6	5	10	5,8	28,8	6	63,3
3	6-7	1	50	28,8	28,8	7	92
4	7-9	2	78	44,9	89,9	9	181,9
5	9-13	4	120	69	276,1	13	458
6	13-16	3	78	44,9	134,8	16	592,8
7	16-18	2	100	57,5	115,1	18	707,9
8	18-20	2	78	44,9	89,9	20	797,7
9	20-22	2	417,6	240,2	480,5	22	1278,2
10	22-23	1	78	44,9	44,9	23	1323,1
11	23-24	1	100	57,5	57,5	24	1380,7

БР-08.03.01.05-2020-ТС					
СФУ ИСИ					
Изм./Лист	№ док.	Лист	Подп.	Дата	
Разраб.	Е.М. Михайлова				Теплоснабжение 10-этажного жилого здания от пристроенной котельной в г.Хабаровске
Руковод.	И.Б. Оленев				
Консульт.	А.В. Целищев				Суточный график расхода теплоты на ГВС; Интегральный график расхода теплоты на ГВС; Фактический расход тепла на ГВС по часам суток
Н.контр.	А.В. Целищев				
Зав.каф.	А.И. Матюшенко				
			кафедра ИСЗиС		

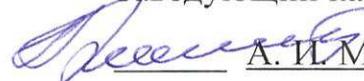
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Кафедра Инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


А. И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«30» 05 2020г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05 Теплогазоснабжение и вентиляция

код – наименование направления

Теплоснабжение 10 этажного жилого здания от пристроенной котельной в

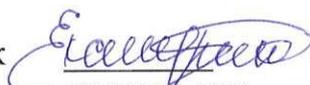
г. Хабаровске

тема

Руководитель 
подпись, дата

К.Т.Н., доц.
должность, ученая степень

И. Б. Оленев
инициалы, фамилия

Выпускник 
подпись, дата

Е. М. Михайлова
инициалы, фамилия

Красноярск2020