

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И.Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.05 Теплогазоснабжение и вентиляция
код и наименование специализации
Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде
тема

Руководитель _____ к.т.н., доцент И.Б.Оленев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ А.Ю. Тимофеев
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультант _____ А.В. Целищев
ВКР подпись, дата инициалы, фамилия
наименование раздела

Нормоконтролер _____ А.В. Целищев
подпись, дата инициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Технологический раздел.....	6
1.1 Сводные данные	6
1.2 Место автономного теплоснабжения в современной России и перспективы развития.....	6
1.3 Газовые котельные	8
1.3.1 Сфера использования котельных на газе.....	9
1.3.2 Оборудование газовых котельных. Виды газовых горелок.....	9
1.3.3 Управление и функционирование газовой котельной	10
1.4 Разработка горячего водоснабжения.....	10
1.4.1 Предварительный вероятностный расчет разводящих трубопроводов .	12
1.4.2 Определение потерь тепла и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах	14
1.4.3 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов	15
1.4.4 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной ветви	16
1.4.5 Определение расходов воды и теплоты на ГВС	17
1.4.6 Расчет и подбор теплообменников системы ГВС.....	19
1.4.6.1 Расчет одноступенчатой параллельной схемы присоединения водоподогревателя ГВС.....	19
1.4.6.2 Тепловой и гидравлический расчет пластинчатого водоподогревателя ГВС	24
1.4.6.3 Сравнение кожухотрубного и пластинчатого водоподогревателей ...	28
1.4.7 Подбор и определение гидравлического сопротивления счетчика воды	29
1.5 Отопительная система жилого здания	29
1.6 Теплогенераторы и вспомогательное техническое оснащение котельных	29
1.6.1 Выбор теплогенератора (котла).....	30
1.6.1.1 Тепловые нагрузки	31
1.6.1.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения	32
1.7 Подбор насосного оборудования.....	32
1.8 Водоподготовка	36
1.9 Технологические трубопроводы.....	36

1.10 Топливоснабжение	36
1.11 Теплоизоляция	37
1.12 Аккумулирование	38
1.12.1 Расчёт объёма бака-аккумулятора	38
1.13 КИП и автоматика	41
2 ТВИС	42
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
Приложение А	49
Приложение Б	51
Приложение В	55
Приложение Г	58

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде» содержит 60 страниц текстового документа, 3 рисунка, 5 таблиц, 61 формулу, 15 использованных источников, 4 приложения, 4 листа графического материала.

Автономный источник теплоснабжения – пристроенная котельная на газе, ГВС – закрытая система, классификация, сравнение автономных и централизованных систем теплоснабжения, СГВ, тепловая мощность, подогреватель ГВС, оборудование, аккумулирование, автоматика.

Объект работы – автономное теплоснабжение 10-этажного здания от пристроенной котельной, работающей на газе, в г. Нижнем Новгороде.

Цель ВКР – приобрести навыки в расчетах и проектировании автономного теплоснабжения, выполненной на базе, пристроенной к жилому зданию котельной, так как существует проблема износа централизованных тепловых сетей.

Задачи ВКР:

- разработка 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 результате ВКР разработана тепловая схема автономной котельной, рассчитано и подобрано оборудование, изучена техническая документация.

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде» содержит 60 страниц текстового документа, 3 рисунка, 5 таблиц, 61 формулу, 15 использованных источников, 4 приложения, 4 листа графического материала.

Автономный источник теплоснабжения – пристроенная котельная на газе, ГВС – закрытая система, классификация, сравнение автономных и централизованных систем теплоснабжения, СГВ, тепловая мощность, подогреватель ГВС, оборудование, аккумулирование, автоматика.

Цель ВКР – приобрести навыки в расчетах и проектировании автономного теплоснабжения, выполненной на базе, пристроенной к жилому зданию котельной, так как существует проблема износа централизованных тепловых сетей.

Задачи ВКР:

- разработка 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 результате ВКР разработана тепловая схема автономной котельной, рассчитано и подобрано оборудование, изучена техническая документация.

1 Технологический раздел

1.1 Сводные данные

Автономная система теплоснабжения – это система, в которой выработка тепла осуществляется для одного здания через индивидуальные источники (котельные). В их состав входят: котельные агрегаты, теплообменник ГВС, счетчик воды, подающие и циркуляционные насосы СГВ, сетевые насосы систем отопления, ХВО, системы отопления и СГВ здания.

По варианту размещения существуют следующие автономные котельные:

- расположенные отдельно от обслуживаемого здания;
- расположенные на крыше обслуживаемого здания;
- расположенные внутри обслуживаемого здания;
- расположенные в виде пристройки к обслуживаемому зданию.

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

Температура воды в водогрейных котлах не должна превышать 115 °С. 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.

Указанные расчетные температуры наружного воздуха принимают в соответствии со СНиП 23-01 и СНиП 2.04.05.

Расчетную теплопроизводительность автономной котельной определяют суммой расходов теплоты на отопление и вентиляцию при максимальном режиме и тепловых нагрузок на ГВС в среднем режиме.

1.2 Место автономного теплоснабжения в современной России и перспективы развития

На сегодняшний день в России существует два сценария развития теплоснабжения:

Первый – проблема роста тепловых нагрузок будет решаться с помощью индивидуальных источников теплоснабжения.

Второй – централизованные источники повысят использование резервных мощностей.

Работа на газе в автоматическом режиме расширило внимание к автономному теплоснабжению. Оно вступает в конкурентную борьбу с ТЭЦ и крупными котельными, которые являются источниками централизованного теплоснабжения.

Объектами автономного теплоснабжения являются:

- общественные здания – спортивные залы, театры, музеи;
- промышленный сектор, представленный объектами малого бизнеса – автосервис, прачечные, пищевые производства;
- новостройки, где очень дорогое подключение к централизованным системам. Здания предполагается снабжать с помощью крышных газовых котельных.

В настоящее время можно сделать вывод о том, что пока централизованное теплоснабжение будет занимать наибольшее распространение и завышать цены на свои услуги, автономные системы будут широкими темпами развиваться, так как являются более экономически выгодными, и составлять конкуренцию. Если же ценовая политика улучшится, и цены на тепловую энергию снизятся, то в ближайшее время автономное теплоснабжение будет применяться преимущественно в местах новой жилой застройки, а также в тупиковых ветках тепловых сетей, занимая при этом 5-8 % от всего производства тепловой энергии.

Учитывая современное географическое положение России и суровый климат, во всех городах имеется преимущественно централизованное теплоснабжение.

В годы СССР наибольшее внимание было уделено источникам централизованного теплоснабжения и меньшее внимание тепловым сетям, из-за чего сейчас они находятся в аварийном состоянии. Утечки тепла (теплопотери), при норме 5 %, уже составляют 20 %. Так же потери через теплоизоляцию достигают 20 %. На сегодняшний день около 70 % тепловых сетей нуждаются в ремонте, стоимость которого очень высока. Выходом из сложившейся ситуации могут стать индивидуальные источники тепла.

Конкурентными преимуществами автономных систем перед централизованными являются:

- более короткие сроки строительства;
- экономичное потребление электроэнергии на перекачку теплоносителя;
- дешевизна ремонта, так как нет наружных тепловых сетей;
- возможность эффективного местного регулирования;
- более низкая себестоимость тепловой энергии;
- экономия топлива до 30 % от годового расхода;
- исключение теплопотерь в трубопроводах;
- уменьшение затрат потребителей на оплату использованного тепла.

Однако у АТС есть и недостатки:

- включение в стоимость жилья, затрат на строительство, эксплуатацию и обслуживание котельной;
- сложности, связанные с реформами ЖКХ для теплоснабжения, из-за нарушения баланса между централизованным и автономным теплоснабжением;
- угроза жизни человека, при аварии в котельной, находящейся внутри жилого здания или расположенной близко к нему;
- увеличение установленной мощности котельного оборудования;
- ограничение горячего водоснабжения, которое снимается применением баков-аккумуляторов.

Автономное теплоснабжение не ставит перед собой задачу заменить централизованные системы с ТЭЦ и РТС. Теплоснабжение с помощью индивидуальных систем занимает свое место и является актуальным в том случае, если использование других систем является невыгодным или невозможным.

1.3 Газовые котельные

Газовые котельные – один из самых востребованных распространённых в России источников тепла. Это объясняется большими запасами топлива в нашей стране и его характеристикам: экологичность и высокие энергетические показатели.

Котельные на газе классифицируются по месту расположения:

- блочно-модульные – собранные на заводе и доставленные к месту установки в готовом виде;
- крышные;
- стационарные – капитальной застройки;
- передвижные – аварийные.

Такие котельные могут работать на природном газе, сжиженном, попутном нефтяном. Нефтяной газ эффективен на нефтяных разработках.

Котельные на газе применяются в основном там, где отопление требуется временно. Это актуально для южных городов, где отопительный период составляет 145 дней (чуть больше трети года).

Основные преимущества газовых котельных:

- экономичность и удобство. В частности, город Нижний Новгород газифицирован, что позволяет получить разрешения и подключить свою автономную котельную;
- газовые варианты имеют высокий КПД по сравнению с аналогами;
- экологичность: природный газ из всех традиционных видов топлива считается наиболее экологически чистым. Во все газовые котельные устанавливается сложная система фильтрации, которая устраняет все вредные выбросы;

- безопасность: благодаря современным системам автоматизации и контроля, соблюдению указаний из нормативных документов, грамотно спроектированная и установленная газовая котельная безопасна в эксплуатации.

1.3.1 Сфера использования котельных на газе

Газовые котельные используются для организации автономного теплоснабжения различных объектов:

- жилых (домов, в том числе многоквартирных);
- общественных (образовательных, медицинских, административных учреждений);
- производственных;
- сельскохозяйственных (например, для обогрева амбаров).

1.3.2 Оборудование газовых котельных. 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.

Изготовление котлов производится из стали или чугуна. Теплоносителем установок может быть вода или пар. Выбор данных характеристик зависит от условий эксплуатации и потребностей строения. Стальные котлы имеют меньший вес, а чугунные являются более долговечными (срок службы – до 50 лет).

Горелки, используемые в газовых котлах, могут быть атмосферными и дутьевыми.

Атмосферные горелки встроены непосредственно в котел; воздух в них подается естественным путем. Достоинства атмосферных котлов – небольшие размеры и масса, довольно низкая степень потребления электроэнергии, недостатки – сравнительно невысокая мощность, необходима постоянная вентиляция помещения, так как камера сгорания постоянно открыта.

Газовые котлы с дутьевыми горелками обладают закрытой камерой сгорания; воздух в них подается с помощью вентилятора. От атмосферных котлов они отличаются большей производительностью и безопасностью.

1.3.3 Управление и функционирование газовой котельной

Работа газовых котельных полностью автоматизирована и не нуждается в наличии персонала. Подача газа, управление работой котлов, горелок, насосов, сохранение устойчивых характеристик давления и температуры выполняется автоматически. При больших изменениях давления газа (повышении или понижении сверх определенных значений) деятельность котельной приостанавливается, тем самым снижая вероятность аварийной ситуации.

В настоящее время управление и контроль над всеми параметрами газовой котельной производятся дистанционно, благодаря современной системе автоматизации. При возникновении аварии на диспетчерский пульт незамедлительно поступает сигнал тревоги.

Работа газовой котельной в автоматическом режиме существенно снижает затраты на рабочие ресурсы. В обязанности обслуживающего персонала входит надзор и контроль безопасности.

Котел, используя систему управления, может определять потребность в горячей воде и сигнализировать управляющей газовой арматуре. Вода начинает нагреваться в теплообменнике благодаря работе горелки, 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 – нагрев воды для ГВС и отопления; летнем – нагрев воды для ГВС.

1.4 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 внутриквартирных сетей 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. Магистралы внутридомовой сети прокладывают в подвале под потолком на кронштейнах. Трубопроводы обладают уклоном, который должен быть не

менее 0,002, для спуска воды и выпуска воздуха в случае необходимости.

Стояки в туалете располагаются в закрытой шахте. Стояк ГВС устраивают в шахте справа от стояка ХВС. У пола ведут разводку труб 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 жилых многоэтажных зданиях к водоразборным стоякам присоединяются полотенцесушители, поддерживающие температуру около 25 °С ванных и душевых комнатах. Условный диаметр полотенцесушителя – 25, 30 или 40 мм, а длина – 2-2,5 м.

Латунные, бронзовые краны и вентили, и чугунные задвижки используются 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 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. Верхний слой изоляции покрывается рубероидом.

n_2 – число секций в здании;

n_3 – число этажей в здании;

n_4 – количество водоразборных приборов в квартире.

$$N_{\Sigma} = 3 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 3 = 180;$$

Количество потребителей горячей воды в здании определяется по формуле:

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

где n_5 – число жилых помещений в секции одного этажа.

$$U = (6 + 1) \cdot 2 \cdot 10 = 140;$$

Вероятность действия P водоразборных приборов СГВ для отдельного здания рассчитывается 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.

$$P = \frac{10 \cdot 140}{3600 \cdot 2 \cdot 180} = 0,01;$$

В заключение определим секундные расходы горячей воды на расчетных участках по формуле:

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

где α – безразмерная величина, принимаемая в зависимости от количества водоразборных приборов N и вероятности действия водоразборных приборов P по [2].

Диаметры и удельные потери давления участков определяются по номограмме для гидравлического расчета стальных труб СГВ [2], учитывая требуемые скорости воды в разводящих трубопроводах – до 1,3 м/с; в подводящих к приборам трубопроводах – до 2,0 м/с.

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предварительный гидравлический расчет разводящих трубопроводов

Номер участка	N	NP	α	q_0^h , л/с	d_y , мм	v , м/с	R , Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8
a-b	1	0,011	0,202	0,20	15	1,6	10200
b-c	2	0,022	0,219	0,22	15	1,7	10300
c-13	3	0,032	0,243	0,24	15	1,8	10400
13-12	3	0,032	0,243	0,24	20	0,9	2000
12-11	6	0,065	0,301	0,30	20	1,1	3000
11-10	9	0,097	0,341	0,34	25	0,8	1000
10-9	12	0,13	0,384	0,38	25	0,8	1100
9-8	15	0,162	0,42	0,42	25	0,9	1400
8-7	18	0,194	0,439	0,44	25	0,95	1600
7-6	21	0,227	0,485	0,49	25	1	2000
6-5	24	0,259	0,51	0,51	32	0,6	400
5-4	27	0,292	0,534	0,53	32	0,65	450
4-3	30	0,324	0,565	0,57	32	0,85	750
3-2	60	0,648	0,779	0,78	32	0,9	900
2-1	90	0,972	0,948	0,95	40	0,8	600
1-T	180	1,944	1,37	1,37	50	0,75	350

1.4.2 Определение потерь тепла и циркуляционных расходов в разводящих трубопроводах

Циркуляционный расход в системе q^{cir} кг/с, учитываемый для компенсации тепловых потерь, находится по формуле:

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

где Q_c – сумма всех теплотерь соответствующего циркуляционного контура системы ГВС, Вт;

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

Магистральные трубопроводы и объединенные участки стояков с одинаковыми диаметрами в таблице являются расчетными.

Согласно [1], ориентировочно принимаем среднюю температуру теплоносителя t_{cp} .

В зависимости от диаметра трубопровода и разности температур $t_{cp} - t_0$ определяются удельные потери q^{ht} неизолированных труб в соответствии с [2]. Коэффициент $1 - \eta$ учитывает тепловую изоляцию в расчетах. Значение η равно:

- при наличии изоляции $\eta = 0,7$;
- при отсутствии изоляции $\eta = 0$.

Потери тепла с учетом тепловой изоляции 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

Номер участка	d_y , мм	t_{cp} , °C	t_0 , °C	Δt , °C	q^{ht} , Вт/м	l , м	$q^{ht}l$, Вт	$1 - \eta$	Q_h^{ht} , Вт	$\sum Q_h^{ht}$, Вт	q^{cir} , кг/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
стояк 1											
13-11	20	55	20	35	27	18	486	0,65	315,9	315,9	
11-6	25	55	20	35	38,5	36	1386	0,65	900,9	1216,8	
6-4	32	55	20	35	48	18	864	0,65	561,6	1778,4	
4-3	32	55	5	50	93	8	744	0,3	223,2	2001,6	0,048
стояк 2									1778,4	3780	
3-2	32	56	5	51	96,6	14,8	1429,68	0,3	428,9	4208,9	0,101
стояк 3									1778,4	5987,3	
2-1	40	58	5	53	117,3	4,4	516,12	0,3	154,8	6142,1	0,147
секция 2									6142,1	12284,3	
1-Т	50	60	5	55	150	21	3150	0,3	945	13229,3	0,316

1.4.3 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов

Для окончательного гидравлического расчета главной ветви СГВ определяющими являются суммарные расходы воды $q^{h\ circ}$. Считаются как сумма секундного расхода горячей воды и циркуляционного расхода определенного участка. В окончательном расчете скорость воды допускается не выше 1,5 м/с в стояках и магистралях и не выше 2,5 м/с в подводках к приборам.

Увеличение потерь напора от эксплуатационного зарастания труб принимается во внимание в окончательном расчете (коэффициент 1,2).

По номограмме находятся удельные потери участков для гидравлического расчета стальных труб СГВ [2].

Потери напора на участке 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. Для подающих трубопроводов – 0,2; для трубопроводов котельной – 0,5; для водоразборных стояков без полотенцесушителей – 0,1; с полотенцесушителями – 0,5.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Окончательный гидравлический расчет разводящих трубопроводов СГВ

Номер 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a-b	0,202		0,202	15	1,6	10200	2	0,5	30600	30600
b-c	0,219		0,219	15	1,7	10300	1	0,5	15450	46050
c-13	0,243		0,243	15	1,8	10400	1	0,5	15600	61650
13-12.	0,243	0,048	0,291	20	1,05	2329	6	0,5	20959	82609
12-11.	0,301	0,048	0,34881	20	1,25	3411	6	0,5	30700	113309
11-10.	0,341	0,048	0,38881	25	0,90	1123	6	0,5	10107	123416
10-9.	0,384	0,048	0,43181	25	0,89	1222	6	0,5	10996	134412
9-8.	0,42	0,048	0,46781	25	0,99	1543	6	0,5	13888	148300
8-7.	0,439	0,048	0,48681	25	1,04	1757	6	0,5	15814	164114
7-6.	0,485	0,048	0,53281	25	1,09	2179	6	0,5	19615	183729
6-5.	0,51	0,048	0,55781	32	0,65	434	6	0,5	3909	187637
5-4.	0,534	0,048	0,58181	32	0,70	487	6	0,5	4383	192020
4-3.	0,565	0,048	0,61281	32	0,92	809	8	0,2	7762	199782
3-2.	0,779	0,101	0,87952	32	1,00	1003	14,8	0,2	17811	217593
2-1.	0,948	0,147	1,0947	40	0,91	680	4,4	0,2	3593	221185
1-T	1,37	0,316	1,68596	50	0,89	416	21	0,5	13091	234276

1.4.4 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов главной ветви

В данном разделе расчета рассматривается режим циркуляции при отсутствии водозабора.

Диаметры для разводящих трубопроводов определяются по [2], диаметры циркуляционных участков – на размер меньше диаметров соответствующих им разводящих трубопроводов.

Если циркуляционный стояк является групповым для нескольких разводящих стояков каждой секции здания, то его расчетный расход – суммарный расход всей группы разводящих стояков, присоединенных к нему.

Диаметры трубопроводов должны быть подобраны так, чтобы суммарные потери напора при циркуляционном расходе находились в пределах 30000 Па.

Значения q^{cir} берутся из таблицы 3, ΔP_{cir} определяются по формуле (7).

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Гидравлический расчет СГВ в циркуляционном режиме

Номер участка	q^{cir} , кг/с	d_y , мм	v , м/с	R , Па/м	l , м	k_M	ΔP_{cir} , Па	t_{cp} , °С	t_0 , °С	Δt , °С	Q_{cir}^{ht} , Вт/м	ΣQ_{cir}^{ht} , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Т-1	0,316	50	0,15	13	21	0,5	409,5					
1-2	0,147	40	0,14	17	4,4	0,2	89,76					
2-3	0,101	32	0,12	17	8	0,2	163,2					
3-4	0,048	32	<0,1	4	6	0,5	36					
4-5	0,048	32	<0,1	4	6	0,5	36					
5-6	0,048	32	<0,1	4	6	0,5	36					
6-7	0,048	25	0,13	25	6	0,5	225					
7-8	0,048	25	0,13	25	6	0,5	225					
8-9	0,048	25	0,13	25	6	0,5	225					
9-10	0,048	25	0,13	25	6	0,5	225					
10-11	0,048	25	0,13	25	6	0,5	225					
11-12	0,048	20	0,2	100	6	0,5	900					
12-13.	0,048	20	0,2	100	6	0,5	900					
13-14	0,048	15	0,45	750	7	0,1	5775	55	20	35	72,45	72,45
14-15	0,048	15	0,45	750	11,2	0,1	9240	54	-10	64	237,22	309,67
15-16	0,101	32	0,12	17	38	0,1	710,6	53	20	33	510,72	820,39
16-17	0,147	32	0,17	35	4,4	0,1	169,4	51	5	46	111,14	931,53
17-18	0,316	40	0,25	50	21	0,5	1575	50	5	45	585,9	1517,43

В результате расчета суммарные потери напора при циркуляционном расходе равны 21165 Па (21 кПа).

Увязываем систему балансировочными клапанами.

1.4.5 Определение расходов воды и теплоты на ГВС

В системе ГВС вероятность использования водоразборных приборов в час наибольшего водопотребления считается по формуле:

$$P_{hr} = \frac{P}{K_u}, \quad (8)$$

где ΔP_{cir} – вероятность действия водоразборных приборов, определенная по формуле (3);

K_u – коэффициент использования водоразборных приборов в час наибольшего водопотребления, принятый по [1], для прибора с наибольшим расходом воды. В данной работе для смесителей ванн он равен 0,28.

$$P_{hr} = \frac{0,01}{0,28} = 0,04;$$

Расход горячей воды в час наибольшего водопотребления:

$$q_{hr}^h = 18 \cdot q_0^h \cdot K_u \cdot \alpha_{hr}, \quad (9)$$

где q_0^h – расход горячей воды одним водоразборным прибором (смесители для ванны), равный 0,2 л/с;

α_{hr} – безразмерная величина, зависящая от числа приборов N и вероятности их использования в час наибольшего водопотребления, определяемая по [2].

$$q_{hr}^h = 18 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 3,275 = 3,3 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Максимальный расход тепла определяется по формуле:

$$Q_{h \max} = Q_{hr}^h = \frac{q_{hr}^h \cdot \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c)}{3,6} + \sum Q_h^{ht} + \sum Q_{cir}^{ht}, \quad (10)$$

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/кг⁰С;

t_h – средняя температура горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков (для закрытых систем теплоснабжения $t_h = 55^\circ\text{C}$, для открытых систем $t_h = 65^\circ\text{C}$);

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

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

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

$$Q_{h \max} = Q_{hr}^h = \frac{3,3 \cdot 1000 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5)}{3,6} + 13229 + 1517 = 206720,7 \text{ Вт}$$

$$= 206,7 \text{ кВт};$$

Средний часовой расход теплоты находится по формуле:

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

где q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/ч, определяемый по формуле 12;

T – период потребления горячей воды, 24 ч.

$$q_T^h = U \cdot q_u^h \cdot 0,001, \quad (12)$$

где U – число жителей в здании;

q_u^h – норма расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления, принимаемая по [1]. В данной дипломной работе принимаем 120 л/сут.

$$Q_T^h = \frac{16,8 \cdot 1000 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5)}{3,6 \cdot 24} + 13229 + 1517 = 55453,7 \text{ Вт} = 55,5 \text{ кВт};$$

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

1.4.6 Расчет и подбор теплообменников системы ГВС

Расчет подогревателей для ГВС производят в зависимости от схемы их включения в тепловую сеть.

Все подогреватели ГВС в автономных котельных подключены по одноступенчатой параллельной схеме.

1.4.6.1 Расчет одноступенчатой параллельной схемы присоединения водоподогревателя ГВС

В данном разделе представлены следующие исходные данные:

- температура теплоносителя (греющей воды) в подающем $\tau_1 = 100$ °С и обратном $\tau_2 = 70$ °С трубопроводах при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -24$ °С;

- температура холодной водопроводной воды $t_c = 5$ °С;

- температура горячей воды, которая поступает в СГВ $t_h = 60$ °С;

- расчетная тепловая производительность подогревателей $Q_h^{sp} = Q_{hm} = Q_T^h = 55454$ Вт;

- плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³;

- максимальный расчетный секундный расход воды на ГВС $q^h = 1,37$ л/с.

Расчет водоподогревателей ГВС начинается с нахождения расчетного расхода греющей воды:

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \quad (13)$$

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

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

τ_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С;

τ_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С.

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 55454}{4,187 \cdot (100 - 70)} = 1588,2 \text{ кг/ч};$$

Расход нагреваемой воды на ГВС считается по формуле:

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (t_h - t_c)}, \quad (14)$$

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

t_c – температура холодной водопроводной воды, °С.

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 55454}{4,187 \cdot (60 - 5)} = 866,3 \text{ кг/ч};$$

Температурный напор водоподогревателя вычисляется по формуле:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{2,31\text{г} \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{(\tau_2 - t_c) - (\tau_1 - t_h)}{2,31\text{г} \frac{\tau_2 - t_c}{\tau_1 - t_h}}, \quad (15)$$

$$\Delta t = \frac{(70 - 5) - (100 - 60)}{2,31\text{г} \frac{70 - 5}{100 - 60}} = 51,6 \text{ } ^\circ\text{C};$$

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

$$f_{\text{мп}}^{\text{усл}} = \frac{G_{\text{hm}}}{3600 \cdot W_{\text{мп}} \cdot \rho}, \quad (16)$$

где G_{hm} – расход нагреваемой воды на ГВС, кг/ч;
 ρ – плотность теплоносителя, кг/м³.

$$f_{\text{мп}}^{\text{усл}} = \frac{866,3}{3600 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,000241 \text{ м}^2;$$

По полученной величине сечения трубок водоподогревателя принимается тип секции с характеристиками: $f_{\text{мп}} = 0,00062 \text{ м}^2$; $D = 57$ мм; $f_{\text{мпт}} = 0,00116 \text{ м}^2$; $d_{\text{экв}} = 0,013$ м; $f_{\text{сек}} = 0,37 \text{ м}^2$; $d_{\text{вн}} = 0,014$ м.

Скорость воды в трубках считается по формуле:

$$W_{\text{мп}} = \frac{G_{\text{hm}}}{3600 \cdot f_{\text{мп}} \cdot \rho}, \quad (17)$$

где $f_{\text{мп}}$ – сечение трубок водоподогревателя, м².

$$W_{\text{мп}} = \frac{866,3}{3600 \cdot 0,00062 \cdot 1000} = 0,39 \text{ м/с};$$

Скорость сетевой воды в межтрубном пространстве вычисляется по формуле:

$$W_{мп} = \frac{G_d}{3600 \cdot f_{мп} \cdot \rho}, \quad (18)$$

где $f_{мп}$ – сечение межтрубного пространства водоподогревателя, м²;
 G_d – расчетный расход греющей воды, кг/ч.

$$W_{мп} = \frac{1588,2}{3600 \cdot 0,00116 \cdot 1000} = 0,38 \text{ м/с};$$

Средняя температура греющей воды считается по формуле:

$$t_{cp}^{gp} = \frac{t_{ex}^{gp} + t_{вых}^{gp}}{2} = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}, \quad (19)$$

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

Средняя температура нагреваемой воды считается по формуле:

$$t_{cp}^n = \frac{t_{ex}^n + t_{вых}^n}{2} = \frac{t_c + t_h}{2}, \quad (20)$$

$$t_{cp}^n = \frac{5 + 60}{2} = 32,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок находится по формуле:

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot t_{cp}^{gp} - 0,038 \cdot (t_{cp}^{gp})^2] \cdot \frac{W_{мп}^{0,8}}{d_{экр}^{0,2}}, \quad (21)$$

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

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 85 - 0,038 \cdot (85)^2] \cdot \frac{0,38^{0,8}}{0,013^{0,2}} = 1439,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C};$$

Коэффициент теплоотдачи от стенок трубок к нагреваемой воде находится по формуле:

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot t_{cp}^H - 0,038 \cdot (t_{cp}^H)^2] \cdot \frac{W_{mp}^{0,8}}{d_{вн}^{0,2}}, \quad (22)$$

где t_{cp}^H – средняя температура нагреваемой воды, °С.

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 32,5 - 0,038 \cdot (32,5)^2] \cdot \frac{0,39^{0,8}}{0,014^{0,2}} = 1039,8 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

Коэффициент теплопередачи при $\beta = 0,9$; $\psi = 1,2$; $\lambda_{cm} = 105 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$ считается по формуле:

$$K = \frac{\psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (23)$$

$$K = \frac{1,2 \cdot 0,9}{\frac{1}{1439,4} + \frac{1}{1039,8} + \frac{0,001}{105}} = 648,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

Требуемая поверхность нагрева:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (24)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/ м²°С;

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

$$F_{mp} = \frac{55454}{648,3 \cdot 51,6} = 1,66 \text{ м}^2;$$

Число секций водоподогревателя ГВС вычисляется по формуле:

$$n = \frac{F_{mp}}{f_{сек}}, \quad (25)$$

$$n = \frac{1,66}{0,37} = 4,6 \text{ шт};$$

Принимаем 5 секций и считаем действительную поверхность нагрева водоподогревателя:

$$F_{mp} = 0,37 \cdot 5 = 1,85 \text{ м}^2.$$

Потери давления в водоподогревателях (5 последовательные секции длиной 2 м) для воды, проходящей в трубках с учетом $\varphi = 2$:

$$\Delta P_n = \varphi \cdot 5 \cdot \left(\frac{q^h}{f_{mp} \cdot \rho} \right)^2 \cdot (n_l), \quad (26)$$

где q^h – максимальный расчетный секундный расход воды на ГВС, л/с.

$$\Delta P_n = 2 \cdot 5 \cdot \left(\frac{1,37}{0,00062 \cdot 1000} \right)^2 \cdot 5 = 244,1 \text{ кПа};$$

Вода, проходящая в межтрубном пространстве с учетом $B = 25$, имеет потери давления в подогревателе ГВС, которые рассчитываются по формуле:

$$\Delta P_{zp} = B \cdot W_{mnp}^2 \cdot n, \quad (27)$$

$$\Delta P_{zp} = 25 \cdot 0,38 \cdot 5 = 18,1 \text{ кПа}.$$

Обозначение рассчитанного теплообменника имеет вид:

57×2-1,0-РГ-5-УЗ ГОСТ 27590-2005

1.4.6.2 Тепловой и гидравлический расчет пластинчатого водоподогревателя ГВС

Значения расходов и температуры теплоносителей на входе и выходе каждой ступени водоподогревателя принимаются такими же, как в п. 1.4.6.1.

Расчет начинается с проверки соотношения ходов в теплообменнике, принимая предварительно потери давления по нагреваемой воде 100 кПа, по греющей воде 40 кПа:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_{hm}}{G_d^{spI}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{zp}}{\Delta P_n} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - t_{cp}^n}{1000 - t_{cp}^{zp}}, \quad (28)$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{866,3}{1588,2} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 32,5}{1000 - 85} = 0,52;$$

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

Определение требуемого числа каналов по нагреваемой m_n и греющей воде m_{zp} с применением оптимальной скорости $W_{onm} = 0,4$ м/с и живого сечения одного межпластинчатого канала $f = 0,0011$ м² происходит по формулам:

$$m_n = \frac{G_{hm}}{W_{onm} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (29)$$

$$m_{zp} = \frac{G_d}{W_{onm} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (30)$$

$$m_n = \frac{866,3}{0,4 \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,55;$$

$$m_{zp} = \frac{1588,2}{W_{onm} \cdot 0,0011 \cdot 1000 \cdot 3600} = 1;$$

Округляя полученные значения, делаем вывод, что необходимо по одному каналу нагреваемой и греющей воде.

Общее живое сечение каналов в пакете равно ($m_n = 1, m_{zp} = 1$):

$$f_n = m_n \cdot f_k, \quad (31)$$

$$f_{zp} = m_{zp} \cdot f_k, \quad (32)$$

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

$$f_{cp} = 1 \cdot 0,0011 = 0,0011 \text{ м}^2;$$

Фактические скорости греющей и нагреваемой воды находятся по формулам:

$$W_{cp} = \frac{G_d}{3600 \cdot \rho \cdot f_{cp}}, \quad (33)$$

$$W_n = \frac{G_{hm}}{3600 \cdot \rho \cdot f_n}, \quad (34)$$

$$W_{cp} = \frac{1588,2}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,4 \text{ м/с};$$

$$W_n = \frac{866,3}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0011} = 0,2 \text{ м/с};$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенке при $A = 0,368$ получают по формуле:

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot A \cdot [23000 + 283t_{cp}^{ep} - 0,63(t_{cp}^{ep})^2] \cdot W_{cp}^{0,73}, \quad (35)$$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot [23000 + 283 \cdot 85 - 0,63(85)^2] \cdot 0,4^{0,73} = 9312 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{С};$$

Коэффициент тепловосприятия от стенки пластины к нагреваемой воде:

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot A \cdot [23000 + 283t_{cp}^n - 0,63(t_{cp}^n)^2] \cdot W_n^{0,73}, \quad (36)$$

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,368 \cdot [23000 + 283 \cdot 32,5 - 0,63(32,5)^2] \cdot 0,2^{0,73} = 4438 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{С};$$

Коэффициент теплопередачи при $\beta = 0,8$ считается по формуле:

$$K = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (37)$$

$$K = \frac{0,8}{\frac{1}{9312} + \frac{1}{4438} + \frac{0,001}{16}} = 2024,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{С};$$

Требуемая поверхность нагрева водоподогревателя ГВС вычисляется по формуле:

$$F_{mp} = \frac{Q_{hm}}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (38)$$

$$F_{mp} = \frac{55454}{2024,4 \cdot 51,6} = 0,53 \text{ м}^2;$$

Данный теплообменник собран из пластин, поверхность нагрева которых $f_{nl} = 0,3 \text{ м}^2$. Количество ходов по греющей и нагреваемой воде в подогревателе:

$$X_{cp} = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_{cp} \cdot f_{nl}}, \quad (39)$$

$$X_n = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2 \cdot m_n \cdot f_{nl}}, \quad (40)$$

$$X_{cp} = \frac{0,53 + 0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 1,4 \text{ шт};$$

$$X_n = \frac{0,53 + 0,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,3} = 1,4 \text{ шт};$$

Принимаем по греющей воде $X_{cp} = 2$, по нагреваемой воде $X_n = 2$.

Действительная поверхность нагрева для теплообменника ГВС определяется по формуле:

$$F = (2 \cdot m_{cp} \cdot X_{cp} - 1) \cdot f_{nl}, \quad (41)$$

$$F = (2 \cdot 1 \cdot 2 - 1) \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м}^2;$$

По греющей и нагреваемой воде при $\varphi = 1$ и $B = 4,5$ происходят потери давления в I ступени водоподогревателя:

$$\Delta P_{ep} = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^{ep}) \cdot W_{ep}^{1,75} \cdot X_{ep}, \quad (42)$$

$$\Delta P_n = \varphi \cdot B \cdot (33 - 0,08 \cdot t_{cp}^n) \cdot W_n^{1,75} \cdot X_n, \quad (43)$$

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

W_{ep} , W_n – фактические скорости, м/с, греющей и нагреваемой воды.

$$\Delta P_{ep} = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 85) \cdot 0,4^{1,75} \cdot 2 = 47,66 \text{ кПа};$$

$$\Delta P_n = 1 \cdot 4,5 \cdot (33 - 0,08 \cdot 32,5) \cdot 0,2^{1,75} \cdot 2 = 19,14 \text{ кПа}.$$

По итогам полученных результатов в качестве подогревателя ГВС был принят теплообменник разборной конструкции (р) с пластинами типа 0,3р, толщиной 1 мм, из стали 12х18Н10Т (исполнение 01), на консольной раме (исполнение 1к), с уплотнительными прокладками из резины марки 4326-Г (условное обозначение 11). Поверхность нагрева 0,9 м².

Условное обозначение теплообменника:

$$P \ 0,3p-1-0,9-1k-01-11 \quad Cx = \frac{1+1}{1+1} \quad \text{ГОСТ 15518-87}$$

1.4.6.3 Сравнение кожухотрубного и пластинчатого водоподогревателей

По результатам расчета двух видов теплообменников можно вывести следующие заключения:

- благодаря специальному гофрированному профилю пластинчатых подогревателей, который обеспечивает высокий уровень турбулизации потоков теплоносителей, коэффициент теплопередачи у них в 3-4 раза выше, нежели у кожухотрубных;

- площадь поверхности нагрева пластинчатых теплообменников в 3-4 раза меньше, чем у кожухотрубных, что делает первых более компактными и занимающими меньше места;

- пластинчатые теплообменники легки для разборки и быстрой чистки;

- в случае необходимости площадь поверхности теплообмена в пластинчатом теплообменнике может быть уменьшена или увеличена добавлением или убавлением пластин.

Учитывая имеющиеся данные, можно отметить преимущество пластинчатых теплообменников.

1.4.7 Подбор и определение гидравлического сопротивления счетчика воды

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

Отталкиваясь от номинального расхода, выбираем счетчик марки УКВ с калибром 20 мм и сопротивлением $S = 51$ (кПа·с²)/кг².

Потеря давления в водомере определяется по формуле:

$$\Delta P_{ВД} = S \cdot \left(\frac{G_{hm}}{3600} \right)^2, \quad (44)$$

$$\Delta P_{ВД} = 51 \cdot \left(\frac{866,3}{3600} \right)^2 = 2,95 \text{ кПа};$$

Счетчик подобран верно: потери давления не превышают допустимых значений для крыльчатых водомеров 0,025 МПа.

1.5 Отопительная система жилого здания

В данной выпускной квалификационной работе система отопления не рассчитывается.

Гидравлические потери в системе отопления здания условно принимаются равными 150 кПа (15 м в. ст.).

1.6 Теплогенераторы и вспомогательное техническое оснащение котельных

По расчетной производительности котельной подбирают количество и единичную производительность котлов, устанавливаемых в автономной котельной. По требованиям должно быть не менее двух котлов, и при поломке наибольшего по производительности оставшиеся должны обеспечить отпущек теплоты для систем отопления и вентиляции во

вторичном контуре (в автономных котельных при использовании котлов с высоким тепловым напряжением топочного объема).

В системах автономного теплоснабжения следует применять водоводяные горизонтальные секционные кожухотрубные или пластинчатые подогреватели.

В качестве баков-аккумуляторов разрешается использование емкостных водоподогревателей для ГВС.

Противоточную схему потоков теплоносителя следует применять для водо-водяных подогревателей.

Что касается секционных кожухотрубных водоподогревателей, то для системы отопления греющая вода от котлов должна поступать в трубки, а для системы горячего водоснабжения – в межтрубное пространство.

Для пластинчатых теплообменников нагреваемая вода должна проходить вдоль первой и последней пластин.

Для пароводяных подогревателей пар должен поступать в межтрубное пространство.

В автономных котельных следует устанавливать следующие группы насосов:

при двухконтурной схеме:

- насосы первичного контура для подачи воды от котлов к подогревателям отопления, вентиляции и ГВС;
- сетевые насосы систем отопления (насосы вторичного контура);
- сетевые насосы систем ГВС;
- циркуляционные насосы горячего водоснабжения.

при одноконтурной схеме:

- сетевые насосы систем отопления, вентиляции и ГВС;
- рециркуляционные насосы ГВС.

1.6.1 Выбор теплогенератора (котла)

В данной работе к установке приняты двухконтурные котлы. Они используются и для отопления, и для СГВ. Их количество составляет не менее двух. Это связано с необходимостью, в случае аварии в первом котле, обеспечивать подачу тепла на отопление и СГВ вторым котлом.

Котлы, используемые 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;
- широкий спектр возможностей в управлении;
- удаление продуктов сгорания;
- термоустойчивый материал котельного агрегата: сталь или чугун.

По результатам тепловой нагрузки, рассчитанной в п. 1.6.1.1, будет выбран теплогенератор на газообразном топливе.

1.6.1.1 Тепловые нагрузки

Расчетная производительность автономной котельной определяется суммой расходов тепла на отопление при максимальном режиме $Q_{o \max}$ и расходов тепла на ГВС в среднем режиме Q_{hm} .

Из-за отсутствия проекта на отопление тепловая нагрузка определяется по укрупненным показателям:

$$Q_{o \max} = q_o \cdot A, \quad (45)$$

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

A – общая площадь здания, м^2 .

$$Q_{o \max} = 96 \cdot 6629 = 636388 \text{ Вт};$$

Расчетная производительность автономной котельной считается по формуле:

$$Q = Q_{o \max} + Q_{hm}, \quad (46)$$

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

$$Q = 636388 + 55454 = 691842 \text{ Вт} = 691,8 \text{ кВт};$$

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

$$Q_{om} = Q_{o \max} \cdot \frac{t_g - t_{cp}}{t_g - t_{po}}, \quad (47)$$

где t_g – средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений жилого здания, равная $20 \text{ }^\circ\text{C}$;

t_{cp} – средняя температура наружного воздуха в наиболее холодный месяц, определяемая по [3], $^\circ\text{C}$;

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

$$Q_{от} = 636388 \cdot \frac{20 - (-12,2)}{20 - (-41)} = 81374 \text{ Вт} = 81,37 \text{ кВт};$$

Единичная тепловая мощность теплогенератора определяется по формуле:

$$Q_{котла} = Q_{от} + Q_{hm} ; \quad (48)$$

$$Q_{котла} = 81,37 + 55,5 = 136,83 \text{ кВт}.$$

Согласно выполненным расчетам, для автономной котельной был подобран котел, работающий на газообразном топливе, марки КВа-0,25.

1.6.1.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения

СНиП II-35-76 является важнейшим документом, требования в котором должны соблюдаться при проектировании здания автономной котельной. Для таких котельных желательно использовать котлы полной заводской готовности. На месте монтажа рекомендуется собирать трубопроводы и укрупненные блоки оборудования.

Минимальная высота помещений котельной от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) должна быть не менее 2,5 м.

1.7 Подбор насосного оборудования

В котельной принимаются к установке следующие виды насосов:

- циркуляционные насосы ГВС;
- сетевые насосы отопления;
- 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 – водонагреватель ГВС) определяется по формуле:

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{h \max}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c}, \quad (49)$$

где $Q_{h \max}$ – максимальный тепловой поток на ГВС, определенный по формуле (10), кВт;

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

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

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

$$G_d = \frac{3,6 \cdot 206,7}{(100 - 70) \cdot 4,187} = 5,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор насосов первичного контура считается по формуле:

$$H_d = 0,1 \cdot (\Delta P_k + \Delta P_{sp} + \Delta P_T + 30), \quad (50)$$

где ΔP_k – гидравлическое сопротивление котла, принимаемое в размере 5 кПа;

ΔP_{sp} – потери давления в пластинчатом водоподогревателе ГВС по греющей воде, определенные в п. 1.4.6.2, кПа;

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

$$H_d = 0,1 \cdot (5 + 47,66 + 3 + 30) = 8,6 \text{ м};$$

Примем к установке насос первичного контура марки MAGNA3 25-60 N. Подбор всего насосного оборудования был произведен по программе Grundfos Product Center. Характеристики насоса представлены в Приложении А.

Производительность сетевых насосов отопления определяется по формуле:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot Q_{o \max}}{(t_1 - t_2) \cdot c}, \quad (51)$$

где $Q_{o \max}$ – максимальный тепловой поток на отопление, определенный по формуле (44), кВт;

t_1 – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, равная 95 °С;

t_2 – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления, равная 70 °С.

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 636,4}{(95 - 70) \cdot 4,187} = 21,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор сетевых насосов отопления принимается на 30 кПа больше потерь давления в системе отопления здания, принимаем условно $H_o = 18$ м.

Примем к установке сетевой насос отопления марки CRN 20-2 А-Р-А-Е-НQQE. Характеристики насоса представлены в Приложении Б.

Производительность сетевых насосов СГВ определяется по формуле:

$$G_{dh} = \frac{3,6 \cdot Q_{h \max}}{(t_h - t_c) \cdot c}, \quad (52)$$

где t_h – температура горячей воды, идущая в СГВ здания, равная 60 °С;

t_c – температура водопроводной воды, равная 5 °С.

$$G_{dh} = \frac{3,6 \cdot 206,7}{(60 - 5) \cdot 4,187} = 3,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор сетевых насосов ГВС, м, считается по формуле:

$$H_{dh} = 0,1 \cdot (P_{geom} + \Delta P_n + \Delta P_i + \Delta P_{\text{вд}} + \Delta P_{ок} + \Delta P_{св} + 30) - H_{gap}, \quad (53)$$

где P_{geom} – давление для подъема воды к душевой сетке верхнего этажа от уровня ввода труб в здание, равное $10 \cdot H_{нз}$ (высота здания – 33 м), кПа;

ΔP_n – потери давления по нагреваемой воде в пластинчатом водоподогревателе ГВС, определенные в п. 1.4.6.2, кПа;

ΔP_i – потери давления с учетом зарастания накипью в главной ветви разводящих трубопроводах ГВС, кПа (устанавливаем гидравлическим расчетом ГВС по табл. 3);

$\Delta P_{\text{вд}}$ – потери давления в водомере, определены по формуле (43), кПа;

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

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

H_{zap} – напор в трубопроводах холодного водопровода, равный 50-70 м.

$$H_{dh} = 0,1 \cdot (10 \cdot 33 + 19,14 + 234,3 + 2,95 + 5 + 50 + 30) - 60 = 7,1 \text{ м};$$

Примем к установке сетевой насос СГВ марки UPS 32-80 N 180. Характеристики насоса представлены в Приложении В.

Производительность циркуляционных насосов ГВС определяется по формуле:

$$G_u = 0,1 \cdot G_{dh} , \quad (54)$$

$$G_u = 0,1 \cdot 3,2 = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Напор циркуляционных насосов ГВС считается по формуле:

$$H_u = \left[1,2 \cdot 10^{-4} \cdot \sum \Delta P_{cir} + 10^2 \cdot \Delta P_{ок} \right] + \left[\frac{q^{cir}}{q^h + q^{cir}} \cdot (\Delta P_n + 1,2 \cdot \sum \Delta P_i) \cdot 10^2 \right] , \quad (55)$$

Где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери давления при зарастании циркуляционных труб накипью и шламом;

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

$\Delta P_{ок}$ – потери давления в обратном клапане, равные 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 п. 1.4.6.2;

$\sum \Delta P_i$ – потери напора в разводящих трубопроводах главной ветви (принимается по табл. 3), МПа.

$$H_u = \left[1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 17470 + 10^2 \cdot 0,005 \right] + \left[\frac{0,316}{+1,37 + 0,316} \cdot (0,019 + 1,2 \cdot 0,0037) \cdot 10^2 \right] = 3 \text{ м}.$$

Примем к установке циркуляционный насос ГВС марки ALPHA1 L 25-60 180. Характеристики насоса представлены в Приложении Г.

1.8 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.

В случае отсутствия возможности аварийно заполнить отопительные системы и циркуляционные контура котлов водой, прошедшей через систему ХВО, для защиты оборудования и систем теплоснабжения от коррозии, рекомендуется вводить ингибиторы коррозии.

Рекомендуется проводить магнитную обработку для СГВ.

1.9 Технологические трубопроводы

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

В зависимости от назначения, трубопроводы могут выполняться из разных материалов. В отоплении используются стальные, металлопластиковые (полимерные) трубопроводы. В системах горячего водоснабжения применяются стальные оцинкованные по ГОСТ 3262, медные, эмалированные. Подводки к водоразборной арматуре выполняются из полимера.

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 разрешается присоединять трубопроводы к оборудованию и арматуре.

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.

1.10 Топливоснабжение

Для газовых котельных, которые предназначены для теплоснабжения жилых и общественных зданий, используется природный газ, давление которого не превышает 5 кПа. Открытые участки газопровода прокладываются по наружной стене здания по простенку шириной не менее 1,5 м.

Трубопроводы для подачи газа к котельной собираются с помощью сварки. В местах установки запорной арматуры и контрольно измерительных приборов применяются фланцевые и муфтовые соединения.

Через наружные стены газопроводы прокладываются в футлярах. В местах прохождения людей прокладка газопроводов выполняется на высоте не менее 2,2 м.

На вводе газопроводов в пристроенную котельную установлены:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем на наружной стене здания на высоте не более 1,8 м;
- быстродействующий запорный клапан с электроприводом внутри помещения котельной;
- запорная арматура на отводах к каждому котлу.

В случае поломки котлов или участков газопроводов для изоляции от действующего трубопровода предусматривается установка заглушек после отключающей арматуры.

В гидравлическом расчёте надземных и внутренних газопроводов применяются следующие скорости движения газа:

- не более 7 м/с – газопроводы низкого давления;
- не более 15 м/с – газопроводы среднего давления.

Вводы газопроводов выполняют непосредственно в помещения с котлами или в коридоры.

Запрещается располагать газопроводы в следующих местах:

- в подвалах;
- в вентиляционных камерах и шахтах;
- в лифтовых шахтах;
- в мусоросборниках;
- в машинных отделениях;
- в складских помещениях;
- в помещениях с высоким риском взрывной и взрывопожарной опасности.

1.11 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.

Важно 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.

1.12 Аккумуляция

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 $Q_{h \max}$ 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).

С помощью графического метода определяется объем бака-аккумулятора.

1.12.1 Расчёт объёма бака-аккумулятора

Осуществляем заполнение таблицы 5 по часам суток, закрывая 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

Номер участка	Периоды с одинаковыми расходами тепла	Число часов в периоде, n_i	Расход тепла на ГВС			Суммарные расходы тепла	
			Q_{np} , %	Q_i , кВт	Q за период, кВт·ч	$\sum n_i$, ч	$\sum Q$, кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-1	1	60	33,27	33,27	1	33,27
2	1-6	5	10	5,55	27,73	6	61,00
3	6-7	1	50	27,73	27,73	7	88,73
4	7-9	2	81	49,52	99,05	9	187,77
5	9-13	4	120	66,54	266,18	13	453,95
6	13-16	3	89	49,52	148,6	16	603
7	16-18	2	100	55,45	110,91	18	713,42

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
8	18-20	2	89	49,52	99,05	20	812,47
9	20-22	2	373	206,72	413,44	22	1225,91
10	22-23	1	89	49,52	49,52	23	1275,43
11	23-24	1	100	55,45	55,45	24	1330,89

Коэффициент часовой неравномерности расхода тепла на ГВС следует определять по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T^h}, \quad (56)$$

где Q_{hr}^h – максимальный тепловой поток на ГВС, Вт;

Q_T^h – среднечасовой расход тепла на ГВС, Вт.

$$K_{\text{ч}} = \frac{206720,7}{55453,7} = 3,73;$$

Расход тепла в 9-ом периоде суток в табл. 5 находится по формуле:

$$Q_{np} = K_{\text{ч}} \cdot 100, \quad (57)$$

$$Q_{np} = 3,73 \cdot 100 = 373 \%;$$

Расходы тепла в 4; 6; 8; 10-ом периодах суток в табл. 5 определяются по формуле:

$$Q_{np}^{\text{пробел}} = \frac{2400 - \sum(n_i \cdot Q_{np})}{8}, \quad (58)$$

где n_i – количество часов i -го периода по табл. 5, ч;

Q_{np} – расход тепла в i -ом периоде по табл. 5, %.

$$Q_{np}^{\text{пробел}} = \frac{2400 - 1685,56}{8} = 89 \%;$$

Расход тепла в любом периоде суток в табл. 5 считается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_{hr}^h \cdot Q_{np}}{K_q \cdot 100}, \quad (59)$$

$$Q_i = \frac{206720,7 \cdot 60}{3,73 \cdot 100} = 33,27 \text{ кВт};$$

На основании данных Q_i и n_i строится суточный график расхода тепла.

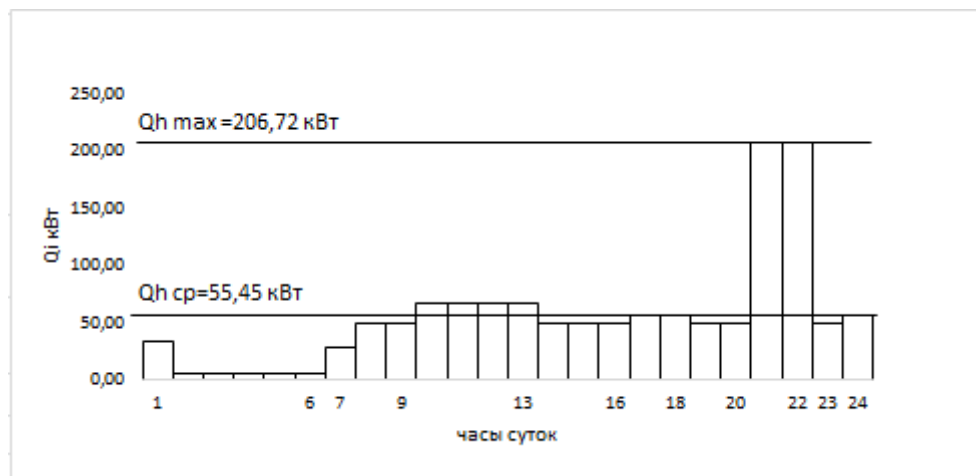


Рисунок 2 – Суточный график расхода тепла

На основании данных $\sum Q$ и n_i строится суточный график расхода тепла.

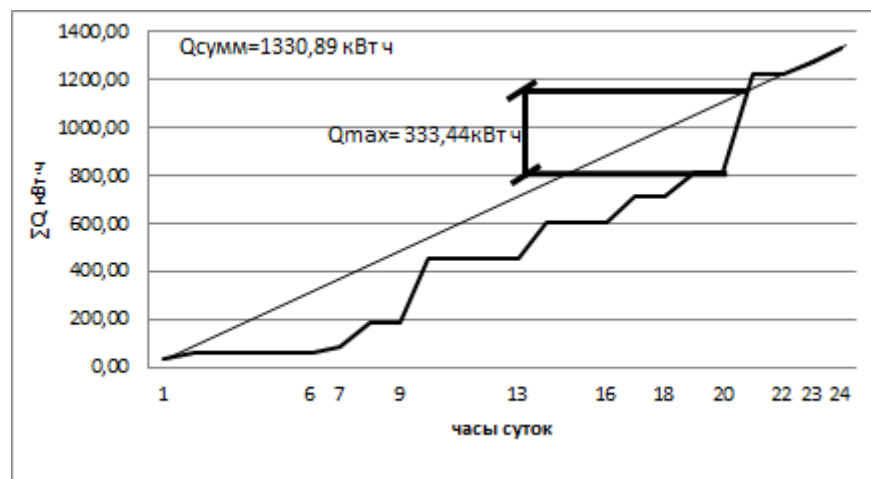


Рисунок 3 – Интегральный график расхода тепла

Определение объема бака-аккумулятора и среднечасового расход тепла на ГВС происходит с помощью выше построенных графиков.

Объем бака-аккумулятора определяется по формуле:

$$V_a = \frac{1,1 \cdot Q \cdot 3600}{\rho \cdot c \cdot (t_h - t_c)}, \quad (60)$$

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 4,187 кДж/кг·гр;

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

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

$$V_a = \frac{1,1 \cdot 333,44 \cdot 3600}{1000 \cdot 4,187 \cdot (60 - 5)} = 5,73 \text{ м}^3;$$

Среднечасовой расход тепла на ГВС Q_{hm} графическим методом определяется по формуле:

$$Q_{hm} = \frac{\sum Q}{24}, \quad (61)$$

где $\sum Q$ – расход тепла за сутки из табл. 5, кВт.

$$Q_{hm} = \frac{1330,89}{24} = 55,45 \text{ кВт.}$$

Расчетное значение среднечасового расхода Q_T^h совпадает с Q_{hm} , определенным графическим способом.

1.13 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;
- расхода воды в каждом подающем трубопроводе автономной системы теплоснабжения и ГВС;
- давления и температуры газа в общем газопроводе котельной;
- расхода газа в общем газопроводе котельной;
- расхода жидкого топлива в прямой и обратной магистрали;
- расхода циркуляционной воды ГВС.

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 ТВИС

Производственно-комплектовочные базы монтажных управлений для обеспечения индустриализации монтажных работ выполняют следующие функции:

- изготовление, сборка и автоматическая сварка металлоконструкций, узлов трубопроводов и других монтажных заготовок;
- ремонт и техническое обслуживание монтажного оборудования.

Главная цель организации монтажных работ – сохранение высокого качества работы с небольшой себестоимостью и высокой скоростью монтажа. Инженерная подготовка производства, механизация и изобретение более лучших методов монтажа позволяют решать эту задачу.

Для монтажных работ стадия инженерной подготовки производства должна обеспечить:

- проектно-сметную и нормативную документацию;
- проекты производства работ;
- технологическое оборудование;
- материалы и монтажные заготовки;
- рабочую силу.

Для решения этих задач при монтажных управлениях организуют участки подготовки производства, которые обычно состоят из технологической группы, группы инженерной комплектации объектов и группы инженерной подготовки производства.

С помощью оснащения монтажных организаций современными машинами, механизмами и приспособлениями (кранами, станками,

механизированным инструментом и т.д.) происходит автоматизация и уменьшение ручного труда.

Результативность монтажных работ в значительной степени зависит от индустриализации монтажа, который определяется долей работ, перенесенных с монтажной площадки в заводские условия. На производственных базах монтажных управлений и заводах монтажных заготовок изготавливают узлы трубопроводов, блоки металлоконструкций, собирают агрегированные блоки оборудования. Чем большая часть этих работ будет выполнена на базе или заводе, тем выше уровень индустриализации работ.

Метод крупноблочного монтажа оборудования состоит в выполнении работ из предварительно собранных монтажных блоков. Зачастую оборудование и конструкции поступают на монтажные площадки в разобранном состоянии, до начала монтажа происходит их сборка. Отдельные монтажные узлы, собранные до их установки, называют монтажными блоками.

Основные преимущества метода крупноблочного монтажа в сравнении с монтажом отдельными элементами («россыпью»):

- сокращается общая продолжительность строительства котельной установки за счет совмещения работ по сборке блоков на площадке и ведения строительных работ в здании котельной;

- уменьшается трудоемкость и повышается производительность труда, так как производство сборочных работ на открытой площадке создает условия для более широкой механизации работ, обеспечивает лучшие условия труда и повышает безопасность ведения работ;

- расширяется фронт работ, так как на сборочной площадке можно собирать одновременно несколько блоков;

- сокращается продолжительность монтажа за счет уменьшения количества подъемов;

- повышается качество работ, так как работы ведутся в благоприятных условиях, и обеспечивается контроль за их исполнением;

- отпадает надобность в монтажных лесах и подмостях, так как блоки собираются с постоянными лестницами и площадками.

Метод крупноблочного монтажа является базой для перехода на скоростной метод монтажа. В него включаются требования жесткого соблюдения сроков для сборки монтажных блоков и установки их в проектное положение.

Метод поточного монтажа применяется при сооружении котельных и ТЭЦ с огромным количеством котло-агрегатов. В этом методе бригада рабочих после монтажа одного узла переходит на монтаж такого же узла на следующем котлоагрегате.

При проведении строительных работ можно внедрить монтаж котельных и ТЭЦ поточным методом, эта комбинация широко применяется в строительстве и называется поточно-совмещенным методом. Организация

поточно-совмещенного монтажа должна включать точный и согласованный график ведения как строительных, так и монтажных работ.

Особенностью комплектно-блочного метода является перенос части работ, выполнявшихся ранее на монтажной площадке, в заводские условия. Монтаж котельных сводится к установке крупных транспортабельных блоков, в состав которых входят оборудование, трубопроводы, арматура, автоматика, электрическое оборудование и изоляция. Уменьшение сроков монтажа котельных в два – три раза и повышение производительности труда являются преимуществами этого метода.

СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства» задает требования ведения строительно-монтажных работ, подготовки строительного производства, обеспечения технической документацией, материалами и оборудованием.

В соответствии со СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы» следует выполнять работы по монтажу технологического оборудования и трубопроводов.

Необходимо выполнить следующие работы, чтобы начать монтаж тепломеханического оборудования котельных:

- подготовить приобъектные склады и площадки для укрупнительной сборки оборудования;
- соорудить постоянные или временные подъездные пути, обеспечивающие подачу оборудования в монтажную зону и передвижение кранов и других монтажных механизмов;
- подготовить временные производственные и санитарно-бытовые здания и сооружения;
- проложить инженерные коммуникации и установить устройства для подачи электроэнергии, воды и т. п.;
- смонтировать электрическое освещение;
- из сборного железобетона соорудить здания с кровлей, фундаменты под оборудование, основания под полы и каналы. В соответствии с ППР для котельных с котлами паропроизводительностью до 25 т/с и теплопроизводительностью до 23 МВт должны быть сделаны монтажные проемы.

Если в котельных будут применяться котлы паропроизводительностью 35–75 т/ч или теплопроизводительностью 35-116 МВт, то в зависимости от типа котлов и компоновки котельной МВт строительная готовность устанавливается ППР. Монтаж этих котлов осуществляется совмещенным способом (до или одновременно с установкой несущих и ограждающих конструкций).

При строительстве котельных блочно-комплектным методом в зданиях из легких металлоконструкций одновременно с монтажом здания устанавливаются котлы и блоки оборудования.

При монтаже оборудования котельных поточно-совмещенным методом тепломеханическое оборудование и изделия из сборного железобетона

монтируют по совмещенному графику, устанавливая тяжеловесное и крупногабаритное оборудование до монтажа перекрытий над ним.

Оборудование и материалы должны поставлять в объеме пускового комплекса. Монтаж оборудования в закрытых зданиях рекомендуется вести автомобильным краном, при этом важно соблюдать последовательность работ, разработанную в ППР.


СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АТС – автономное теплоснабжение;
ГВС – горячее водоснабжение;
СГВ – система горячего водоснабжения;
Т – пристроенная котельная;
КИП – контрольно-измерительные приборы;
РТС – районная теплостанция;
ПДК – предельно-допустимая концентрация ;
ППР – проект производства работ;
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85 – Переизд. с изм. №1 и 2. – Москва.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 2017 – 60с.
2. 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.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 (с Изменениями N 1, 2). М., Госстрой России, 2000.
4. ГОСТ 27590-2005. Подогреватели кожухотрубные водо-водяные системы теплоснабжения. Общие технические условия. – Москва.: Изд-во стандартов, 2007.
5. ГОСТ 15518-87. Аппараты теплообменные пластинчатые. – Москва.: Изд-во стандартов, 1990.
6. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76. – Введ. 16.12.2016. – М.: Стандартинформ, 2017.
7. ГОСТ 21563-2016. Котлы водогрейные. Общие технические требования. – Взамен ГОСТ 21563-93; введ. 01.06.2019. – М.: Стандартинформ, 2017.
8. СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения.
9. ГОСТ 3262. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия. – Переизд. с изм. №1, 2, 3, 4, 5, 6 – М.: Стандартинформ, 2007.
10. ГОСТ 21.205-93. СПДС. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. – Москва.: Изд-во стандартов, 1994.
11. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства. . – Введ. 01.01.1986. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1995.
12. СНиП 3.05.05-84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы. – Введ. 01.01.1985. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1995.
13. 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>
14. В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский Автономное теплоснабжение: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.-152 с.
15. Целищев А.В. Сочетание АТС и ЦТС. Достижения вузовской науки: сборник материалов XXVII Международной научно-практической

конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. – 7-12 с.

Счет	Параметр
1	MAGNA3 25-60N  Номер изделия: 97924337 MAGNA3 – циркуляционный насос с электродвигателем на постоянных магнитах. Отлично подходит для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения в частных домах. Это оптимальное решение для практически любого объекта строительства или реконструкции. MAGNA3 - насос с герметизированным ротором, т.е. насос и электродвигатель составляют единый агрегат без уплотнения вала, и всего лишь с двумя прокладками для уплотнения. Подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью. Инновационный хомут всего с одним винтом позволяет легко менять положение головной части насоса. MAGNA3 не требует технического обслуживания. Очень низкая стоимость всего срока эксплуатации.

Счет	Параметр
------	----------

1	CRN 20-2 A-P-A-E-HQQE
---	-----------------------



Номер изделия: 96500558

Вертикальный многоступенчатый центробежный насос с всасывающим и напорным патрубками, расположенными на одном уровне ("ин-лайн"), что обеспечивает возможность установки в горизонтальной однотрубной системе. Части насоса, контактирующие с жидкостью, выполнены из высококачественной нержавеющей стали. Картриджное уплотнение вала обеспечивает высокую надежность, безопасное использование и легкий доступ для обслуживания. Вращение передается через разъемную муфту. Соединение трубопровода выполняется с помощью муфт PJE (VICTAULIC®).

Насос оснащен асинхронным 3-фазным электродвигателем на лапах, с воздушным охлаждением.

Жидкость:

Рабочая жидкость: Вода в системе отопления
 Диапазон температур жидкости: -20 .. 120 °C
 Плотность: 983.2 кг/м³

Технические данные:

Скорость насоса, при которой рассчитаны его характеристики: 2899 об/м
 Текущий рассчитанный расход: 21.8 м³/ч
 Общий гидростатический напор насоса: 18 м
 Расположение насоса при монтаже: ВЕРТИКАЛЬН.
 Тип установки уплотнения: Одинарное
 Код торцевого уплотнения вала: HQQE
 Сертификаты на шильдике: CE, EAC, ACS
 Допуски по рабочим хар-кам: ISO9906:2012 3B

Материалы:

Основание: Нержавеющая сталь
 EN 1.4408
 AISI 316
 Рабочее колесо: Нержавеющая сталь
 Рабочее колесо, EN/DIN: EN 1.4401
 Рабочее колесо, AISI/ASTM: AISI 316
 Подшипник: SIC

Монтаж:

Максимальная температура окружающей среды: 60 °C
 Макс. рабочее давление: 25 бар
 Макс. давление при заданной темп-ре: 25 бар / 120 °C
 25 бар / -20 °C

Трубное присоединение: PJE
 Размер всасывающего патрубка: DN 50
 Размер напорного патрубка: DN 50
 Допустимое давление: PN 50
 Размер фланца электродвигателя: FT115

Данные электрооборудования:

Стандарт электродвигателя: IEC

Счет	Параметр
	<p>Тип электродвигателя: 90LE</p> <p>Класс энергоэфф-ти: IE3</p> <p>Номинальная мощность - P2: 2.2 кВт</p> <p>Энергия (P2), необходимая для насоса: 2.2кВт</p> <p>Частота питающей сети: 50 Hz</p> <p>Номинальное напряжение: 3 x 380-415D В</p> <p>Номинальный ток: 4.65 А</p> <p>Пусковой ток: 840-920 %</p> <p>Сos фи - характеристика мощности: 0.86-0.80</p> <p>Номинальная скорость: 2890-2910 об/м</p> <p>Энергоэффективность: IE3 85,9%</p> <p>Эффективность электродвигателя при полной нагрузке: 85.9-85.9 %</p> <p>Эффективность двигателя при 3/4 нагрузке: 88.2 %</p> <p>Эффективность электродвигателя при 1/2 нагрузке: 88.0 %</p> <p>Количество полюсов: 2</p> <p>Степень защиты (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting</p> <p>Класс изоляции (IEC 85): F</p> <p>Номер электродвигателя: 85U11908</p> <p>Система управления:</p> <p>Преобразователь частоты: Отсут.</p> <p>Другое:</p> <p>Минимальный индекс эффективности, MEI ≥: 0.70</p> <p>Вес(Нетто): 45 кг</p> <p>Вес(Брутто): 49 кг</p> <p>Объем поставки: 0.094 м³</p> <p>Страна происхождения: HU</p> <p>ТН ВЭД ЕАЭС Код: 8413707500</p>

Описание	Значение
Общие сведения:	
Наименование продукта:	CRN 20-2
	A-P-A-E-HQQE
№ продукта:	96500558
EAN код:	5700396204222
	5700396204222
Цена без НДС:	1.195,00 UER
Технические данные:	
Скорость насоса, при которой рассчитаны его характеристики:	2899 об/м
Текущий рассчитанный расход:	21.8 м³/ч
Общий гидростатический напор насоса:	18 м
Макс. напор:	28.9 м
Ступени:	2
Рабочие колеса:	2
Число рабочих колес с уменьшенным диаметром:	0
Low NPSH:	N
Расположение насоса при монтаже:	ВЕРТИКАЛЬН.
Тип установки уплотнения:	Одинарное
Код торцевого уплотнения вала:	HQQE
Сертификаты на шильдике:	CE, EAC, ACS
Допуски по рабочим хар-кам:	ISO9906:2012 3B
Тип исполнения:	A
Модель:	A
Материалы:	
Основание:	Нержавеющая сталь
	EN 1.4408
	AISI 316

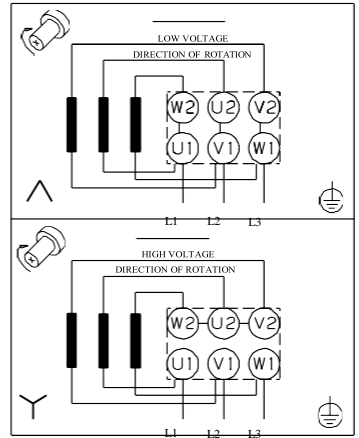
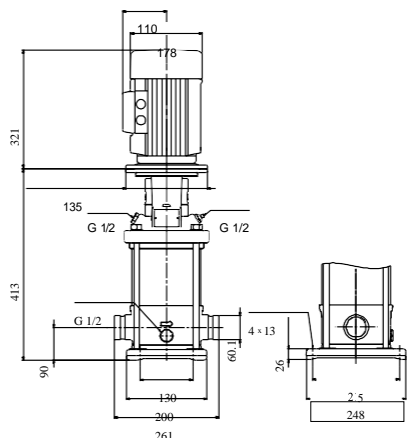
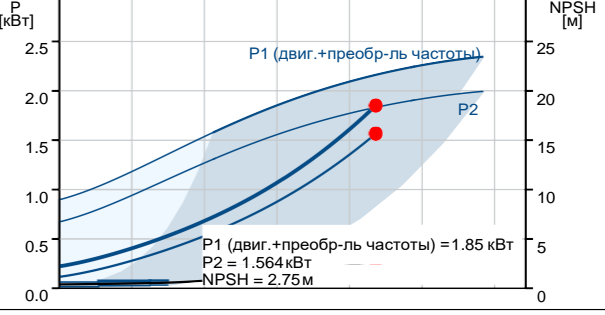
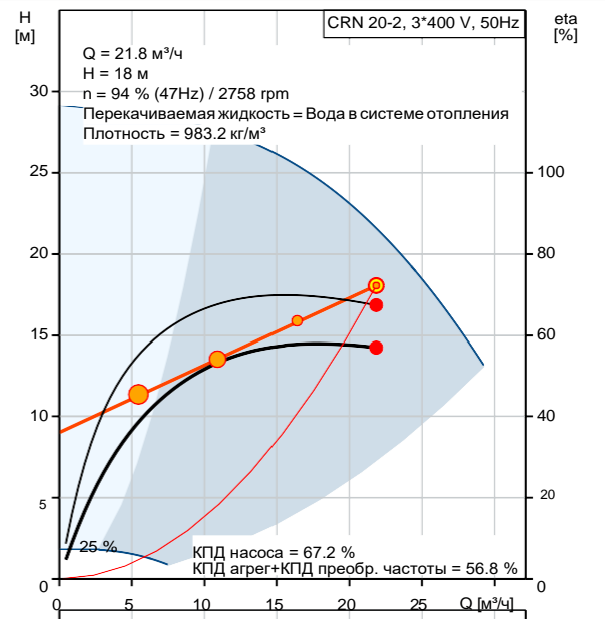
Рабочее колесо:	Нержавеющая сталь
Рабочее колесо, EN/DIN:	EN 1.4401
Рабочее колесо, AISI/ASTM:	AISI 316
Код материала:	A
Код резины:	E
Подшипник:	SIC

Монтаж:	
Максимальная температура окружающей среды:	60 °C
Макс. рабочее давление:	25 бар
Макс. давление при заданной темп-ре:	25 бар / 120 °C
	25 бар / -20 °C


Трубное присоединение:	PJE
Размер всасывающего патрубка:	DN 50
Размер напорного патрубка:	DN 50
Допустимое давление:	PN 50
Размер фланца электродвигателя:	FT115
Код присоединения:	P

Жидкость:	
Рабочая жидкость:	Вода в системе отопления
Диапазон температур жидкости:	-20 .. 120 °C
Плотность:	983.2 кг/м³

Данные электрооборудования:	
Стандарт электродвигателя:	IEC
Тип электродвигателя:	90LE
Класс энергоэфф-ти:	IE3
Номинальная мощность - P2:	2.2 кВт



Описание	Значение
Энергия (P2), необходимая для насоса:	2.2 кВт
Частота питающей сети:	50 Hz
Номинальное напряжение:	3 x 380-415D В
Номинальный ток:	4.65 А
Пусковой ток:	840-920 %
Сos фи - характеристика мощности:	0.86-0.80
Номинальная скорость:	2890-2910 об/м
Энергоэффективность:	IE3 85,9%
Эффективность электродвигателя при полной нагрузке:	85.9-85.9 %
Эффективность двигателя при 3/4 нагрузки:	88.2 %
Эффективность электродвигателя при 1/2 нагрузки:	88.0 %
Количество полюсов:	2
Степень защиты (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Класс изоляции (IEC 85):	F
Защита электродвигателя:	Отсутс.
Номер электродвигателя:	85U11908
Система управления:	
Преобразователь частоты:	Отсут.
Другое:	
Минимальный индекс эффективности, MEI ≥:	0.70
Вес(Нетто):	45 кг
Вес(Брутто):	49 кг
Объем поставки:	0.094 м³
Страна происхождения:	HU
ТН ВЭД ЕАЭС Код:	8413707500

Счет	Параметр
1	<p data-bbox="215 320 391 349">UPS 32-80 N180</p> <div data-bbox="268 383 533 730">  </div> <p data-bbox="215 750 518 779">Номер изделия: 95906448</p> <p data-bbox="215 784 837 929">Насос, оснащенный электродвигателем с мокрым ротором и защищенным статором, без сальниковых уплотнений, с двумя уплотнительными кольцами. Подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью. частоты вращения.</p> <p data-bbox="215 958 502 987">Характеристики насоса:</p> <ul data-bbox="247 992 981 1160" style="list-style-type: none"> - Керамические вал и радиальные подшипники. - Осевой подшипник из графита. - Гильза ротора и опорный подшипник сделаны из нержавеющей стали. - Коррозионно-стойкое рабочее колесо, Составной, PES/PP. - Корпус насоса из Нержавеющая сталь. <p data-bbox="215 1189 726 1249">1-фазный электродвигатель, не требующий дополнительной защиты.</p> <p data-bbox="215 1279 343 1308">Жидкость:</p> <p data-bbox="215 1312 885 1395">Рабочая жидкость: Вода в системе отопления Диапазон температур жидкости: -25 .. 110 °C Плотность: 983.2 кг/м³</p> <p data-bbox="215 1424 486 1453">Технические данные:</p> <p data-bbox="215 1458 845 1574">Текущий рассчитанный расход: 4.628 м³/ч Общий гидростатический напор насоса: 14.46 кПа TF класс: 110 Данные на фирменной табличке: AAA,CE,EAC,WEEE</p> <p data-bbox="215 1603 367 1632">Материалы:</p> <p data-bbox="215 1637 821 1742">Корпус насоса: Нержавеющая сталь DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304</p> <p data-bbox="215 1720 805 1749">Рабочее колесо: Составной, PES/PP</p> <p data-bbox="215 1778 319 1807">Монтаж:</p> <p data-bbox="215 1812 837 1951">Макс.Т окр.среды при темп-ре жидкости 80 0C: 40 °C Макс. рабочее давление: 10 бар Соединение труб: G 2 Допустимое давление: PN 10 Монтажная длина: 180 мм</p> <p data-bbox="215 1980 614 2009">Данные электрооборудования:</p> <p data-bbox="215 2013 790 2042">Потребляемая мощность при скорости 1: 135 Вт</p>

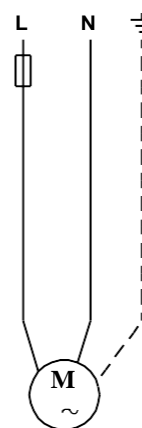
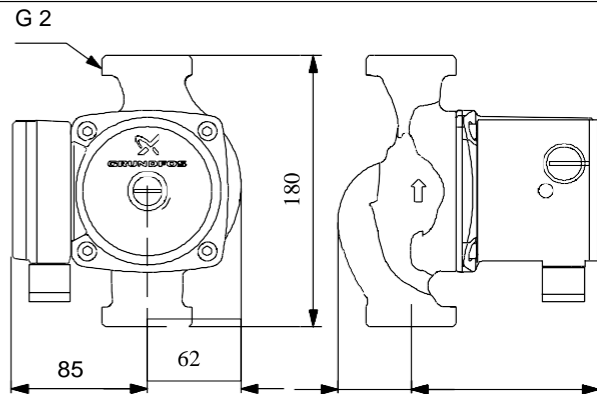
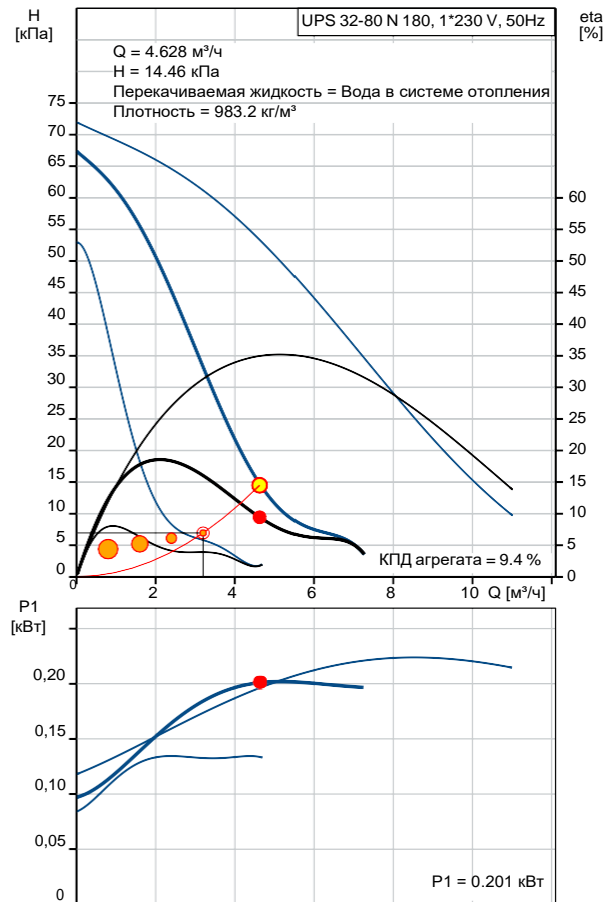
Счет	Параметр
------	----------


	Потребляемая мощность при скорости 2: 200 Вт
	Макс. потребляемая мощность: 220 Вт
	Частота питающей сети: 50 Hz
	Номинальное напряжение: 1 x 230 В
	Ток при частоте вращения 1: 0.6 А
	Ток при частоте вращения 2: 0.9 А
	Ток при скорости 3: 0.98 А
	Размер конденсатора - работа: 4 мкФ
	Степень защиты (IEC 34-5): X2D
	Класс изоляции (IEC 85): F

Другое:

Нетто вес:	4.9 кг
Вес(Брутто):	5.2 кг
Объем упаковки:	0.008 м ³
Danish VVS No.:	380648100
Swedish RSK No.:	5803139
Finnish LVI No.:	4615612
Страна происхождения:	RS
ТН ВЭД ЕАЭС Код:	8413703000

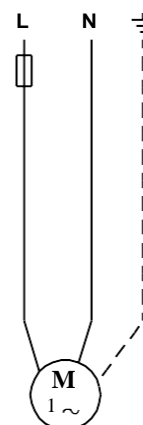
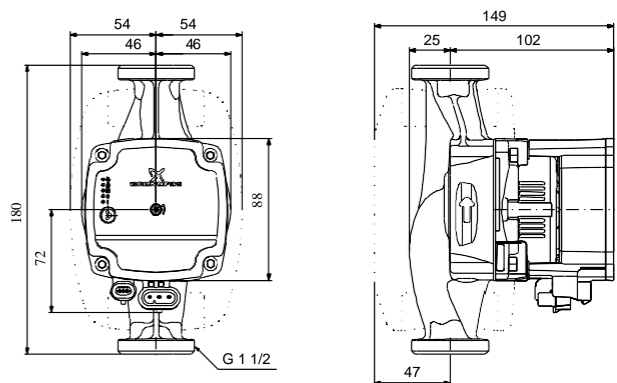
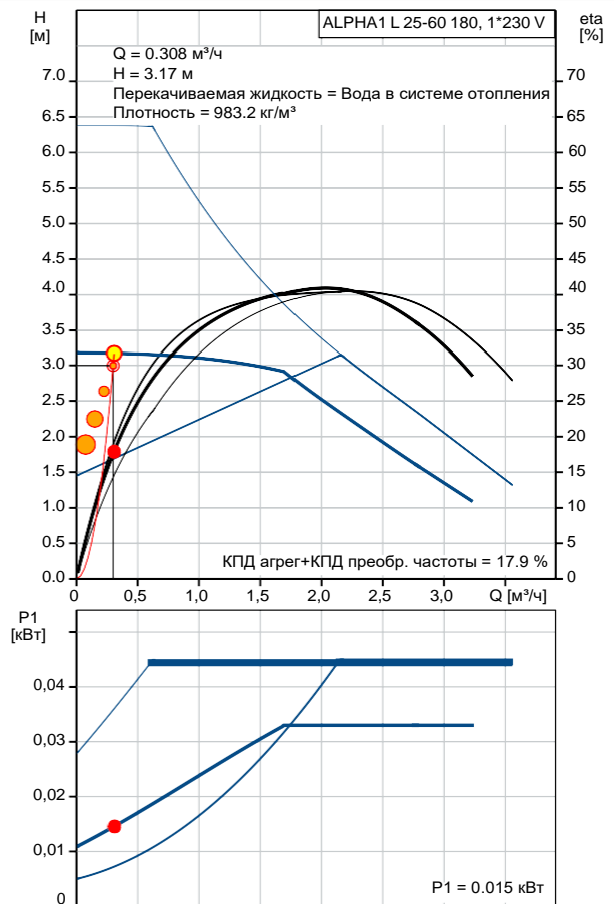
Описание	Значение
Общие сведения:	
Наименование продукта:	UPS 32-80 N 180
№ продукта:	95906448
EAN код:	5700310353869
	5700310353869
Цена без НДС:	437,00 UER
Технические данные:	
Количество скоростей:	3
Текущий рассчитанный расход:	4.628 м³/ч
Общий гидростатический напор насоса:	14.46 кПа
Макс гидростатический напор:	80 дм
TF класс:	110
Данные на фирменной табличке:	AAA,CE,EAC,WEEE
Материалы:	
Корпус насоса:	Нержавеющая сталь DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Рабочее колесо:	Составной, PES/PP
Монтаж:	
Макс. Т окр. среды при темп-ре жидкости 80 °C:	40 °C
Макс. рабочее давление:	10 бар
Соединение труб:	G 2
Допустимое давление:	PN 10
Монтажная длина:	180 мм
Жидкость:	
Рабочая жидкость:	Вода в системе отопления
Диапазон температур жидкости:	-25 .. 110 °C
Плотность:	983.2 кг/м³
Данные электрооборудования:	
Потребляемая мощность при скорости 1:	135 Вт
Потребляемая мощность при скорости 2:	200 Вт
Макс. потребляемая мощность:	220 Вт
Частота питающей сети:	50 Hz
Номинальное напряжение:	1 x 230 В
Ток при частоте вращения 1:	0.6 А
Ток при частоте вращения 2:	0.9 А
Ток при скорости 3:	0.98 А
Размер конденсатора - работа:	4 мкФ
Степень защиты (IEC 34-5):	X2D
Класс изоляции (IEC 85):	F
Защита электродвигателя:	CONTACT
Тепловая защита:	внутрен.
Система управления:	
Положение коробки выводов:	9H
Другое:	
Нетто вес:	4.9 кг
Вес(Брутто):	5.2 кг
Объем упаковки:	0.008 м³
Danish VVS No.:	380648100
Swedish RSK No.:	5803139
Finnish LVI No.:	4615612
Страна происхождения:	RS
ТН ВЭД ЕАЭС Код:	8413703000



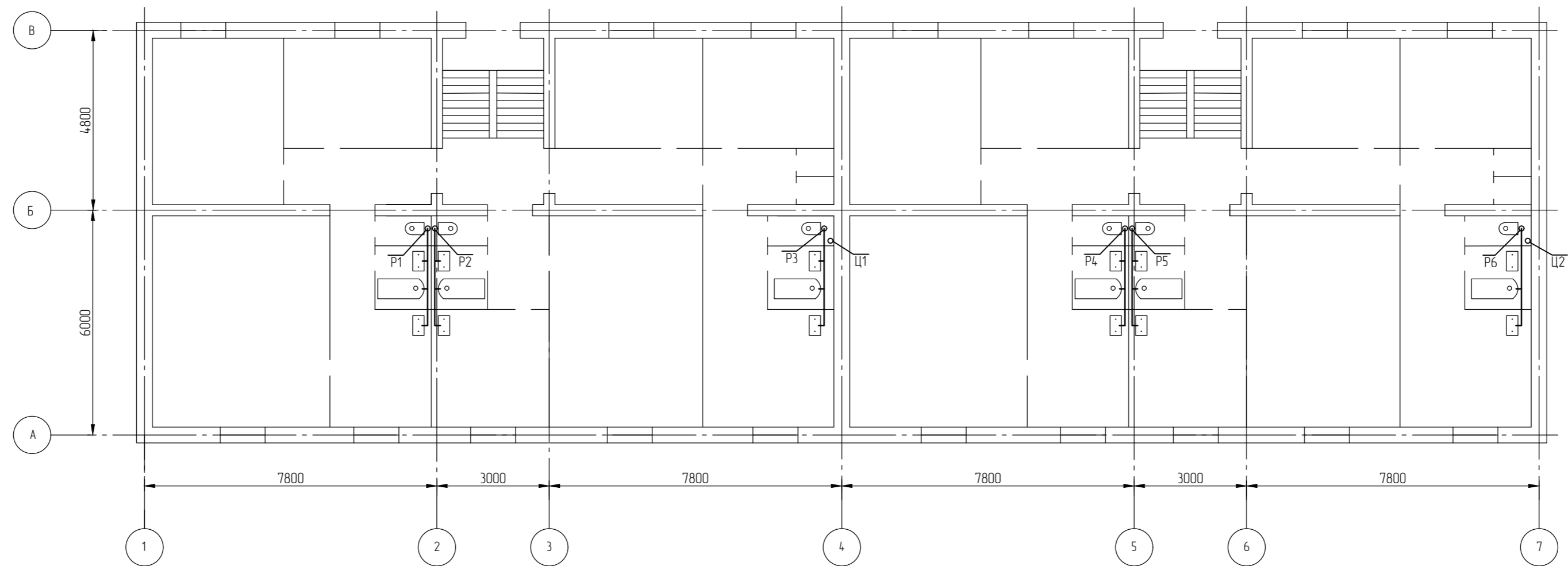
Счет	Параметр
1	<p data-bbox="207 324 446 347">ALPHA1 L 25-60180</p>  <p data-bbox="207 649 526 683">Номер изделия: 99199612</p> <p data-bbox="207 705 1324 750">Grundfos ALPHA1 L 25-60 180 представляет собой высокоэффективный циркуляционный насос, оснащенный электродвигателем на постоянных магнитах (технология ECM).</p> <p data-bbox="207 784 1404 840">Насос предусматривает три режима управления; режим радиаторного отопления, режим отопления «теплый пол» и режим работы по постоянной кривой /с фиксированной частой вращения.</p> <p data-bbox="207 862 1452 896">Частоту вращения можно регулировать слаботочным ШИМ-сигналом (широтно-импульсной модуляции).</p> <p data-bbox="207 918 1452 1019">Все компоненты насоса — керамический вал и радиальные подшипники, углеродный упорный подшипник, защитная гильза ротора, подшипниковая пластина и корпус ротора из нержавеющей стали, рабочее колесо из композитного материала — обеспечивают долгий срок службы. Воздух из насоса удаляется автоматически, что упрощает пусконаладку и выбор режима управления.</p> <p data-bbox="207 1041 1388 1097">Компактный дизайн головной части насоса со встроенным блоком управления и приборной панелью обеспечивает совместимость практически с любыми стандартными системами и котлами.</p> <p data-bbox="207 1120 1404 1198">Насос и электродвигатель образуют цельный блок без уплотнения вала. Насос является насосом с «мокрым ротором», то есть подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью. Такое решение не требует технического обслуживания.</p> <p data-bbox="207 1220 1364 1276">Корпус насоса выполнен из чугуна с гальваническим покрытием для улучшения антикоррозионных свойств.</p> <p data-bbox="207 1299 1452 1377">Используется синхронный электродвигатель с ротором на постоянных магнитах / компактным статором. Контроллер насоса расположен в блоке управления, который присоединен к корпусу статора и подключен к статору с помощью кабельного разъема.</p> <p data-bbox="207 1400 614 1433">Характеристики насоса ALPHA1 L</p> <ul data-bbox="207 1433 1460 1702" style="list-style-type: none"> • три постоянные кривые/постоянные скорости • Режим радиаторного отопления. • Режим отопления «теплый пол» • Профиль ШИМ для применений в системах отопления (профиль А). Сигнал ШИМ — это метод генерации аналогового сигнала при помощи цифрового источника. • Энергоэффективность, соответствие директиве ErP • Деблокирующий винт с доступом из передней части шкафа управления. • Надежная и эффективная работа даже в самых сложных условиях • Регулируемый и гибкий монтажный штекер, с двумя возможными положениями кабельной муфты. <p data-bbox="207 1747 351 1780">Жидкость:</p> <p data-bbox="207 1780 885 1814">Рабочая жидкость: Вода в системе отопления</p> <p data-bbox="207 1814 710 1848">Диапазон температур жидкости: 2 .. 95 °С</p> <p data-bbox="207 1848 710 1881">Плотность: 983.2 кг/м³</p> <p data-bbox="207 1892 486 1926">Технические данные:</p> <p data-bbox="207 1926 710 1960">Текущий рассчитанный расход: 0.308 м³/ч</p>

Счет	Параметр
	<p>Общий гидростатический напор насоса: 3.17 м TF класс: 95 Данные на фирменной табличке: CE,VDE,EAC</p> <p>Материалы: Корпус насоса: Чугун EN 1561 EN-GJL-150 ASTM A48-150B Рабочее колесо: Композит/PES 30 % GF</p> <p>Монтаж: Диапазон температуры окружающей среды: 0 .. 55 °C Макс. рабочее давление: 10 бар Соединение труб: G 1 1/2 Допустимое давление: PN 10 Монтажная длина: 180 мм</p> <p>Данные электрооборудования: Потребляемая мощность-P1: 4 .. 45 Вт Частота питающей сети: 50 / 60 Hz Номинальное напряжение: 1 x 230 В Максимальное потребление тока: 0.05 .. 0.42 А Степень защиты (IEC 34-5): X4D Класс изоляции (IEC 85): F</p> <p>Другое: Класс электропотребления (EEI): 0.20 Нетто вес: 2.58 кг Вес(Брутто): 2.71 кг Объем упаковки: 0.004 м³ Страна происхождения: DK ТН ВЭД ЕАЭС Код: 8413703000</p>

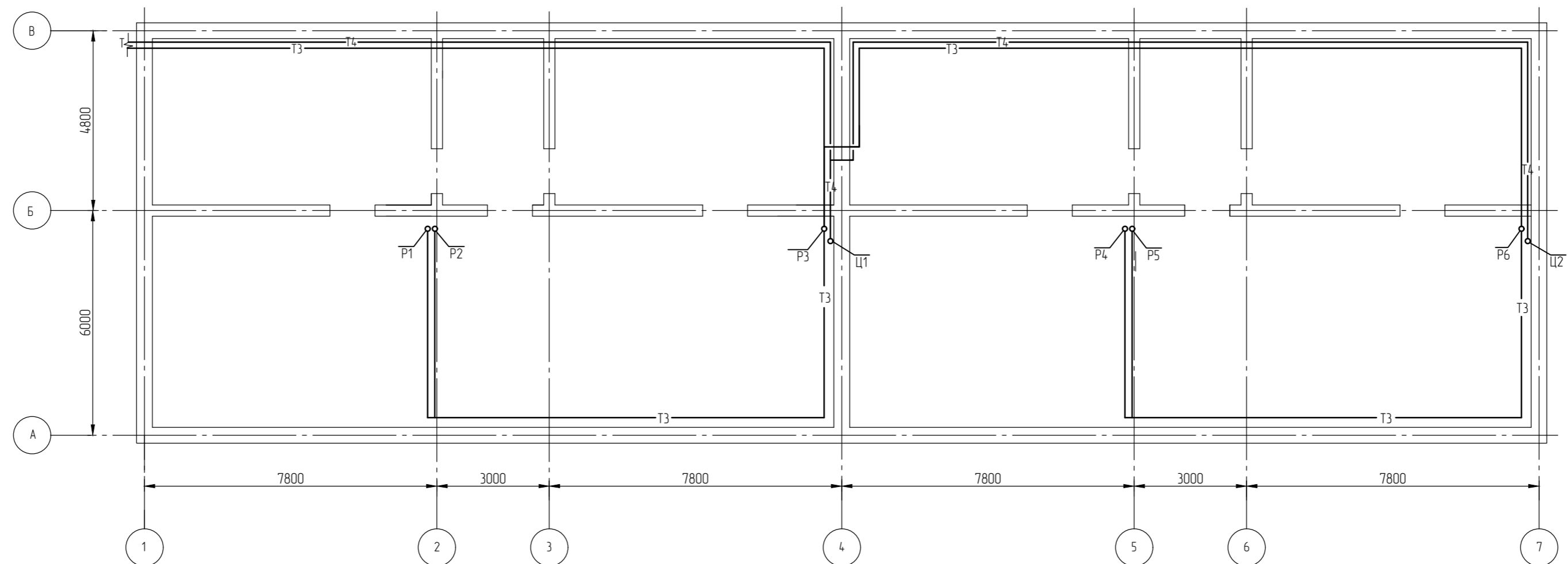
Описание	Значение
Общие сведения:	
Наименование продукта:	ALPHA1 L 25-60 180
№ продукта:	99199612
EAN код:	5712608550522
	5712608550522
Цена без НДС:	117,00 UER
Технические данные:	
Текущий рассчитанный расход:	0.308 м³/ч
Общий гидростатический напор насоса:	3.17 м
Макс гидростатический напор:	60 дм
TF класс:	95
Данные на фирменной табличке:	CE, VDE, EAC
Модель:	C
Материалы:	
Корпус насоса:	Чугун
	EN 1561 EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Рабочее колесо:	Композит/PES 30 % GF
Монтаж:	
Диапазон температуры окружающей среды:	0 .. 55 °C
Макс. рабочее давление:	10 бар
Соединение труб:	G 1 1/2
Допустимое давление:	PN 10
Монтажная длина:	180 мм
Жидкость:	
Рабочая жидкость:	Вода в системе отопления
Диапазон температур жидкости:	2 .. 95 °C
Плотность:	983.2 кг/м³
Данные электрооборудования:	
Потребляемая мощность-P1:	4 .. 45 Вт
Частота питающей сети:	50 / 60 Hz
Номинальное напряжение:	1 x 230 В
Максимальное потребление тока:	0.05 .. 0.42 А
Степень защиты (IEC 34-5):	X4D
Класс изоляции (IEC 85):	F
Защита электродвигателя:	Отсутс.
Тепловая защита:	ELEC
Система управления:	
Положение коробки выводов:	6Н
Другое:	
Класс электропотребления (EEI):	0.20
Нетто вес:	2.58 кг
Вес(Брутто):	2.71 кг
Объем упаковки:	0.004 м³
Область продаж:	RU
Страна происхождения:	DK
ТН ВЭД ЕАЭС Код:	8413703000



План типового этажа

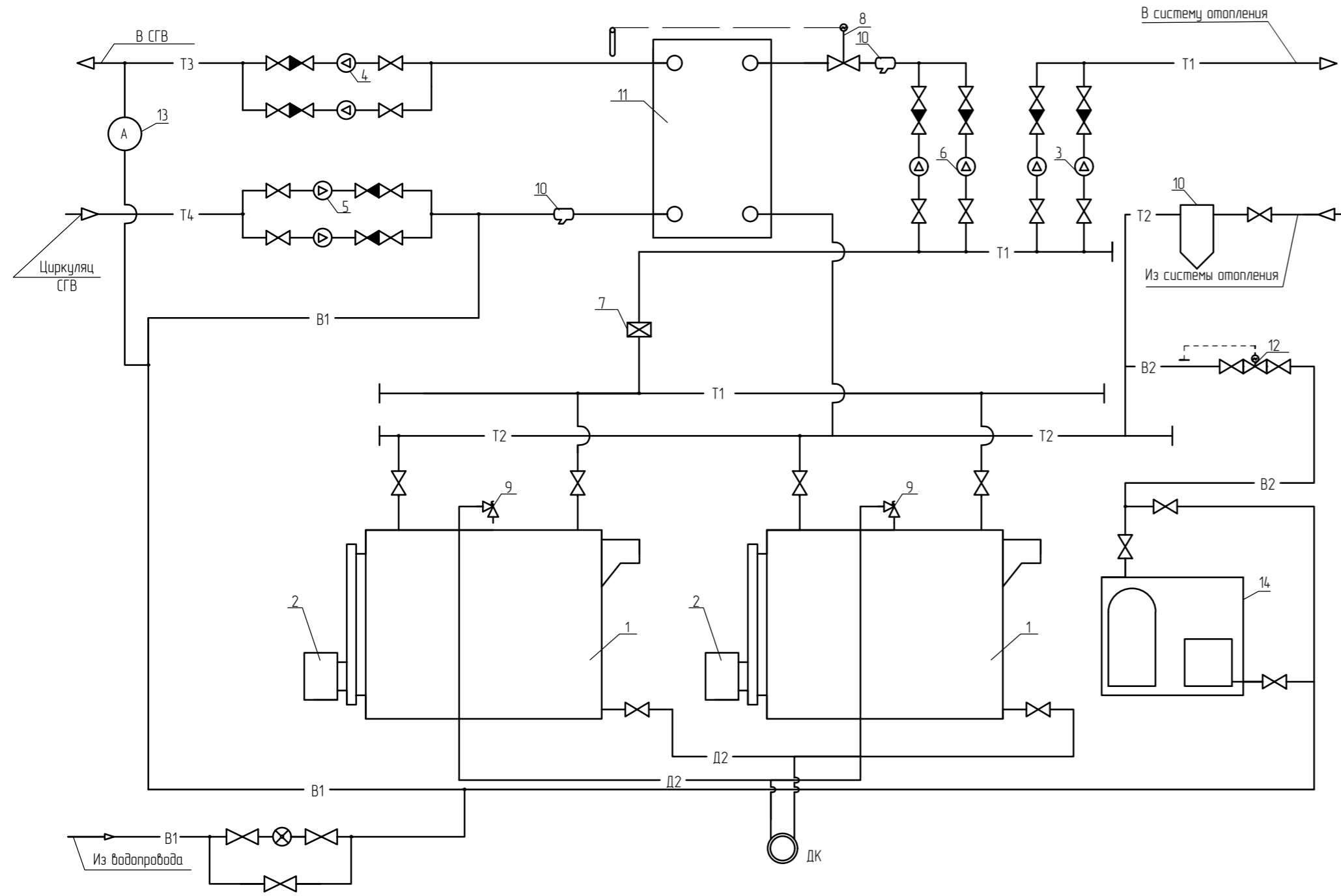


План подвала



					БР-08.03.01.05-2020-ТС			
					СФУ ИСИ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Тимофеев А.Ю.				У	1	4
Руковод.		Оленев И.Б.						
Консульт.		Целищев А.В.						
Н.контр.		Целищев А.В.			План типового этажа, План подвала	кафедра ИСЗиС		
Заб. каф.		Маташенко А.И.						

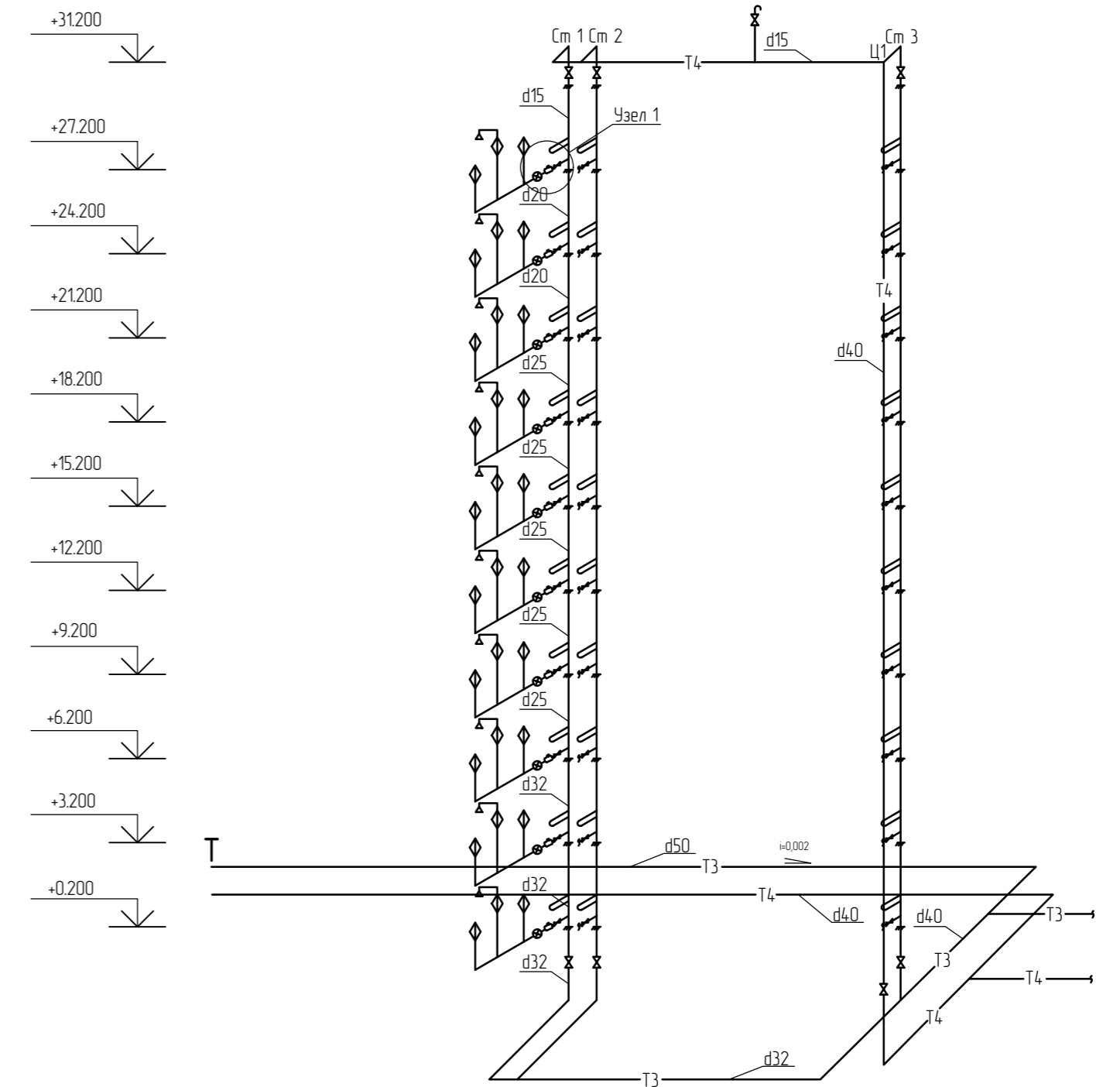
Тепловая схема пристроенной котельной



Экспликация оборудования тепловой схемы пристроенной котельной

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Котел водогрейный	2	
2		Горелка (форсунка)	2	
3		Насос котел-водонагреватель отопления	2	
4		Насос подающий СГВ	2	
5		Насос циркуляционный СГВ	2	
6		Насос котел-водонагреватель ГВС	2	
7		Теплосчетчик	1	
8		Регулятор температуры	1	
9		Клапан предохранительный	2	
10		Фильтр сетчатый	2	
11	Р 0,3р-1-1,0-1к-01-11	Пластинчатый водонагреватель ГВС	1	
12		Регулятор расхода	1	
13		Бак-аккумулятор	1	
14		Химводочистка	1	

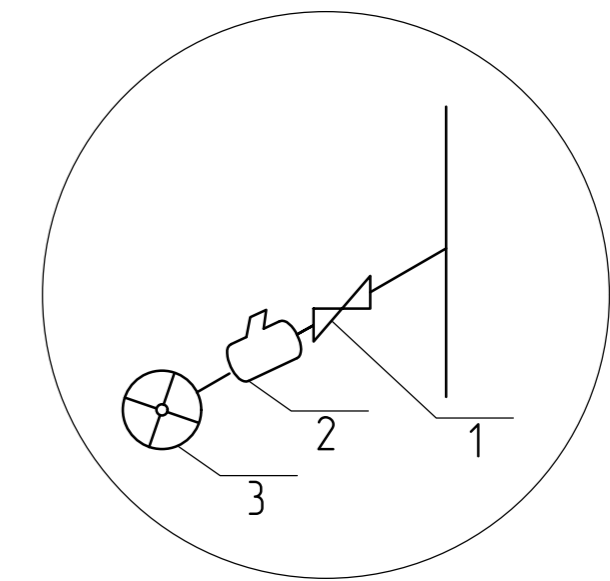
АксонOMETрическая схема ГВС



Экспликация оборудования узла 1

Поз.	Обозначение	Наименование	Примечание
1		Шаровый кран	
2		Фильтр сетчатый	
3		Счетчик воды	

Узел 1

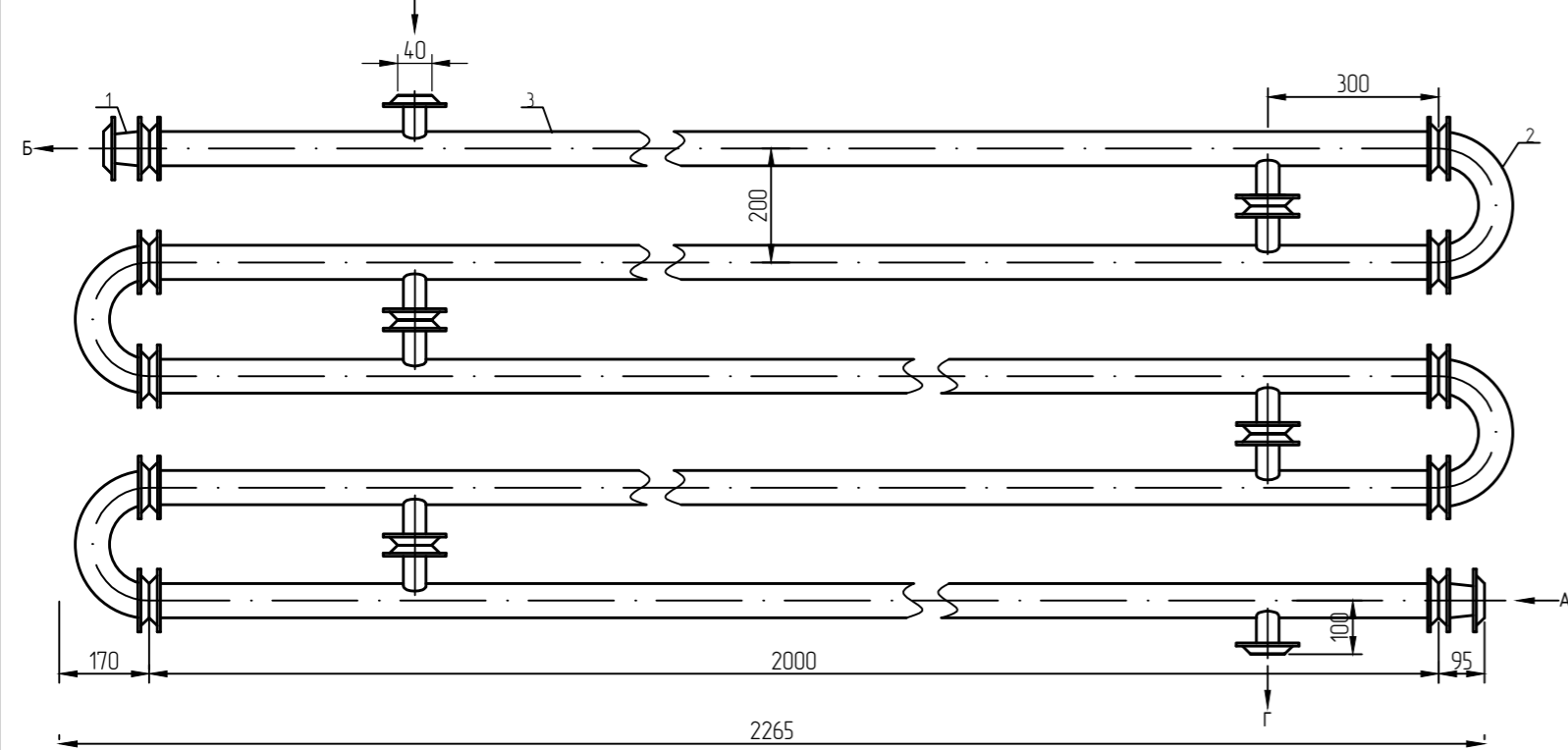


Примечания

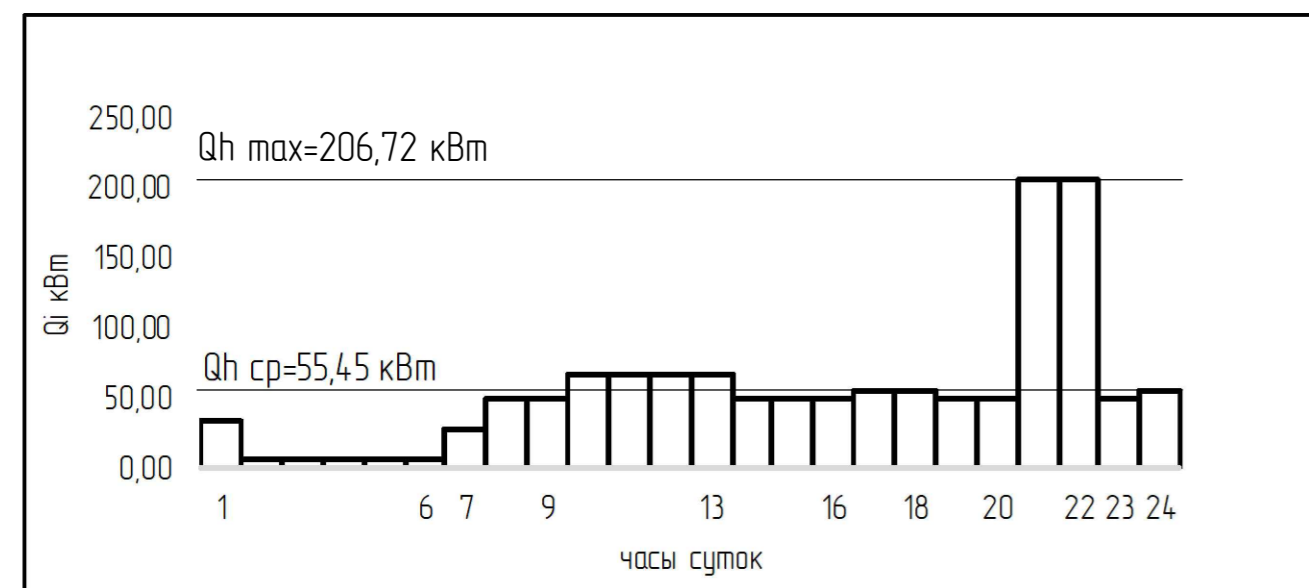
1. Трубопроводы системы ГВС кроме полотенцесушителя теплоизолированы
2. Тепловая изоляция отсутствует на подводках к водоразборным приборам

					БР-08.03.01.05-2020-ТС			
					СФУ ИСИ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Тимофеев А.Ю.					У	2	4
Руковод.	Оленев И.Б.							
Консульт.	Целищев А.В.							
Н.контр.	Целищев А.В.				Тепловая схема пристроенной котельной, АксонOMETрическая схема ГВС, Узел 1	кафедра ИСЗиС		
Заб. каф.	Матюшенко А.И.							

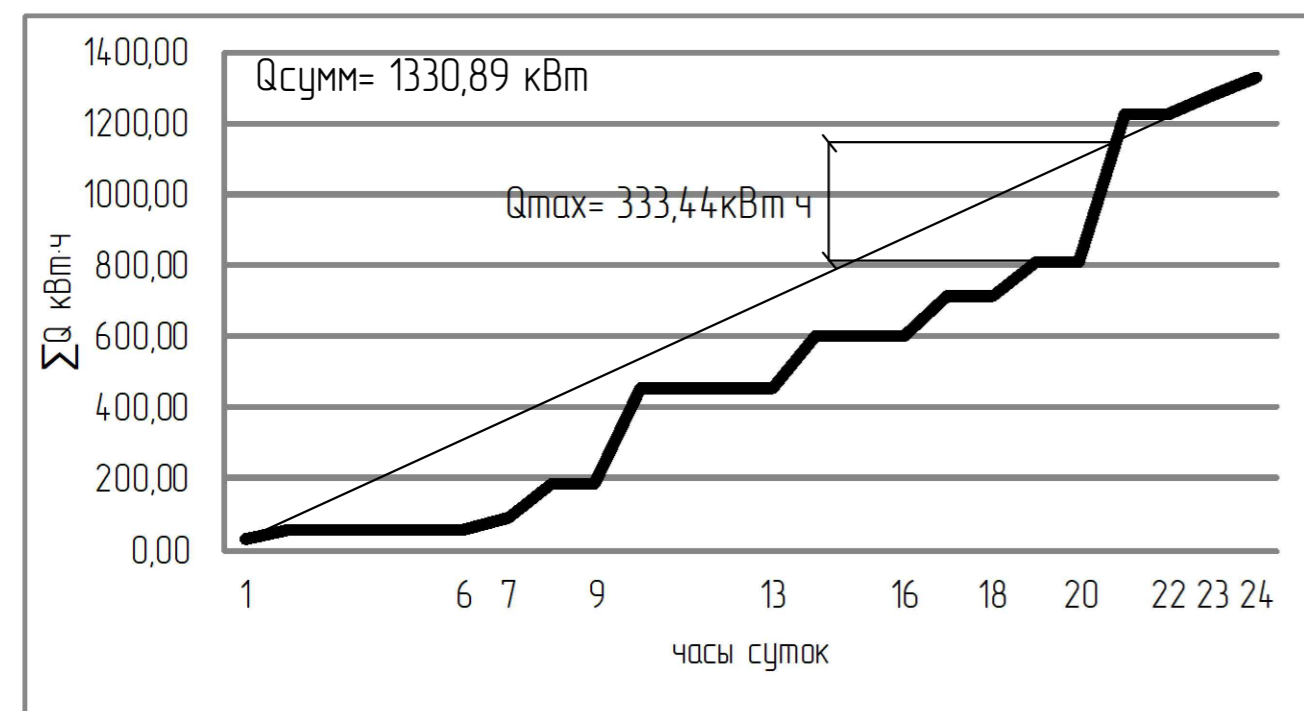
Кожухотрубный водоподогреватель ГВС
ПВ 57х2-1,0-РГ-5-УЗ



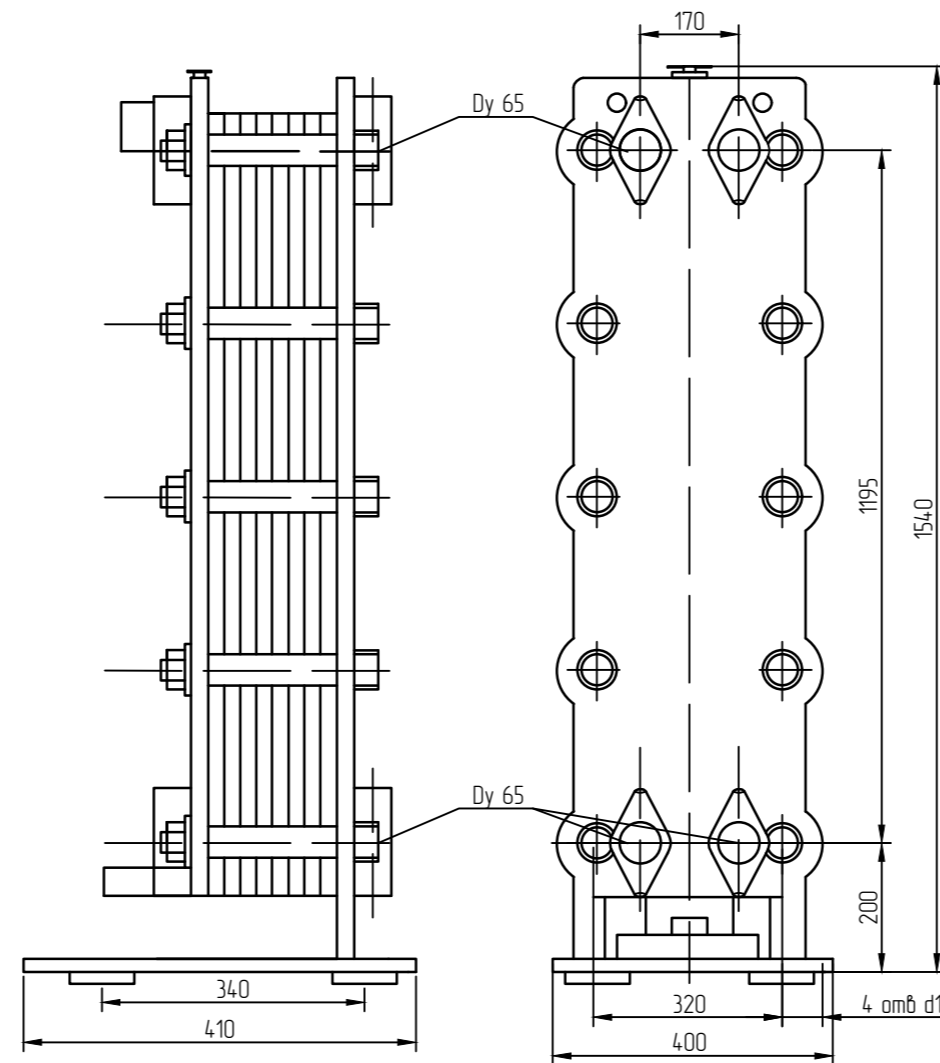
Суточный график расхода теплоты на ГВС



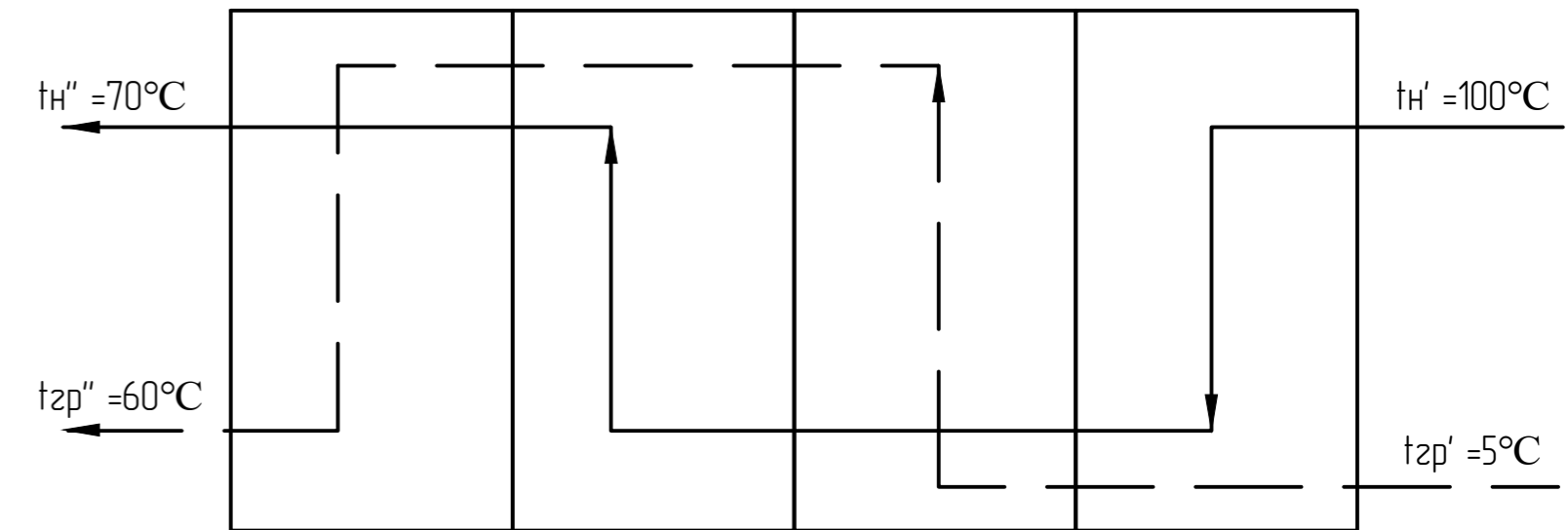
Интегральный график расхода теплоты на ГВС



Пластиначатый подогреватель ГВС на консольной раме
Р 0,3р-1-0,8-1к-01-11



Компоновка пластин подогревателя Сх = 1+1 / 1+1



Экспликация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Примечание
1		Переход	
2		Соединительный калач	
3		Блок-секция типа ПВ1	
А		Вход нагреваемой воды	
Б		Выход нагреваемой воды	
В		Вход греющей воды	
Г		Выход греющей воды	

$$V_a = (1,1Q \cdot 3600) / (\rho \cdot c \cdot (t_h - t_c)) = (1,1 \cdot 1333,44 \cdot 3600) / (1000 \cdot 4,187 \cdot (60 - 5)) = 5,73 \text{ м}^3$$

где V_a – объем бака-аккумулятора, м^3 ;

Q – максимальная разность между линиями выработки тепла в водоподогревателе ГВС и линией фактического потребления тепла на ГВС на интегральном графике, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$;

ρ – плотность воды, равная $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – теплоемкость воды, равная $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{гр}$;

t_h – температура воды, поступающая в систему ГВС, равная $^\circ\text{C}$;

t_c – температура холодной водопроводной воды, равная $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{нм}} = \Sigma Q / 24 = 1330,89 / 24 = 55,45 \text{ кВт}$$

где $Q_{\text{нм}}$ – среднечасовой расход тепла на ГВС, кВт ;

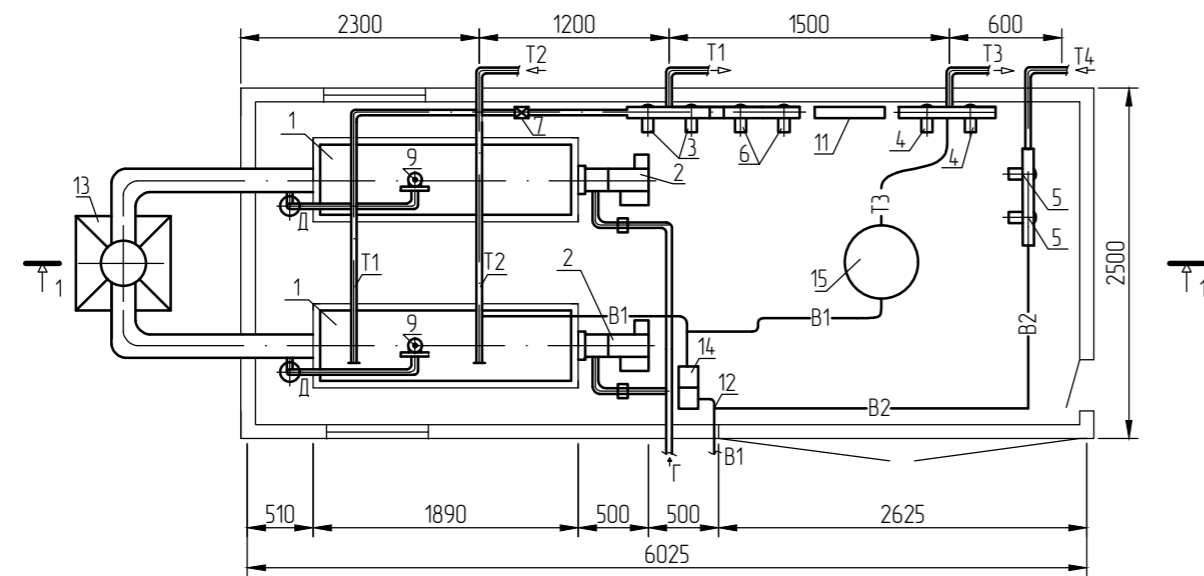
ΣQ – расход тепла за сутки, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$.

БР-08.03.01.05-2020-ТС

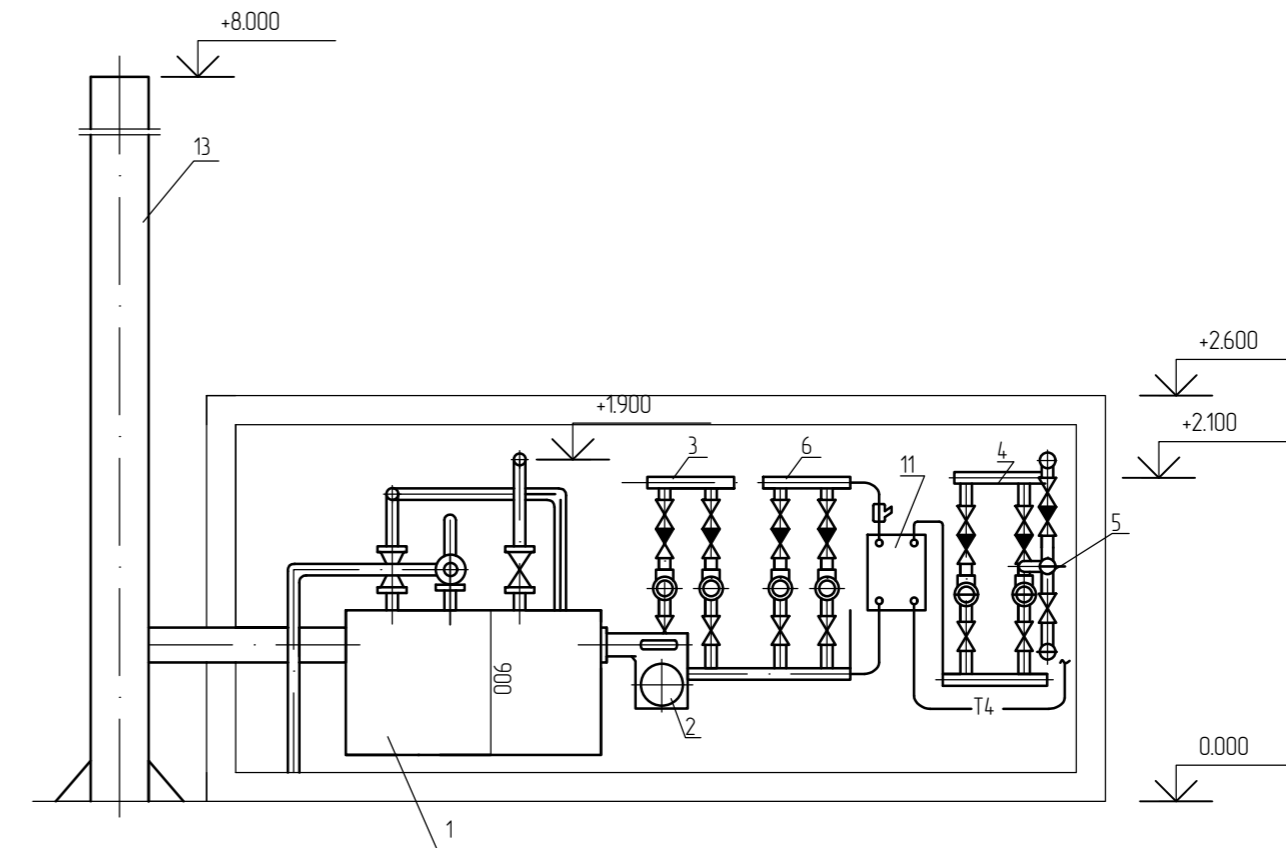
СФУ ИСИ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Тимофеев А.Ю.			Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Оленев И.Б.				У	3	4
Консульт.		Целищев А.В.						
Н.контр.		Целищев А.В.			Секционный кожухотрубный водоподогреватель ГВС, Пластиначатый водоподогреватель ГВС на консольной раме, Компоновка пластин подогревателя Сх = (1+1)/(1+1), Суточный график расхода тепла, Интегральный график расхода тепла	кафедра ИСЗиС		
Заб. каф.		Матиюенко А.И.						

План пристроенной котельной



Разрез 1-1



Условные обозначения

Обозначение	Наименование
— T1 —	Подающий трубопровод в систему отопления
— T2 —	Обратный трубопровод из системы отопления
— T3 —	Подающий трубопровод в СГВ
— T4 —	Циркуляционный трубопровод в СГВ
— B1 —	Водопроводная вода
— B2 —	Вода после химводоочистки
— Г —	Ввод газа (мазута)
— Д —	Дренажный трубопровод
ДК	Дренажный колодец
	Клапан запорный
	Клапан обратный
	Клапан предохранительный
	Клапан регулирующий
	Насос
	Водосчётчик
	Теплосчётчик
	Водонагреватель ГВС пластинчатый
	Смеситель для душа
	Смеситель для мойки (раковины)
	Полотенцесушитель
	Воздушник
	Отопительный прибор
	Фильтр сетчатый

Экспликация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Котел водогрейный	2	
2		Горелка (форсунка)	2	
3		Насос сетевой	2	
4		Насос подающий СГВ	2	
5		Насос циркуляционный СГВ	2	
6		Насос котел-водонагреватель	2	
7		Теплосчётчик	1	
8		Регулятор давления	1	
9		Клапан предохранительный	2	
10		Фильтр сетчатый	1	
11	Р о,Зр-1-10-1к-01-11	Пластинчатый водонагреватель	1	
12		Водосчётчик	1	
13		Дымовая труба	1	
14		Химводоочистка	1	
15		Бак-аккумулятор	1	

					БР-08.03.01.05-2020-ТС			
					СФУ ИСИ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Тимофеев А.Ю.					У	4	4
Руковод.	Оленев И.Б.							
Консульт.	Целищев А.В.							
Н.контр.	Целищев А.В.				План пристроенной котельной; Разрез 1-1	кафедра ИСЗиС		
Заб. каф.	Матюшенко А.И.							

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



А.И. Матюшенко

подпись

инициалы, фамилия

« 25 » 06 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

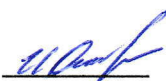
08.03.01.00.05 Теплогазоснабжение и вентиляция

код и наименование специализации

Автономное теплоснабжение 10-этажного здания в Нижнем Новгороде

тема

Руководитель



подпись, дата

К.Т.Н., доцент

должность, ученая степень

И.Б. Оленев

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

А.Ю. Тимофеев

инициалы, фамилия

Консультант

ВКР

наименование раздела



подпись, дата

А.В. Целищев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

А.В. Целищев

инициалы, фамилия

Красноярск 2020